

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ КОРРЕЛЯТЫ
ЭМОЦИОНАЛЬНОГО
РЕАГИРОВАНИЯ

4

БЕСПИЛОТНЫЕ
АВТОМОБИЛИ:
ОСНОВНЫЕ ТРЕНДЫ

26

БЕСКОНЕЧНЫЙ
МАГНЕТИЗМ
ОБНОВЛЕНИЯ

41

ХРАНИТЕЛЬ
ЦАРСТВА
ФЛОРЫ

52

Наука и инновации

№12 (238)
ДЕКАБРЬ 2022

научно-
практический
журнал

МЕХАНИЗМЫ ЭМОЦИЙ:
ТЕОРИИ, ГИПОТЕЗЫ, ПРАКТИКА

ISSN 1818-9857



9 771818 985001 12

ISSN 2412-9372 (online)



Испытательный центр по проведению сертификационных испытаний в области общего материаловедения Института порошковой металлургии им. академика О.В. Романа

25 ЛЕТ на РЫНКЕ

Испытательный центр:

- аккредитован органом Госстандарта Республики Беларусь на техническую компетентность и беспристрастность;
- включен в Перечень лабораторий, наделенных правом выдачи государственным и судебным органам обоснованных технических заключений;
- аттестован РГК «РОСНАНО» на техническую компетентность в области исследования объектов нанотехнологии;
- внесен в единый реестр испытательных лабораторий (центров) Таможенного союза;
- подтверждена компетентность на соответствие требованиям ГОСТ ISO/IEC 17025-2019 (ISO/IEC 17025:2017, IDT) со стороны Государственного предприятия «БГЦА».



ЛАБОРАТОРИЯ МЕТАЛЛОФИЗИКИ

Занимается металлографическими исследованиями структуры и фазового состава исходных материалов, сырья и готовой продукции; проводит металлографический контроль макроструктуры и загрязненности макровключениями; исследования микроструктуры, микротвердости, величины зерна, глубины обезуглероженного слоя, загрязненности неметаллическими включениями; определение размеров и характера и поверхностных дефектов.



ЛАБОРАТОРИЯ ЭЛЕКТРОННО-ЗОНДОВОГО АНАЛИЗА

Проводит фрактографический анализ различных материалов методами сканирующей электронной микроскопии на шлифах, изломах и фрагментах продукции произвольной формы, определяет зерновой состав масс, порошков, смесей; исследует общий и локальный элементный и химический состав и стереологические характеристики структуры, производит идентификацию марок материалов в соответствии с ТНПА.



ГРУППА ХИМИКО-СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА

Занимается определением примесей в чистых материалах, жидкостях и сточных водах методом атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой, проводит экспресс-анализ содержания углерода, серы, азота, кислорода, водорода в металлах и сплавах, осуществляет аналитические исследования по определению влажности и зольности порошковых материалов, гравиметрической плотности компактных и пористых образцов.



г. Минск, ул. Платонова, 41, каб. 303

Телефон: +375 (17) 292-85-81

Факс: +375 (17) 290-99-69

<https://pminstitute.by/structure/otdelenie-4/>

E-mail: iscentr@tut.by



Зарегистрирован в Министерстве информации Республики Беларусь, свидетельство о регистрации №388 от 18.05.2009 г.

Учредитель:

Национальная академия наук Беларуси

Редакционный совет:

В.Г. Гусаков – председатель совета	Н.С. Казак А.В. Кильчевский Э.И. Коломиец
В.Л. Гурский – зам. председателя	Ж.В. Комарова С.А. Красный С.В. Кругликов
О.Ю. Баранов	Н.П. Крутько М.В. Мясникович
А.И. Белоус	О.Г. Пенязьков А.А. Рогачев
В.Г. Богдан	О.О. Руммо С.В. Харитончик
П.А. Витязь	И.П. Шейко А.Г. Шумилин
С.В. Гапоненко	С.С. Щербаков
С.И. Гриб	
С.Н. Губкин	
А.Е. Дайнеко	
А.И. Иванец	

Главный редактор:

Жанна Комарова

Ведущие рубрик:

Ирина Емельянович	Татьяна Жданович
Наталья Минакова	Юлия Василюшина

Дизайн и верстка:

Алексей Петров

Адрес редакции:

220072, г. Минск, ул. Академическая, 1-129.
Тел.: (017) 351-14-46,
e-mail: nii2003@mail.ru,
www.innosfera.by

Подписные индексы:

007 532 (ведомственная)

00 753 (индивидуальная)

Формат 60х84 1/8. Бумага офсетная.
Печать цифровая. Усл. печ. л. 9,8.
Тираж 520 экз. Цена договорная.
Подписано в печать 21.12.2022.

Издатель и полиграфическое

исполнение: РУП «Издательский дом
«Беларуская навука».

Свид. о гос. рег. №1/18 от 02.08.2013.

ЛП №02330/455 от 30.12.2013.

г. Минск, ул. Ф. Скорины, 40. Заказ №253.

© «Наука и инновации»

При перепечатке и цитировании ссылка на журнал обязательна.

За содержание рекламных объявлений редакция ответственности не несет.

Мнение редакции не всегда совпадает с мнением авторов статей.

Рукописи не рецензируются и не возвращаются.

Содержание

Тема номера: МЕХАНИЗМЫ ЭМОЦИЙ: теории, гипотезы, практика

Ирина Емельянович

Генетические корреляты эмоционального реагирования 4

Интервью с завлабораторией нейрофизиологии Института физиологии НАН Беларуси, кандидатом биологических наук, доцентом Светланой Пашкевич о влиянии гормонов на эмоции человека.

Тамара Чернышева

Эмоции и эмоциональный интеллект 9

В статье проанализированы подходы к изучению эмоций и эмоционального интеллекта, а также особенности их взаимовлияния. Рассмотрены основные положения и модели, описывающие взаимодействие эмоциональной и интеллектуальной сфер.

Елена Саваневская, Анатолий Чумак

Перспективы применения электроэнцефалографии в традиционной физиологии 13

На примере вкусовой рецепции рассматриваются современные аспекты и перспективы применения технологий нейроимиджинга в исследованиях высших этапов сенсорных процессов.

Владимир Кульчицкий

Ученые и эмоции 16

Рассмотрена проблема формирования эмоций и их значимость для представителей научного сообщества.

ИННОВАЦИОННАЯ ЭКОНОМИКА

Александр Брасс

Планирование и маркетинг как функции управления персоналом научной организации 18

Рассмотрены важнейшие маркетинговые составляющие, необходимые для успешной деятельности научной организации.

ЦИФРОВАЯ ПЕРСПЕКТИВА

Владимир Савченко, Сергей Поддубко

Высокоавтоматизированные и беспилотные автомобили: основные тренды. Часть 1 26

Представлена глобальная тенденция роста уровня автоматизации транспортных средств, а также разработки Объединенного института машиностроения НАН Беларуси, направленные на создание отечественных систем помощи водителю, в частности, бортовой информационно-аналитической системы.

ОТКРЫТЫЕ ДВЕРИ

Ирина Емельянович

У истоков отечественной ветеринарии 33

Подборка материалов к 100-летию Института экспериментальной ветеринарии им. С.Н. Вышеселского НАН Беларуси.

ЛАБОРАТОРИЯ НАДЕЖД

Татьяна Жданович

Бесконечный магнетизм обновления 41

Очерк об Александре Серокуровой – лауреате премии для молодых ученых им. Ж. Алферова НАН Беларуси, о ее жизненном выборе, пути в науку, а также о том, почему чудеса – не фантастика.

НАУЧНЫЕ ГИПОТЕЗЫ

Виктор Саверченко

Релятивистские эффекты – основа космонавтики будущего..... 46

Рассмотрена проблема самодвижения, представлены гипотетические изолированные системы, которые способны изменять свои положение и импульс в пространстве без взаимодействия с внешними телами.

ИНФОЛИНИЯ

Юлия Василюшина

Хранитель царства флоры..... 52

Вопросы истории, сохранения и пополнения научного объекта, признанного национальным достоянием нашей страны – гербария Института экспериментальной ботаники НАН Беларуси затронуты в интервью со старшим научным сотрудником Института Аркадием Скуратовичем.

Людмила Маркова

Во имя качества 56

Статья посвящена 25-летней деятельности Испытательного центра Института порошковой металлургии им. академика О.В. Романа.

СПАДЧЫНА

Аляксей Капліў

Хуткая медыцынская дапамога ў Беларусі: гісторыя ўзнікнення..... 62

Разглядаецца становленне экстранай службы ў кантэксце гістарычных падзей ва Усходняй Еўропе і свеце, роля шэрагу выбітных асоб у яе стварэнні, а таксама рысы, якія захаваліся ў працы хуткай дапамогі нашай краіны і замежжа да цяперашняга часу.

ДИССЕРТАЦИОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Олег Панасюк, Эдуард Могилевец, Андрей Копыцкий

Прогнозирование исходов инфраингвинальных реваскуляризирующих операций у пациентов с заболеваниями артерий нижних конечностей 68

Представлены результаты исследования, направленного на разработку и валидацию прогностической модели исходов реваскуляризирующих операций ниже паховой связки. Показано, что предлагаемая модель позволяет с высокой степенью достоверности относить пациента к группе с возможными осложнениями.

Татьяна Артюх, Елена Сидорович, Оксана Островская

Влияние аминокислот и солей цинка на кинетику роста бактерий рода *Escherichia* и *Staphylococcus*..... 73

Показано, что ряд биологически активных веществ влияет на метаболическую активность бактерий. Это позволяет рассматривать данные вещества в качестве вспомогательных для повышения эффективности антибактериальных препаратов.



Генетические корреляты эмоционального реагирования



Поведение человека во многом определяется химическими процессами, происходящими в его организме в определенный момент времени. И большинство из них завязаны на присущих тому или другому индивиду разновидностях гормонов. О том, какими знаниями располагает современная наука об этих мощных биохимических «препаратах», способных управлять нашим настроением и душевным состоянием, рассказывает заведующий лабораторией нейрофизиологии Института физиологии НАН Беларуси, кандидат биологических наук, доцент Светлана ПАШКЕВИЧ.

– Название биологически активных веществ «гормоны» произошло от греческого слова, которое означает «приводить в движение», «побуждать». Выделяются гормоны в кровеносную систему организма человека в незначительных количествах (10–7–10–12 М) и доставляются с потоком крови практически ко всем тканям и клеткам. Однако воспринять и отреагировать на эти сигнальные молекулы могут только те структуры, которые имеют специальные воспринимающие устройства – рецепторы. Гормоны разделяют на жирорастворимые. Первые проникают через мембраны живых клеток, которые состоят в основном из липидов, а вторые нет. Рецепторы для жирорастворимых гормонов находятся внутри клетки, а для водорастворимых – на поверхности мембраны, поэтому они действуют снаружи и не влияют на генетический материал ядра клетки, а вот жирорастворимые могут вызывать изменения в генетическом аппарате, формировать память и обеспечивать синтез новых белковых молекул. Физиологическая активность гормонов проявляется в изменении обмена веществ, тонуса гладких мышц, поведения и др. Производят гормоны железистые образования

эндокринной системы: гипофиз, надпочечники, щитовидная и паращитовидные железы, эпифиз, тимус, поджелудочная железа, половые железы, а также органы и ткани, которые обладают функцией продукции гормонов: желудочно-кишечный тракт, плацента, почки, сердце, кровеносные сосуды и др. Участвуют в выработке гормонов и структуры экзокринных желез, обеспечивающих внешнюю выработку биологически активных веществ, молочные, потовые, слюнные железы, предстательная железа, печень и др.

Динамика выделения гормонов имеет ритмический или циклический характер. Благодаря этому и работают все наши физиологические системы слаженно и каждая в свое время, согласно очередности. Поэтому для поддержания работоспособности важно соблюдение не только суточных режимов питания, сна и бодрствования, активной деятельности и отдыха и т.д., но и учет возрастных особенностей становления и затухания функций. Гормоны действуют на генетический аппарат воспринимающей их клетки в следующей последовательности: гормон – ген – фермент. Поэтому при старении снижается не только выработка половых гормонов, но и количество рецепторов к ним, а также

систем активации-инактивации. Следовательно, и гормонозаместительная терапия для коррекции процессов старения не эффективна без применения факторов, повышающих количество специфических рецепторов в тканях-мишенях и органах-мишенях, регулирующих системы переносчиков и продукцию соответствующих ферментов. Все железы находятся в тесном взаимодействии с нервной системой, образуя общий механизм регуляции всех функций организма. Поэтому те, кто умеют стресс превращать в полезное приобретение нового опыта, меньше болеют.

– *Какие разновидности гормонов существуют и какую ответственность за здоровье несет каждый из них?*

– Значение гормонов особенно ярко проявляется при гипофункции или гиперфункции эндокринных желез. По химической структуре это и различные белковые молекулы (инсулин), и производные аминокислот (адреналин, тироксин), и стероиды (тестостерон), и производные арахидоновой кислоты (простагландины, эйкозаноиды). К хорошо известным белково-пептидным гормонам относятся гормоны поджелудочной железы: инсулин и глюкагон. Они регулируют уровень сахара в крови, а при нарушении их продукции развивается сахарный диабет. Важным гормоном гипофиза является гормон роста. При нарушении его выработки развивается гигантизм или карликовость, нарушения структуры костной ткани и др. Максимальное количество гормона роста производится в первые часы сна. Поэтому

и бессонница отрицательно влияет на многие функции организма. Гормон роста обеспечивает метаболические эффекты, синтез ДНК, РНК, белков и пептидов, регуляцию биологических ритмов, реакцию на стресс и физические нагрузки, выработку инсулина и аргинина, продукцию лептина. Такие липидные гормоны, как тестостерон и эстрогены, обеспечивают не только репродуктивные функции организма, но и ответы на стресс, доминантность, успешность и эмоциональную устойчивость.

Функционирование головного мозга зависит от гормонов, представленных аминокислотами, аминами и их производными – йодтиронинами, катехоламинами, дофамином, гистамином, серотонином, ацетилхолином. Фактически эти гормоны работают и как нейротрансмиттеры, и как гормоны. Например, если норадреналин и адреналин выделяются в мозге, то работают как нейромедиаторы, а если корой надпочечников – как гормоны. Можно косвенно с помощью тестов определить их уровень, поскольку синтез гормонов влияет на наше поведение. Например, тяга к жирной пище, бессонница, затруднения с дыханием, отсутствие желания к выполнению физических нагрузок, проблемы с памятью, отсутствие оптимизма означают вероятность пониженного уровня ацетилхолина. Он необходим для умственной и творческой деятельности, способствует скорости реакций и мышления, хорошей памяти, сосредоточению и коммуникационным способностям человека. Умеренные физические нагрузки

позволяют повысить уровень этого гормона и в мышечной ткани, и в головном мозге. Предшественник ацетилхолина – холин содержится в яйцах, мясе, морепродуктах, соевых и молочных продуктах.

Ночная потливость, короткий и прерывистый сон, невозможность выспаться и отдохнуть, раннее пробуждение, тяга к соленой пище, отсутствие желания выполнять утреннюю гимнастику, подавленное настроение, угрюмость и уныние сигнализируют о снижении уровня серотонина. Повышает его уровень созерцание прекрасного и легкие физические нагрузки. Картины, пейзажи, молодые и красивые люди, яркие цвета, приятная музыка. Поэтому чтобы почувствовать себя счастливым, повысить настроение и стать более стрессоустойчивым, необходимо посещать выставки, музеи, театры, кино, кафе и рестораны, путешествовать. Серотонин – гормон нашего социального общения, поэтому позитивные люди могут не быть суперпрофессионалами, но всегда нужны для гармонии в коллективе и повышения уровня гормона счастья в мозге тех, кто с ними общается. Продукты, которые содержат предшественник серотонина – триптофан: яйца, сыр, рыба,



орехи, семечки, индейка, рис, овсянка, цельнозерновой хлеб.

Когда есть повышенная тяга к сладкому, снижено половое влечение, постоянное желание спать, особая тяга к алкоголю и кофе, лишний вес, то, скорее всего, низок уровень дофамина. Этот гормон вырабатывается в мозге и обеспечивает наше удовлетворение жизнью и ее большими и маленькими радостями: сексом, творческим подъемом и желанием трудиться. Физическая активность, спорт, хороший сон, благотворительность и бескорыстная работа на благо общества, например участие в субботниках, повышают синтез этого гормона. Предшественник дофамина – L-тирозин содержится в яйцах, сырах, мясе, печени, орехах, авокадо.

При ощущении неуверенности в своих силах, частых болях головы или спины, одышке, учащенном сердцебиении, головокружениях, тяге к сладкому и к перееданию, утренней усталости и нервозности полагают, что необходимо обратить внимание на сниженный уровень гамма-аминомасляной кислоты. Ее недостаток регистрируют при повышении дофамина, особенно когда люди забывают о необходимости вовремя отдохнуть, своевременно взять отпуск. Так, трудоголизм, особенно в интеллектуальной сфере, приводит к расходу запаса гамма-аминомасляной кислоты. Поднимают ее уровень тренировки внимания и любознательность, прием витамина B6, а также зверобой, зеленый чай, чай из кипрея и др.

– Как взаимосвязаны эмоции и гормоны в организме?

– Первопричиной нашего поведения является потребность в чем-то. Отсутствие желаний свидетельствует либо о развитии заболеваний в организме, либо о затухании выработки гормонов, которые и побуждают к действиям. Целенаправленное поведение формирует мотивации, то есть стремление удовлетворить возникающие потребности. Повышается наша ориентировочно-двигательная активность. Например, возникает желание пройтись по магазинам и что-то купить. Поисковая активность обостряет наши сенсорные системы, обеспечивая тонус симпатической нервной системы. Повышается частота дыхания, пульса в предвкушении достижения желаемого, улучшается память, изменяются показатели электроэнцефалограммы, и возникают субъективные переживания, которые и называют эмоциями. По длительности и интенсивности они характеризуют настроение, страсть, аффект. Русский ученый П.К. Анохин отмечал, что эмоции связаны с появлением потребности и ее удовлетворением и бывают положительные и отрицательные. При первых повышается тонус парасимпатического отдела, при вторых – симпатического, то есть сознательно контролировать эмоции практически невозможно. Психосоматические заболевания считают следствием неотрагированных эмоций. Эмоциональный фон каждого человека зависит от типа высшей нервной деятельности. Сангвиники, оптимисты, и меланхолики, пессимисты по-разному воспринимают и эмоционально реагируют на одни и те же ситуации. Поэтому по соотношению гор-

монального уровня и особенностей регуляции функций выделяют разные психотипы людей.

Поскольку можно определить эмоции, обеспечивающие мобилизацию энергетических ресурсов или выявляющие отсутствие энергетического резерва, то возможности для их контроля все же есть. Эмоциями можно и следует управлять, например, изменяя двигательную активность. Во всем мире аэробные физические нагрузки, общение и азарт во время спортивных игр, при проведении спартакиад считают важной составляющей улучшения эмоциональной удовлетворенности сотрудников в любом коллективе.

– Какие нейрохимические вещества делают людей счастливыми и, наоборот, несчастными?

– Полагают, что за положительные эмоции отвечают структуры головного мозга, включающие латеральный гипоталамус, перегородку, медиальный переднемозговой пучок, левое полушарие, а за отрицательные – медиальный гипоталамус, миндалина, правое полушарие. Природные гормоны и нейромедиаторы, которые обеспечивают позитивное субъективное восприятие происходящего, такие как эндогенные опиаты (эндорфины, энкефалины), норадреналин, дофамин, серотонин, как правило, имеют природные или синтетические аналоги, запрещенные к распространению на законодательном уровне. Но можно ли испытывать бесконечное счастье? Вопрос интересен, учитывая, что участились случаи привлечения буддистских мона-

хов, практикующих нирвану, за хранение и распространение наркотических средств. Кроме того, приближаясь к бесконечному блаженству, мы снижаем адаптивные ресурсы организма, становимся уязвимыми к экстремальным воздействиям окружающей среды, условия которой далеки от безопасных. Поэтому на страже нашей жизнеспособности стоят отрицательные эмоции. Они побуждают, как и гормоны, которые за них отвечают, обратить внимание на состояние здоровья и, например, пожаловаться врачу. Отрицательные эмоции обеспечивает выделение вещества Р, а состояние агрессии связывают с определенными соотношениями ацетилхолина и норадреналина.

– Как связаны гормоны с корой головного мозга?

– Самым ярким примером контроля эмоций является кора риды. В гипоталамусе есть центры ярости, которые могут запустить свою активность, увеличивая выброс адреналина и норадреналина, при предъявлении зрительного стимула – красной ткани. И только человек способен в ситуации крайней степени эмоционального возбуждения принимать решения и сохранять ясность рассудка. Иногда сила побеждает разум, но подобные бои демонстрируют преимущества неокортекса (новой коры), наиболее развитого у людей. Возможность контролировать выработку гормонов впервые доказал русский ученый Н.А. Миславский, изучавший нервную регуляцию деятельности желез внутренней секреции. Он открыл нерв, усиливающий секрецию

гормона щитовидной железы. Позднее И.П. Павлов и его ученики продемонстрировали регулирующее значение коры больших полушарий головного мозга в процессах выработки гормонов. Они объяснили, как у собаки на основе безусловного пищевого рефлекса сформировать условный – выделение гормонов, отвечающих за пищеварение в ответ не на вид и запах еды, а на включение лампочки в помещении, где она находится. Благодаря этим исследованиям мы стали понимать необходимость строго следовать режиму питания. Ведь неконтролируемые приемы пищи не позволяют в полной мере выделяться пищеварительным гормонам и ферментам, соответственно, еда усваивается хуже, и отсюда недостаточная выработка гормонов счастья, удовольствия.

– Может ли человек научиться управлять своим гормональным арсеналом и избежать плохого настроения, тревоги или депрессии?

– Для управления эмоциональным состоянием важны занятия физическими упражнениями и дыхательная гимнастика. Снижение частоты дыхания и увеличение его глубины позволяют гармонизировать тонус симпатической (переживания) и парасимпатической (спокойствие) нервной системы. Знание биологических ритмов выделения гормонов позволяет оптимально составить режим труда и отдыха. Выделение на решение сложных проблем не более 45–60 минут и на перерыв 10–15 минут позволит сохранить уровень гормонов, обеспечивающих концентрацию внимания.

Вовремя лечь спать – значит не просто отдохнуть, а обеспечить организм гормонами, необходимыми для противостояния стрессу и экстремальным факторам во время бодрствования, а также гормонами, позволяющими сохранить молодость тела и ясность ума. Общение с любимыми людьми и постоянный спутник жизни регулируют циклы половых гормонов, которые формируют основу для выработки гормонов счастья и долголетия. Плохое настроение, тревога и депрессия часто развиваются вследствие отсутствия возможности контролировать происходящие события. И лучше справляются те, кто имеет что-то стабильное в своей жизни. Без стабильных циклов (сон – бодрствование, прием пищи, ритм сексуальной жизни, труд – отдых, работа – отпуск и т.п.) гормоны не могут нормально вырабатываться и в полной мере оказывать свое физиологическое действие.

Советский психолог и физиолог П.В. Симонов выдвинул информационную теорию эмоций, согласно которой недостаток информации для достижения цели формирует отрицательную эмоцию, а достаточность – положительную. Формула эмоций выглядит так: $\mathcal{E} = \Pi(\mathcal{H}-\mathcal{C})$, где $\mathcal{E}$ – эмоция, Π – потребность, $\mathcal{H}$ – необходимая информация для действий, $\mathcal{C}$ – средства, имеющиеся в распоряжении человека. Если средств больше, чем нужной информации, эмоция будет положительной, если наоборот – отрицательной. Однако в настоящее время избыток информации скорее приводит к обратному.

По мнению Г.И. Косицкого, поскольку для достижения цели необходима не только

информация, но время и энергия, эмоциональное напряжение будет возрастать при недостатке средств для достижения цели. Для определения силы и стадий эмоционального напряжения он предложил формулу: $CH = Ц (ИнВнЭн - ИсВсЭс)$, где CH – степень эмоционального напряжения, $Ц$ – цель, $ИнВнЭн$ – информация, время и энергия, необходимые человеку для достижения цели, $ИсВсЭс$ – информация, время и энергия, которые в данный момент присутствуют у человека. Ученый соответственно определил и стадии эмоционального напряжения: первая – внимание, мобилизация, активность; вторая – стенические отрицательные эмоции, имеющие резерв; третья – астенические отрицательные эмоции без резервов; четвертая – невроз. Таких формул в настоящее время предложено множество, с их помощью можно попытаться уточнить степень эмоционального напряжения, и, вероятно, кому-то благодаря этому удалось излечить психосоматические заболевания. Омиксные технологии и поведенческая нейрогенетика, которые активно развиваются в настоящее время, позволяют предполагать наличие определенных генетических коррелятов нашего эмоционального реагирования в критических ситуациях и выявлять предпосылки к формированию особого гормонального статуса лиц, склонных к выполнению особо опасных работ или быстрому принятию решений в чрезвычайных ситуациях.

– Создает ли жизненный опыт новые нейронные связи?

– Одна из отличительных особенностей нервной ткани состоит в постоянном формировании и разрушении новых связей. Сокращение существующих и создание новых контактов между нейронами, метаболические изменения в клетках и продукция биологически активных веществ являются основами пластичности головного мозга. Это обеспечивает нашу адаптацию к изменяющимся условиям окружающей среды, направлено на формирование памяти, ее хранение и передачу потомкам, а также позволяет восстанавливать или компенсировать утраченные функции. Динамичный мир нервных клеток завораживает своей неопределенностью и строгой закономерностью. Закрепление успешных реализаций своих потребностей вознаграждается выработкой гормонов, обеспечивающих приподнятое настроение, позитивные эмоции. Например, для беременной женщины уже на третьей неделе после момента зачатия важно полноценно и разнообразно питаться и заряжаться приятными впечатлениями. Начиная с этого времени активно формируется нервная система малыша. Познавательная и умеренная физическая активность мамы способствует выработке гормонов, которые правильно создают связи между нейронами. Пищевое поведение, которое формируется по мере роста и взросления организма, сложно изменить, поскольку особенности становления пищевых рефлексов – привычек – передаются генетически. Но благодаря нейрогенезу они могут быть скорректированы при образовании новых нейронов и новых

связей между ними. Для этого необходимы не только ресурсы и время, но и хорошая основа. В утробе матери также происходит и формирование психотипа человека, что, в отличие от пищевых привычек, изменить практически невозможно.

Для образования новых связей между нервными клетками важным фактором является освоение новых навыков (шить, вязать, готовить и пробовать разные блюда, рубить дрова, строить дом), повышение профессионального уровня, путешествия, изучение иностранных языков, обучение пению, танцам, игре на музыкальных инструментах, рисованию и многое другое. Особенно полезно узнавать историю своей страны и своих предков. Это позволяет активировать в нас те связи между нейронами, которые потенциально есть, но не работают. Когда мы смотрим в глаза своим предкам на картинах и фотографиях, когда видим те же черты лица и фигуру, что и у нас, включаются наши нейроны памяти. Мы даже можем увидеть сны и представить события, которые они пережили. Поэтому не только формирование новых связей и постижение новых знаний, но и правильное воспитание детей является залогом развития здорового общества, в котором мы живем. Благодаря формированию хорошего окружения, порядку и стабильности можно минимизировать воздействие экстремальных факторов, что и обеспечит позитивные эмоции и хорошее настроение для всех доброжелательных людей в мире. ■

Ирина ЕМЕЛЬЯНОВИЧ

ЭМОЦИИ И ЭМОЦИОНАЛЬНЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ

Эмоции играют важную роль в жизни людей, и прежде всего – в формировании и определении их поведения. Именно поэтому они притягивали внимание многих поколений ученых различных направлений и до сих пор остаются объектом исследований психологов, философов, физиологов, нейропсихологов, психоаналитиков, лингвистов, социологов. Уже сам термин «эмоция» (от латинского слова «movere» – двигать) точно характеризует ее сущность, поскольку они являются движущей силой, заставляющей человека развиваться и идти вперед. Без них его жизнь была бы скучной, монотонной, в ней превалировали бы прагматизм и рациональность, основанные на жесткой логике.

Наиболее полно эмоции описаны психологической наукой, которая дает представление об их влиянии на человека и его жизнедеятельность, об источниках возникновения, эмоциональных процессах, классификациях.

На данный момент существует около сотни различных научных определений и десятки классификаций, а также ряд теорий относительно этого феномена. И все они трактуют эмоции по-разному. Тем не менее в них, в той или иной степени, содержится тезис, касающийся главной функции эмоций – реактивного регулирования, которая позволяет человеку лучше понимать себя и других, судить об их состояниях, поступках, самонастраиваться на совместную деятельность и конструктивное общение. Кроме того, специалисты сходятся во мнении, что существуют различные формы эмоций, например базовые (положительные и отрицательные), имеющие эволюционное и биологическое начало и определяемые им, включающие когнитивные компоненты и др. В этой связи интересен факт, что люди, принадлежащие к разным культурам, способны безошибочно воспринимать и оценивать выражения человеческого лица, определять по нему разные эмоциональные состояния, такие как радость, гнев, печаль, страх, отвращение, удивление и др. Вместе с тем примерно 10% людей физически не способны распознавать свои эмоции, различать их. Это качество, которое иногда называют эмоциональной глухотой или бесчувственностью, получившей

название алекситимия (от греч. a-lexis-thymos – нет слов для чувств), ученые рассматривают как личностную характеристику, а не психическое заболевание.

Классификация эмоций

Исследователи неоднократно пытались классифицировать эмоции. Больше других в этом деле преуспел американский психолог Роберт Плутчик, разработавший адаптационную (или психоэволюционную) модель эмоций. Он многие годы изучал их природу, эволюционные предпосылки и механизмы, особенности, причины защитных психических реакций, а также психодиагностические детали человеческих типов и в результате представил миру «колесо эмоций», где обозначил и связал вместе разные виды человеческих переживаний. В центр колеса он поместил аффекты (быстро возникающие, кратковременные эмоции, как правило, не имеющие сознательного контроля за действиями). К базовым Плутчик отнес радость, доверие, страх, удивление, грусть, недовольство, злость, ожидание (рис. 1).

Откуда берутся эмоции?

Еще в середине прошлого века американский нейрофизиолог П. МакЛейнон пришел

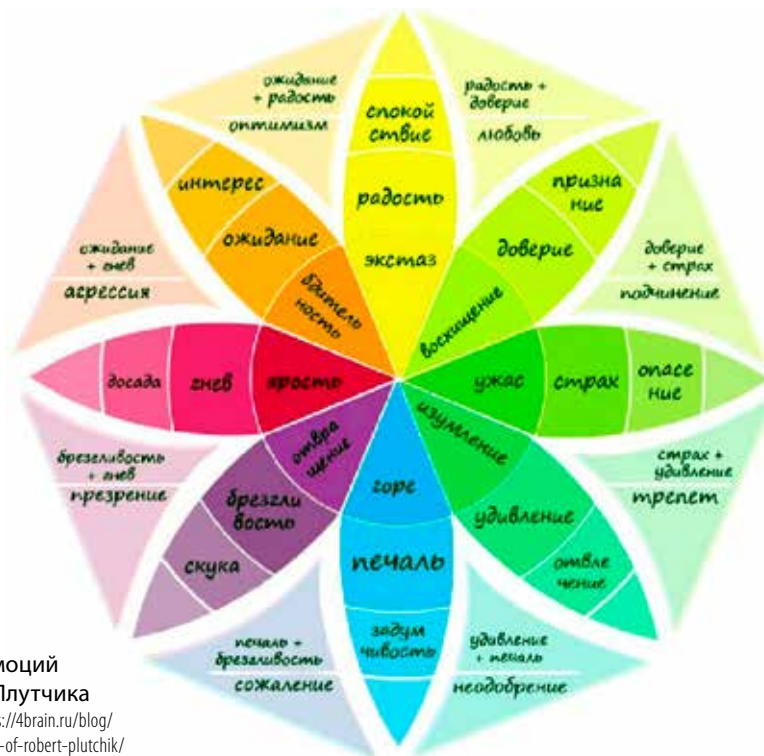


Рис. 1.
Колесо эмоций
Роберта Плутчика
Источник: <https://4brain.ru/blog/emotion-theory-of-robert-plutchik/>

к выводу, что эмоции возникают в специальных структурах мозга, которые он назвал лимбическими структурами. Имеющиеся сегодня исследования показывают, что эмоции генерируются синхронизацией нейронных сетей по всему человеческому мозгу, включая зрительные и слуховые области, затылочную и височную часть, где обрабатывается поступающая информация, а также теменную долю. Именно в них возникает эмоциональное возбуждение, которое потом распространяется на самые разные отделы центральной нервной системы и по всему организму. То есть не существует единой области мозга, в которой обрабатываются положительные или отрицательные эмоции. Считается, что негативные эмоции, такие как стресс, страх, отвращение, боль, обычно связаны с гораздо более глубокими его структурами, такими как миндалины (небольшая парная

структура, по форме и размерам напоминающая миндальный орех, а по объему варьирующая от 1,24 до 1,68 см³), которые составляют важную часть «системы опасности», обеспечивающие поведенческий и нейроэндокринный ответ организма на них.

Если в центре внимания психологов стоит психика человека, то у социологов – социальные отношения. По их мнению, эмоции не возникают произвольно, это всегда реакция на окружающую среду. Своими изысканиями ученые проливают свет на генезис общественных трансформаций, психические реакции людей и их влияние на определенные исторические, социальные контексты. Есть даже дисциплина «Социология эмоций»; авторы, разрабатывающие ее, говорят о том, что институциональная организация общественной жизни играет важную роль в определении человеческих эмоций, ди-

тует правила эмоциональных реакций, снабжает методами их управления и даже обязывает эмоционально трудиться.

Эмоции и мышление

Среди существующих теорий есть те, которые рассматривают эмоции как особый вид знаний. Еще в середине прошлого века американские психологи С. Шехтер и Дж. Сингер выдвинули гипотезу о том, что познание – это компонент эмоций, а их соотечественник, психолог Р. Клинерт предположил, что индивидуум осмысливает происходящие события в том числе и с помощью эмоциональной информации, полученной от других.

Впрочем, интерес к проблеме взаимодействия эмоций и мышления занимал умы исследователей не одного поколения. Родоначальник рационализма математик Р. Декарт видел в эмоциях особый тип страстей, философ Д. Юм допускал влияние эмоций на ту часть мышления, которая связана с самосознанием, а Б. Спиноза считал аффекты мотивами поступков. Не обошел вниманием эту тему и великий мыслитель XVIII в. Ж.-Ж. Руссо, который писал, что обучение будет затруднено, если оно базируется исключительно на логических постулатах, ибо в деле познания человек идет за эмоциями. На взаимное влияние мышления и эмоций указывал и английский натуралист Ч. Дарвин. Уже в начале XX ст. психолог Г. Майер в книге «Психология эмоционального мышления» предложил классификацию видов мышления, выделив логическое, эмоциональное и волевое. Проблемой эмоций и контроля над ними

занимался основатель психоанализа З. Фрейд. Но именно психолог Э. Торндайк в 1920-х гг. впервые представил концепцию социального интеллекта как способность людей взаимодействовать и поддерживать отношения с другими. В 1940-х гг. еще один исследователь – Д. Векслер высказался о существовании эмоциональных способностей и предположил, что различные компоненты интеллекта могут играть важную роль в том, насколько успешны люди в жизни. Он разделил способности человека на «интеллектуальные» и «неинтеллектуальные», к числу последних отнес аффективные, личностные и социальные и заключил, что именно «неинтеллектуальные» являются ключевыми при предсказании жизненного успеха человека.

К середине прошлого века сформировалась школа, известная как гуманистическая психология, основателем которой выступил психолог А. Маслоу, считавший, что люди могут развивать свою эмоциональную силу. Автором еще одной концепции, выдвинутой в середине 1970-х гг., был психолог Г. Гарднер, представивший миру идею множественного интеллекта. В 1983 г. он опубликовал книгу «Структура разума: теория множественного интеллекта», в которой описал семь моделей интеллекта, а спустя несколько лет добавил еще две (рис. 2). Несмотря на то, что понятие «множественный интеллект» не стало доказанным научным фактом, оно приобрело невероятную популярность, и прежде всего потому, что указывало на способность человеческого интеллекта развиваться в самых разных направлениях.

Хотя в природе не существует таких четких различий интеллекта, которые описал Г. Гарднер, они проливают свет на научные вопросы и затрагивают практические проблемы.

Возникновение эмоционального интеллекта

Понятие «интеллект» берет начало еще с античных времен. Греческие философы использовали его для обозначения процессов мышления и запоминания информации. В научной терминологии этот термин впервые был применен в 1985 г. ученым У. Пейном. Спустя 5 лет психологи П. Саловей и Дж. Майер, развивая теорию Г. Гарднера, создали модель эмоционального интеллекта, основанную на восприятии и регулировании собственных чувств. В статье «Эмоциональный интеллект» они определили его как «способность отслеживать свои собственные и чужие

чувства и эмоции, различать их и использовать эту информацию для управления своим мышлением и действиями». Однако интерес к этим работам проявляли только профессионалы. Но после выхода в свет в 1995 г. книги американского психолога Д. Гоулмана «Эмоциональный интеллект: почему он может иметь большее значение, чем IQ», в которой он систематизировал свои взгляды на природу и составляющие этого понятия, его теория приобрела известность и в широких кругах. Исследователь отмечал, что 67% всех умений и навыков, необходимых для успешной карьеры, связаны с уровнем эмоционального интеллекта.

Научные представления о нем значительно обогатила белорусская психолог И.Н. Андреева. С ее точки зрения, эмоциональный интеллект есть не что иное, как совокупность ментальных способностей к идентификации, пониманию и управлению эмоциями. Существует еще ряд определений



Рис. 2. Типы интеллекта по Гарднеру

Источник:
<https://www.philipchircop.com/post/119040371223/multiple-intelligences-howard-gardner-of-harvard>

данного феномена, описывающего его как категорию в структуре интеллектуальной и эмоционально-волевой сферы личности, определяющей ее успешность в работе и взаимоотношениях с окружающими; как внутренний ресурс эмоциональной регуляции человека, позволяющий ему управлять своим поведением, держать эмоции под контролем.

По мнению психологов, признаками эмоционального интеллекта являются: самоосознание своих сильных сторон и ограничений, способность принимать изменения, прощать ошибки и обиды, сопереживать, понимать чувства других, брать на себя ответственность, умение коммуницировать, адекватно реагировать на конфликты, управлять эмоциями в самых разных ситуациях.

Сегодня эмоциональный интеллект приобрел свои количественные оценки, для чего используются тесты, позволяющие измерить его степень. Среди них – тест Майера-Саловея-Карузо (MSCEIT), названный в честь разработчиков, где основное внимание уделяется тому, как человек воспринимает эмоциональную информацию, понимает эмоции и справляется с ними.

Компоненты эмоционального интеллекта

Исследователи считают, что эмоциональный интеллект совмещает в себе личностный, межличностный и социальный компоненты и имеет четыре различных уровня – эмоциональное восприятие, способность рассуждать, используя

эмоции, понимать и управлять ими. Свою модель эмоционального интеллекта представили психологи Д. Гоулман, Р. Бояцис и Э. Макки в книге «Эмоциональное лидерство: искусство управления людьми на основе эмоционального интеллекта». Согласно ей, личностные и социальные навыки делятся на четыре основные категории. Первые две – самоосознание и самоконтроль – касаются личных компетенций, в частности умения распознавать собственные чувства и разумно управлять ими. Две другие – социальные навыки и умение строить взаимоотношения с другими – относятся к социальным компетенциям. Исходя из этой модели, каждая категория состоит из набора поведенческих паттернов, которые человек способен развивать на протяжении всей своей жизни. По мнению исследователей, эти составляющие эмоционального интеллекта тесно взаимосвязаны между собой и представляют цельную систему, с помощью которой складывается портрет эмоционально развитого человека. То есть эмоциональный интеллект проливает свет как на процесс мышления и эмоции, так и на то, как он влияет на поведение человека и его взаимодействие с окружающими. Его можно охарактеризовать как способ бытия, который сочетает разумное использование собственных эмоций, направленных на достижение максимальной эффективности в личностном плане, и успешное выстраивание межличностных отношений.

Исследования эмоций и эмоционального интеллекта продолжают. Ученые активно рабо-

тают над постижением различных механизмов эмоциональных процессов. Они сталкиваются с рядом проблем, таких, например, как генетическая предрасположенность к эмоциональным состояниям, стремятся понять, как взаимосвязаны эмоции и познание, которые, как считается, сохраняют различные функции, когда они интегрируются или смешиваются в разные периоды развития личности, ищут способы предотвращения деструктивных и неадекватных поступков людей и поддержки конструктивных и творческих. ■

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. The alexithymia construct: Conceptualization, validation, and relationship with basic dimensions of personality // <https://psycnet.apa.org/record/1995-09613-001>.
2. Страх и ненависть в миндалине: как возникает агрессия? // <https://biomolecula.ru/articles/strakhi-nenavist-v-mindaline-kak-voznikaet-agressia>.
3. Дебера О.З. Эмоциональный интеллект и его взаимосвязь со стилями поведения и достижениями в профессиональной деятельности // <https://bulletin-psysoc.kaznu.kz>.
4. Гарднер Г. Структура разума: теория множественного интеллекта // <https://www.livelib.ru/review/474887-struktura-razuma-teoriya-mnozhestvennogo-intellekta-govard-gardner>.
5. Никулина И.В. Эмоциональный интеллект: инструменты развития: учебное пособие // http://repo.ssau.ru/bitstream/Uchebnye-izdaniya/Emocionalnyi-intellekt-instrumenty-razvitiya-99069/1/978-5-7883-1778-6_2022.pdf.
6. И.Н. Андреева. Эмоциональный интеллект: исследование феномена // Вопросы психологии. 2006. №3. С. 78–86.
7. Мещерякова И.Н. Развитие эмоционального интеллекта у студентов-психологов в процессе обучения в вузе: автореферат дисс. ... канд. психол. наук / И.Н. Мещерякова. – Курск, 2011.
8. Киселева Т.С. Эмоциональный интеллект как жизненный ресурс и его развитие у взрослых: автореферат дисс. ... канд. психол. наук / Т.С. Киселева. – М., 2015.
9. Гоулман Д., Бояцис Р., Макки Э. Эмоциональное лидерство: Искусство управления людьми на основе эмоционального интеллекта. – М., 2005.
10. Люсин Д.В. Современные взгляды на эмоциональный интеллект. Социальный интеллект: теория, измерение, исследование // <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042813014341#bib0020>.

Тамара ЧЕРНЫШЕВА

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАФИИ В ТРАДИЦИОННОЙ ФИЗИОЛОГИИ



Елена Саваневская,
старший преподаватель
кафедры физиологии
человека и животных
БГУ, младший научный
сотрудник НИЛ физиологии
биологического
факультета БГУ



Анатолий Чумак,
заведующий кафедрой
физиологии человека
и животных БГУ, доктор
биологических наук,
профессор

Стремительная и глубокая компьютеризация всех аспектов человеческой деятельности не обошла набор технических средств, применяемых для оценки работы мозга. Среди современных нейроимиджинговых методов исследования живого мозга электроэнцефалография (ЭЭГ) занимает ведущее место прежде всего благодаря уже имеющимся наработкам, а также оснащению аппаратов современными производительными компьютерами. Такое оборудование широко используется в клинике для диагностики неврологических и психических расстройств, однако возможности, которые открывают современные электроэнцефалографы-полиграфы в физиологии мозга, не исчерпываются медицинскими целями. Ведь выявление свойств самой загадочной структуры живого организма связано с задачами психологии, лингвистики и даже науки о питании – нутрициологии, поскольку формирование аппетита у людей затрагивает многие аспекты жизни общества. Благодаря новой методологии удалось приблизиться к решению давно сформулиро-

ванных проблем нейрофизиологии, в том числе касающихся таких фундаментальных понятий, как ощущение, внимание, сознание, мышление, память. Выяснилось, что осознаваемые и неосознаваемые процессы в организме широко взаимодействуют между собой. Пример – языковая грамматика, в процессе речи требующая вовлечения не только коры большого мозга, как было понятно ученым и в прошлые десятилетия, но и лимбической системы, ответственной, казалось бы, за поддержание процессов жизнедеятельности. В ней обнаружены эмоциональные подсистемы, от которых зависит поведение, в том числе appetitive.

При оценке вкуса различных веществ и реализации программ пищевого поведения афферентным (чувствительным) аппаратам нервной системы отведена ключевая роль. Давно известно, что в смешанных по составу нервных стволах (а других практически нет в организме) чувствительные волокна преобладают. Не исключение и те ветви, которые связывают язык и структуры серого вещества мозга, включая самые высшие его отделы.

Несмотря на то, что именно развитая кора больших полушарий отличает человека от других млекопитающих, высшие психические функции – не единственное преимущество, предоставляемое нам неокортексом. Осуществление функций высшей нервной деятельности происходит исключительно на основе информации о состоянии внешней среды. В 1970 г. академик П.К. Анохин предложил схему целенаправленного поведенческого акта, который, по его мнению, вне зависимости от степени сложности, начинается со стадии так называемого афферентного синтеза. Под этим понималось, что до начала действия в структурах головного мозга протекают процессы аккумуляции и синтеза всех сигналов из внешнего мира. В свою очередь, преобразование энергии внешних раздражителей в нервный код и передача его в структуры ЦНС, венцом которой является кора большого мозга, – задача сенсорных систем.

Условия для создания и реализации программы действий создаются только в результате интеграции афферентных возбуждений, поступающих по всем активируемым сенсорным каналам. Таким образом, в тот момент, когда обедающий человек, желающий приправить свою порцию супа перцем, ищет его среди столовых приборов, обоняет аппетитный запах блюда, в коре его мозга реализуется сложнейшая программа межнейронных электрохимических коммуникаций.

Как происходит восприятие и оценка сенсорных сигналов? Эволюционным приспособлением для высокоспецифического восприятия раздражителей различных сенсорных модальностей являются рецепторные аппараты. Они, подобно переводчикам, обеспечивают трансформацию энергии раздражителя из той физической формы, которая свойственна ему во внешней среде, в форму разности мембранных потенциалов воспринимающих клеток, которые либо сами являются нейронами (такой рецептор – первично чувствующий), либо находятся с ними в непосредственном контакте. Например, после попадания в ротовую полость разнообразные молекулярные составляющие красного или черного перца осуществляют лиганд-рецепторное взаимодействие с мембранными рецепторами вкусовых чувствительных клеток языка. Среди таких молекул-рецепторов открыты сенсоры глюкозы, соли, кислоты, горечи и аминокислот. Чувствительные клетки, в мембранах которых идентифицированы эти молекулярные сенсоры, бывают разными, функции их до конца не определены. Одни

из них ответственны за специфическое распознавание молекул пищи, другие – за трансформацию химического сигнала в электрический импульс, третьи – за передачу его на мембраны чувствительных нейронов. Так происходит уже достаточно хорошо изученный процесс генерации сигнала в рецепторном отделе вкусового анализатора.

При всей сложности молекулярных процессов, приводящих к распознаванию и специфическому связыванию вкусовых агентов в ротовой полости, процесс формирования вкусового ощущения протекает далеко за пределами полости рта. Покинув ее и перемещаясь по множеству отростков чувствительных клеток, нервный импульс от рецепторов поступает в структуры центральной нервной системы. Его путь протекает через множество стволовых и подкорковых структур и завершается в коре больших полушарий, где и формируется вкусовое ощущение. И именно этот момент является белым пятном в современной физиологии.

Трудность исследования любого центрального процесса заключается в том, что проследить путь нервного сигнала на этапе, когда он покидает аксоны афферентных нейронов и распространяется по многим нейронам, осуществляющим даже начальные этапы обработки сигнала, довольно проблематично. Современные электрофизиологические методы позволяют лишь косвенно судить об этом по суммарной электрической активности мозга в тех анатомических областях, в которых предположительно располагаются нейроны, ответственные за обработку вкусовой информации. Тем не менее такие методы по своей информативной значимости сопоставимы с более дорогими и инвазивными, включая функциональную магнитно-резонансную томографию или позитронно-эмиссионную томографию, которые дают медленно развивающийся сигнал.

Более точно соотнести по времени стимул и реакцию позволяет высокоскоростной прием – электроэнцефалография. Он основан на отведении электрических потенциалов от поверхности волосистой части головы в сравнении их с потенциалами, отведенными от точки сравнения. Это позволяет вычлени из сигнала суммарную электрическую активность мозга. Разрешающая способность метода ниже, чем у томографии, однако ее можно повысить путем увеличения числа электродов на скальпе. Для ЭЭГ также разработана имиджинговая технология. Это так называемое спектральное картирование – выявление участка, характеризующегося наиболь-

шей мощностью спектра ЭЭГ. Под мощностью понимают показатель, получаемый после математической процедуры Фурье-преобразования первичного ЭЭГ-сигнала.

Пока не существует возможности идентифицировать в коре полушарий большого мозга цепочку синаптически связанных нейронов, по которой проходит импульс, поступающий от вкусовых рецепторов. Однако мы можем в форме электрического сигнала зафиксировать все многообразие импульсов, возникающих в коре больших полушарий в момент попадания в рот кусочка перца. Пусть это не позволит описать корковые механизмы, благодаря которым мы способны идентифицировать перец во рту, но путем подбора релевантных проб можно косвенно судить о принципиальных закономерностях корковой рецепции вкуса.

Одна из подобных закономерностей – неодинаковое расположение групп нейронов, ответственных за ощущение вкусов различных модальностей. Несмотря на то, что идея функционального картирования коры больших полушарий на фоне открытия явления нейропластичности, по-видимому, навсегда останется невоплощенной, стремление найти анатомические ориентиры многим функциональным доминантам мозговой активности побуждает ученых использовать имиджинговые технологии. Они позволяют точнее локализовать мозговую активацию, возникающую при вкусовой рецепции тех или иных продуктов питания, и сделать выводы относительно уровня функциональной дифференцированности нейроцитов вкусовой коры.

В качестве примера на рисунке представлены образцы частотного картирования спектров ЭЭГ, зарегистрированные с помощью аппаратно-программного комплекса «Нейрон-Спектр-4» (ООО «Нейрософт», РФ) в ходе «слепого» тестирования добровольцем разновидностей перца. Детали методики опущены, испытуемому при записи ЭЭГ-сигнала на язык помещался образец, после чего человек сообщал о вкусовом ощущении. Можно заметить, что его возникновение от разных пищевых форм жгучего перца (кашица из мякоти сочного образца и пряность, изготовленная из высушенных плодов) сопровождалось очевидным повышением мощ-

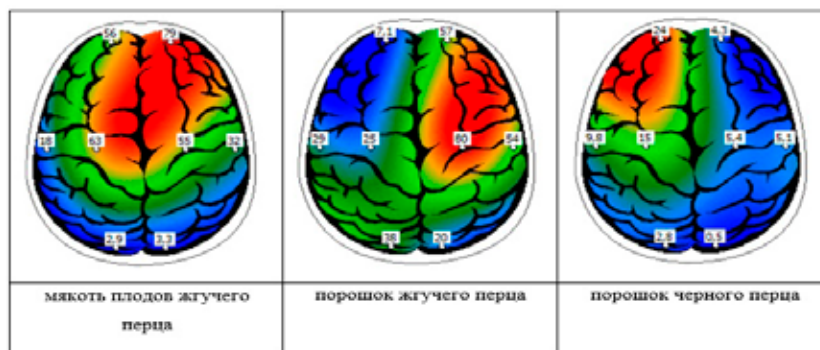


Рисунок. Результаты картирования спектральной мощности ЭЭГ при предъявлении порошка жгучего перца, мякоти плода перца рода *Capsicum* и порошка черного перца у отдельно взятого испытуемого. В белых квадратах на схемах – мощность бета-частот (мкВ²). Шкала цвета от синего к красному – возрастание мощности ЭЭГ

ности сигнала во фронтальной области скальпа справа, хотя расположение локуса и численные значения различались. В то же время тестирование испытуемым пряности черного перца приводило к локализации максимальной мощности с противоположной стороны. Таким образом, методика частотного картирования ЭЭГ позволяет косвенно судить о расположении нейронных сетей вкусового восприятия по локализации максимальной активности при органолептическом тестировании даже довольно схожих вкусов.

Специфично ли расположение нейронных сетей, ответственных за распознавание вкуса продуктов в коре большого мозга? Или он использует имеющиеся нейронные сети для анализа многих процессов? Скорее верно последнее предположение. По имеющимся данным, электрическая активность мозга при формировании речи усиливается в тех же частях коры, которые вовлечены в оценку жгучести перца.

В литературе появляются все новые публикации, связанные с результатами исследований функций мозга. Но до сих пор нет ясности, где и как локализованы и распределены его функции, как устроено сознание, внимание, откуда берутся осознаваемые умозаключения при восприятии сигналов, каковы пределы мощности мозга и приблизится ли в обозримом будущем к ней компьютер. Да и соотношение врожденного и приобретенного в мозге до сих пор не установлено, а ведь это главный мировоззренческий вопрос современной нейрофизиологии. ■

УЧЕНЫЕ И ЭМОЦИИ



Владимир Кульчицкий,
зам. директора по научной работе,
руководитель Центра мозга
Института физиологии НАН Беларуси,
академик

Тематика, отраженная в названии статьи, свидетельствует о том, что ученым не чужды эмоции. Проблема их формирования и значимость проявления чувств интенсивно изучаются. В электронном справочном издании PubMed (The National Center for Biotechnology Information) на 14 ноября 2022 г. на поисковый запрос по сочетанию слов «ученые и эмоции» обнаружено 1783 научные статьи в рецензируемых журналах. Они содержат новые гипотезы о механизмах формирования полярных эмоций, сведения о распространении феномена зависимости мнения граждан от социальных сетей, о неожиданных колебаниях эмоционального состояния людей и т.д. Обращаясь к императиву лидерства, постоянно присутствующему в разных человеческих сообществах, ученые находят различия между эмоциональной и психологической безопасностью конкретных персоналий, обсуждают стратегии, направленные на достижение желаемых состояний, и предлагают научные области, перспективные для дальнейших исследований этой сложной проблемы.

Поток информации из Интернета и всевозможных социальных сетей оказывает влияние на людей разных возрастных групп, вплоть до младенческого. В случае злоупотребления привычкой общения с другими посредством электронных ресурсов может перерасти в патологическую зависимость. Настроение человека,

характер эмоций во многом определяются полученными из цифровых устройств сведениями, а не впечатлениями от взаимодействия с реальным собеседником. Это явление ученые и клиницисты относят к так называемой поведенческой зависимости. У человека спонтанно возникают разнообразные отрицательные эмоции при попытке ограничить и тем более лишить его доступа к виртуальной среде. Одинаковые ли отделы мозга вовлечены в формирование эмоций в процессе общения с компьютером и с конкретным человеком? Ответ на этот вопрос актуален, так как будет способствовать разработке более адекватных форм восприятия информации как с точки зрения профилактики, так и терапии разных форм зависимостей.

В современных условиях в большинстве стран мира доминирует общение посредством компьютеризированных устройств, а не личное. В подобных условиях эмоциональная реакция человека становится редуцированной и однообразной. Гениальный физиолог Иван Михайлович Сеченов напоминал: «Смеется ли ребенок при виде игрушки, улыбается ли Гарибальди, когда его гонят за излишнюю любовь к родине, дрожит ли девушка при первой мысли о любви, создает ли Ньютон мировые законы и пишет их на бумаге – везде окончательным фактом является мышечное движение». Таким образным способом ученый выразил гениальную мысль о том, что любая эмоция находит отклик как в соматической, так и в висцеральной сфере человеческого организма. Эмоции отражают отношение человека к различным ситуациям и объектам и сопровождаются как особенностями внешнего поведения, так и перестройкой внутренней среды организма. Следовательно, и тягостные, и радостные переживания неизбежно проявятся в изменении мышечного тонуса, деятельности сердца, сдвиге уровня артериального давления, перистальтики кишечника, интенсивности слюноотделения и т.д. Кстати, при подготовке профессиональных разведчиков на этот аспект соматического и вегетативного реагирования человека обращают особое внимание для предотвращения ошибок в различных стрессовых ситуациях при выполнении специальных заданий.

Формирование эмоций обусловлено активностью лобных отделов головного мозга, нейронные сети которых связаны с лимбической системой, обеспечивающей связь нейронов коры и ствола мозга. Среди множества научных статей и моно-

графий по тематике эмоций доступно для большинства читателей изложен текст переведенной с английского языка и многократно переизданной книги ученых Э. Гельгорна и Дж. Луфборроу «Эмоции и эмоциональные расстройства. Нейрофизиологическое исследование», знакомство с которой будет полезным для читателей разного возраста. В этой монографии, как и во многих иных, изложены разные точки зрения на особенности проявления эмоций людьми разных профессий, пола, возраста и образования. Оставаться безучастным к различным событиям в личной и общественной жизни невозможно в силу присутствия в каждом человеке помимо разума также и эмоциональной составляющей. Николай Александрович Бердяев (автор оригинальной концепции философии свободы) отмечал, что тот, «кто вступил на путь творческий, путь гениальности, тот должен пожертвовать тихой пристанью в жизни, должен отказаться от своего домостроительства, от безопасного устройства своей личности».

В электронной библиотеке PubMed запрос от 10.10.2022 г. на сочетание слов «ученый меценат» (scientist patron) выдал 32 научные статьи, а на «ученый злодей» (scientist villain) – 19. Они посвящены анализу различных заболеваний и патологических процессов среди представителей сообщества ученых и политиков. К примеру, в некоторых материалах анализируются взаимные обвинения консерваторов и демократов США в постоянных заговорах. Авторы публикации исследуют взаимосвязь между людьми, уверенными в существовании 52 теорий заговора, и партийной принадлежностью предполагаемых заговорщиков.

Полярные эмоции человека, включая ученых и политиков, определяют доминирующее поведение в различных жизненных ситуациях. Особенно ярко проявляются как позитивные, так и негативные качества людей в экстремальных условиях. Известно, что Ньютон был чрезвычайно обидчив и злопамятен, а Бетховен часто устраивал скандалы, иногда с драками. Ассоциации и предположения о том, что гениальности сопутствует вспыльчивый характер индивида и причина тому – активация определенных систем медиаторов в его организме, находят подтверждение в ряде научных исследований и публикаций. Так, с помощью магнитно-резонансной спектроскопии ученые обнаружили в правой средней лобной извилине у 11-кратного чемпиона мира по умственным вычислениям более высо-

кий уровень глутамата и ГАМК в сравнении с четырьмя здоровыми контрольными испытуемыми. В мозге существуют тысячи разнообразных сигнальных молекул, которые ответственны за все многообразие эмоциональных и рациональных проявлений деятельности человека.

Для оценки умственных способностей разработаны разнообразные тесты, к примеру, тест Айзенка по оценке уровня интеллекта (IQ – intelligence quotient), обоснованный английским психологом Гансом Айзенком. Существует восемь различных вариантов данного теста, предназначенных именно для оценки интеллектуальных способностей, а не уровня знаний людей в возрасте от 18 до 60 лет. Кстати, коэффициент интеллекта не отражает нравственные особенности личности. В глубине височных областей головного мозга человека расположена миндалина, нейронные сети которой активируются и формируют ощущение опасности и даже страха, когда возникают угрозы для жизни. В крови при этом возрастает содержание адреналина, и в течение нескольких минут человек чувствует невероятный прилив энергии. Такая реакция сформировалась в процессе эволюции преимущественно для подготовки к физической агрессии, однако у нее есть и иные преимущества. Например, она повышает мотивацию и придает решимости. Но эти физиологические изменения полезны для конкретного субъекта только в том случае, если у него есть возможность дать выход своему гневу, например, накричав на собеседника.

Конечно, у ученых, и тем более у гениев, как и у всех людей, немало недостатков. Так, Аристотель отличался крайне консервативными (даже по тем временам) взглядами на отношения между мужчиной и женщиной, считая, что в семье жена должна быть практически на положении рабыни, вплоть до того, что она должна быть меньше мужа. Философ полагал, что женщины – это что-то вроде неполноценных мужчин, поэтому равенства полов по определению быть не может. Однако, к примеру, спартанки ничуть не были ущемлены в своих правах и участвовали в общественной жизни полиса наравне с мужчинами. Когда Горго, одну из спартанских цариц, спросили, почему в Спарте женщин так уважают, она с улыбкой ответила: «Потому что только спартанские женщины производят на свет настоящих мужчин». Этот и другие многочисленные примеры свидетельствуют о сложности и многогранности рассматриваемой темы. ■

Планирование и маркетинг как функции управления персоналом научной организации



Александр Брасс,
доцент кафедры
экономического
развития и менеджмента
Академии управления
при Президенте
Республики Беларусь,
кандидат экономических
наук, доцент

Теоретически потребность в персонале научной организации может определяться параметрами, характеризующими общий уровень ее развития. К их числу относятся существующий и прогнозируемый объем научных исследований, их направленность, востребованность, а также возможность получения инвестиций на деятельность учреждения в целом либо на реализацию конкретного проекта.

К сожалению, ни один из названных показателей в нашем динамичном мире не прогнозируется с высокой

точностью, поэтому использование различных математических моделей при планировании персонала научной организации весьма затруднительно из-за неполноты входной информации. Однако из этого не следует, что данным процессом заниматься не нужно. Его основой выступает кадровая политика, которая в явном (прописанном) или не явном виде существует всегда. В ней отражаются концептуальные вопросы взаимодействия учреждения и его сотрудников, а именно:

- *отношение к ним как к наемным работникам, которые должны выполнять предписанные им функции без проявления какой-либо инициативы, или как к полноценным партнерам, заинтересованным в результатах проводимых исследований и будущем учреждения не меньше, чем руководство;*
- *определение приоритетов при продвижении персонала, кому отдается предпочтение: собственным работникам или сторонним специалистам;*

- *постоянное вложение средств в обучение персонала, вне зависимости от наличия учебных степеней и званий, или экономия финансовых ресурсов организации на развитии исследователей с акцентом на самообразование;*
- *ориентация при мотивации кадров преимущественно на экономические вознаграждения или на сочетание материальных и нематериальных стимулов.*

Планирование персонала

Основными направлениями планирования персонала научной организации являются найм, развитие, использование, высвобождение кадров и затраты на их содержание.

Цель планирования набора персонала – привлечение в организацию в нужное время исследователей, не просто имеющих ученую степень и звание, но и способных и желающих проводить научные изыскания, равно как и стремящихся поддерживать с коллегами позитивные отно-

шения, то есть обладающих определенными профессиональными и мягкими компетенциями [2]. Данная цель определяет основные элементы планирования набора (рис. 1).

Планирование развития персонала предполагает разработку мероприятий, с помощью которых сотрудники научной организации готовятся к будущему. Исходными элементами этого процесса являются:

- *существующие у сотрудников профессиональные и мягкие компетенции;*
- *задачи, которые предстоит решать в перспективе;*
- *потребности личного роста исследователей, их стремление к формализованным подтверждениям научной квалификации (дипломы кандидатов и докторов наук, аттестаты доцентов и профессоров), желание соответствовать меняющимся требованиям.*

В планировании развития персонала можно выделить 2 основные составляющие: планирование образования [3] и карьеры, то есть обеспечение соответствия между потребностями сотрудников в научном, профессиональном и карьерном росте, их потенциальными возможностями и потребностями организации в кадрах, способных проводить перспективные научные исследования, доводить их до практического воплощения и коммерциализировать.

Наиболее важными аспектами планирования использования персонала научной организации являются: расстановка кадров и тайм-менеджмент (рис. 2).

Планирование расстановки персонала научной организации во многом определяется ее структурой. Если она традици-

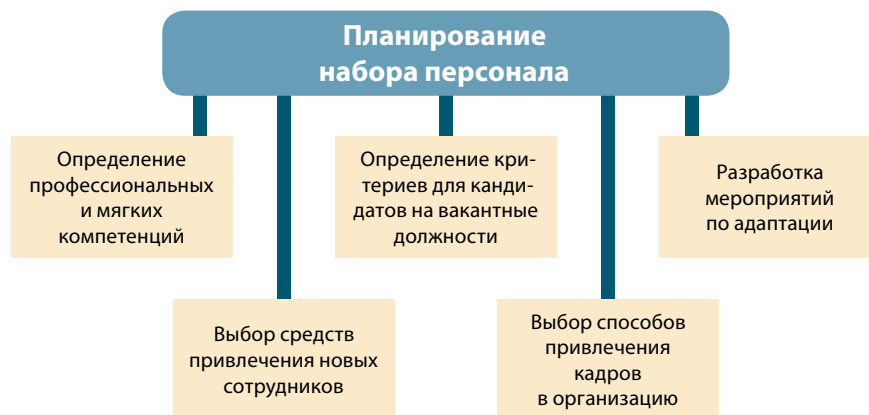


Рис. 1. Основные элементы планирования набора персонала

Источник: разработка автора

онная иерархическая (руководство организацией – руководство крупными отделениями – руководство лабораториями (отделами), то сотрудники выделяются в распоряжение научных подразделений; если же структура матричная, где каждое исследование – это проект, для реализации которого формируется команда, включающая ученых из разных научных секторов, то расстановка персонала – это формирование и поддержание работоспособности таких коллективов.

Тайминг использования индивидуального и группового (командного) рабочего времени включает в себя планирование:

- *режимов работы, в том числе с учетом необходимости ее организации в несколько смен;*
- *отпусков;*
- *участия сотрудников в различных образовательных программах и т.д.*

Необходимость планирования высвобождения персонала определяется тем, что финансирование для проведения тех или иных исследований может заканчиваться, а для других, где востребованы люди с тем же набором компетенций, открывается далеко не сразу. К тому же времена, когда выпускник вуза, попавший по распределению в академический

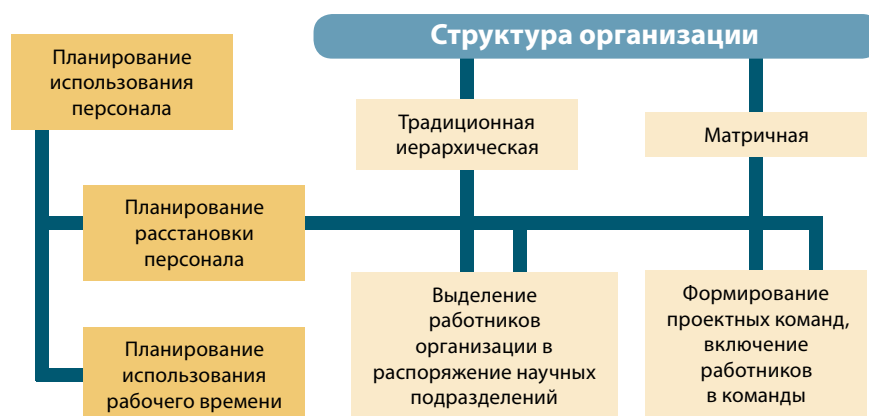


Рис. 2. Аспекты планирования использования персонала

Источник: разработка автора

или отраслевой институт, не демонстрируя особых успехов на научном поприще, мог работать в нем всю жизнь, безвозвратно уходя в прошлое. Сегодня финансирование конкретных исследований осуществляется в основном через фонды, за гранты которых нужно бороться. Поэтому жизнь современного ученого – это периодический кастинг, когда человек должен доказывать наличие у него необходимых знаний и навыков.

Поскольку проведение любого исследования рано или поздно заканчивается, возникает вопрос: что делать с сотрудниками, которых в текущий момент невозможно привлечь к другим научным изысканиям? В планировании высвобождения персонала можно выделить мероприятия, направленные на неумеление количества работников (например, путем прекращения принятия на работу в организацию новых сотрудников, запрещения внутреннего совместительства) или же на его снижение,

выделяя реактивное и опережающее высвобождение персонала.

Реактивное высвобождение – это самый негативный вариант, когда научная организация вынуждена в течение короткого промежутка времени избавиться от людей, невостребованных в данный момент. Обычно это порождает социальную напряженность в коллективе и свидетельствует о плохой кадровой работе.

Опережающее высвобождение основано на прогнозах потребности в исследователях. Оно использует такие средства, как альтернативное применение людей, естественное сокращение числа работников (выход на пенсию, увольнение из-за смены места жительства), и позволяет, своевременно сократив штат, избежать прямых увольнений, формируя таким образом своеобразный социальный буфер, упреждающий сложные ситуации. Поэтому на практике такой вариант более предпочтителен.

Затраты на персонал научных организаций, особенно гуманитарного профиля, – весьма зна-

чимая составная часть себестоимости проводимых исследований. Именно этим обусловлена необходимость планировать такие расходы, учитывая, что их основными статьями являются:

- основная и дополнительная заработная плата,
- социальные выплаты,
- налоговые вычеты,
- расходы на участие работников в научных мероприятиях и командировки,
- затраты на обучение,
- издержки, связанные с охраной и гуманизацией труда, приобретением спецодежды (если это необходимо).

Маркетинг персонала

С планированием персонала очень тесно связан его маркетинг, к пониманию которого в современной теории и практике управления человеческими ресурсами организации сформировалось два подхода.

Согласно первому – это определенная философия отношения со стороны учреждения к собственным работникам, воспринимаемым как клиент организации, взаимодействуя с которым она может разрешить некоторые свои проблемы, а сотрудник получает возможность удовлетворить собственные потребности и интересы.

Согласно второму подходу, маркетинг персонала – это практическая деятельность (функция) кадровой службы организации по привлечению специалистов, способных своим трудом создать потребительскую стоимость, обладающую большей меновой стоимостью, чем их рабочая сила. При этом существующий и потенциальный исследователь оценивается по следующим параметрам:



Рис. 3. Процесс маркетинга персонала
Источник: разработка автора

- профессионально-квалификационным, которые определяют соответствие его профильных и мягких компетенций существующим и будущим должностным обязанностям, нормам организационной культуры научного учреждения;
- психофизическим, обусловленным его здоровьем и влияющим на работоспособность в различных условиях;
- психомотивационным, соответствующим его потребностям и мотивам. Именно они определяют наиболее приемлемый для человека механизм его организационного поведения.

Маркетинговую деятельность в области персонала можно рассматривать как последовательность взаимосвязанных этапов, представленных на рис. 3.

Основными источниками информации для разработки маркетинговых мероприятий в области персонала научной организации являются:

- аналитические материалы и информационные сообщения, публикуемые государственными органами по труду и занятости;
- специализированные издания, посвященные вопросам управления кадрами и занятости населения;
- профильные научные издания;
- научные мероприятия (конференции, выставки и т.д.), где в процессе общения ученые, руководители научных организаций говорят о нужных им специалистах;
- рекламные материалы по привлечению персонала других научных организаций. Особое внимание при этом следует уделять организациям-конкурентам на рынке труда;



Рис. 4. Факторы, влияющие на маркетинг персонала
Источник: разработка автора

- учебные программы и планы выпуска студентов в вузах, совместно проводимые с ними мероприятия.

Очевидно, что разрабатываются и реализуются маркетинговые мероприятия в области персонала под воздействием внешних и внутренних факторов. Под первыми понимаются условия, которые организация не в состоянии изменить, но вынуждена учитывать в своей деятельности; под вторыми – зависящие от самой организации (рис. 4). Далее рассмотрим эти факторы подробнее.

Ситуация на рынке труда исследователей определяется спросом на труд ученых, что чаще всего является следствием финансирования научных исследований, и соответствующим предложением (количественно-качественной структурой свободных или желающих сменить работу исследователей). Согласно данным Национального статистического комитета, за 2010–2020 гг. финансирование научных исследова-

ний в белорусских рублях увеличилось в 6,8 раза (рис. 5) [4], а в долларах США (пересчет сделан по курсу Нацбанка Республики Беларусь [5]) уменьшилось на 36% за период 2010–2016 гг., за 2016–2018 гг. выросло на 46,8% и упало на 10,8% за 2018–2020 гг. Всего за период 2010–2020 гг. затраты на научные исследования и разработки снизились в долларовом эквиваленте на 16,3%. Поэтому можно отметить, что спрос на труд научных работников и исследователей не стабилен.

Не притягательна для населения и занятость в сфере научных исследований и разработок. За 2010–2020 гг. количество работающих в ней сократилось на 19,2% [6], притом что этот показатель в целом по экономике страны уменьшился на 8,2% [7]. Постепенно падает и научный уровень исследователей. За этот же период число кандидатов наук сократилось на 13,6% и докторов наук – на 25,1%. Хотя нельзя утверждать, что молодежь не стремится связывать свою жизнь с наукой. Количество

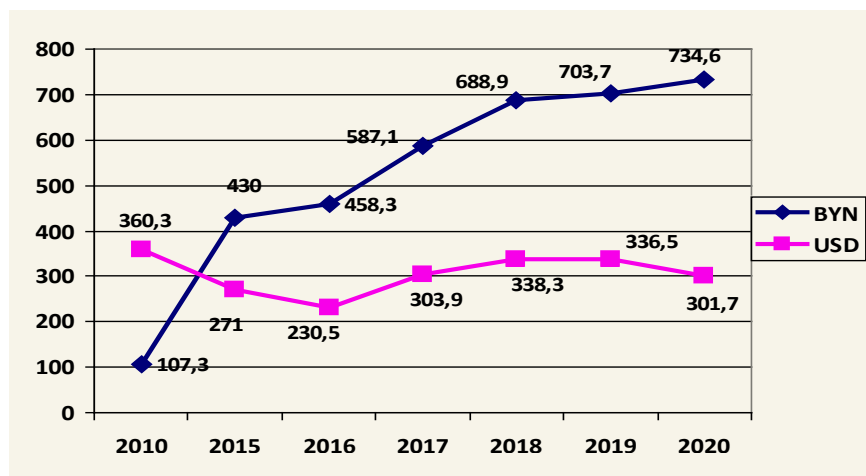


Рис. 5. Динамика затрат на научные исследования и разработки

Источник: разработка автора по [4, 5]

аспирантов, приходящихся на 10 тыс. студентов, неуклонно растет и за 2015–2020 гг. увеличилось на 36,6%. Но сократилось число ежегодно присваиваемых ученых степеней: кандидатских – на 40,2%, докторских – на 16,7%.

Что касается такого внешнего фактора, как развитие инструментов, оборудования и методов проведения исследований, в том числе цифровых технологий моделирования и поиска информации, то они во многом определяют изменения характера и содержания труда ученых. Благодаря этому, во-первых, появляются новые специальности, во-вторых, изменяются требования к квалификационным характеристикам исследователей, направлениям и процедурам их обучения.

Изменения преобладающих потребностей ученых являются следствием развития благосостояния общества, господствующих общественных отношений, информированности людей об уровне жизни и условиях труда ученых в других странах. Ведь человек всегда, даже помимо его воли, сравнивает вознаграждения (мате-

риальные и нематериальные) за свой труд с вознаграждениями, получаемыми другими людьми – зарубежными коллегами, работниками других отраслей экономики. Информированность о потребностях позволяет построить и развивать систему мотивации в научных организациях, а знание политики, проводимой в отношении персонала в конкурирующих учреждениях, способно помочь в разработке более грамотных мероприятий по привлечению необходимых кадров.

Среди внутренних факторов маркетинга персонала следует выделить миссию организации и ее стратегические цели, финансовые ресурсы, которые она может потратить на проведение профильных мероприятий, а также имидж на рынке труда, который можно определить как объединение экономических (зарплата, социальный пакет и т.д.), профессиональных (возможность обучения, участие в интересных и перспективных научных исследованиях, подготовка и защита диссертации, карьерный рост, доступность необходимого оборудо-

вания и информации), социальных (престижность научного учреждения и должностей в нем, возможность контактов с коллегами в стране и за рубежом и т.д.) и психологических (презентабельный офис, приемлемая культура и отношения в организации и т.п.) преимуществ, которые у потенциального работника ассоциируются с работодателем. Позитивный имидж способствует привлечению необходимых кадров, их удержанию и повышению уровня вовлеченности сотрудников в открытие новых научных направлений, обновление оргструктуры, бизнес-процессов и методов мотивации.

Процесс развития имиджа научной организации как работодателя включает следующие операции (рис. 6).

К числу параметров, характеризующих работодателя с точки зрения потенциальных сотрудников, можно отнести:

- репутацию организации в научной среде;
- отношение к персоналу (стремление сохранить квалифицированные кадры в кризисных ситуациях или избавление от них, учет мнений рядовых исследователей при принятии решений, честность в отношениях с сотрудниками и т.д.);
- соотношение заработной платы ученых в организации-работодателе и средней на рынке труда;
- величину и содержание социального пакета (только минимум, определенный законодательством, или нечто большее);
- возможности профессионального и карьерного роста, существующую в организации систему обучения;

- взаимоотношения с уволенными сотрудниками, возможность для бывшего работника вернуться на прежнее место;
- баланс между работой и другими сторонами жизни (гибкий график, отпуск в удобное для человека время и т.д.);
- расположение организации (локация в центре города обычно более привлекательна, чем на окраине).

Идентификация преимуществ сегодняшнего позиционирования научной организации на рынке труда включает определение «приманок» (ключевых выгод) для потенциальных работников, которые делают учреждение наиболее привлекательным для них, и наличие «дифференциаторов» – того, чем оно отличается от своих конкурентов на рынке труда.

Для развития имиджа научной организации важно определение разрывов между текущими и желаемыми значениями параметров, характеризующих работодателя, идентификация наиболее существенных из них. При этом значимость разрыва зависит не только от его величины, но и от ценности параметра для привлекаемых исследователей. Например, небольшое отклонение в меньшую сторону в заработной плате, существующей в учреждении, от ее среднего значения на рынке труда может восприниматься многими начинающими учеными как нечто гораздо менее значительное по сравнению с разрывом между перспективностью научных исследований, проводимых в организации. Ведь именно она зачастую определяет возможность получить ученую степень в будущем.

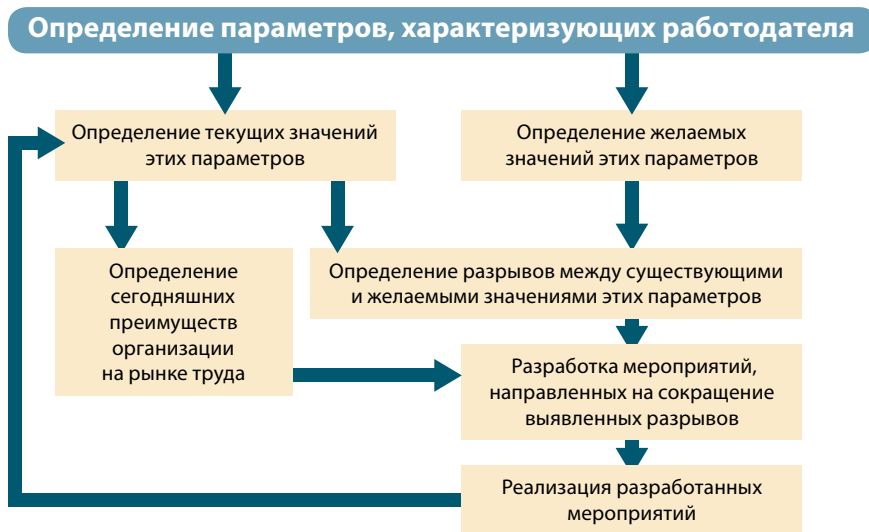


Рис. 6. Процесс развития имиджа организации-работодателя
Источник: [9]

При разработке мероприятий, направленных на ликвидацию наиболее значимых разрывов, следует выбирать механизмы, без особого труда воплощаемые в жизнь, а не те, которые требуют значительных финансовых вложений и затрат времени. Их реализация позволяет изменить значения параметров, характеризующих научную организацию как работодателя. Одновременно следует учитывать, что некоторые из них могут терять свою актуальность (например, чем больше людей становятся автовладельцами, тем менее важным становится параметр «место расположения организации»), а другие, наоборот, приобретать (например, с ростом понимания людьми ценности собственного здоровья возрастает значимость параметров «условия труда» и «морально-психологический климат коллектива»).

Реализация функции «маркетинг персонала» предполагает решение следующих относительно самостоятельных задач:

- *определение затрат на привлечение, развитие и удержание квалифицированных исследователей;*
- *анализ рынка труда;*
- *выбор путей покрытия потребности в персонале.*

Затраты на привлечение и развитие персонала можно разделить, с одной стороны, на внешние и внутренние, с другой – на единовременные и текущие. К внешним единовременным относится оплата договорных отношений с учебными заведениями, государственными и негосударственными структурами по подбору и подготовке персонала, в том числе и научных организаций, к внешним текущим – затраты на анализ рынка труда, рекламу, привлекающую исследователей в организацию, а также представительские расходы специалистов маркетинговой службы (если таковая существует в организации и в этом есть необходимость).

Внутренние единовременные затраты – это инвестиции в оборудование (переоборудование)

ПОЗИТИВНЫЕ СТОРОНЫ	НЕГАТИВНЫЕ СТОРОНЫ
Минимизация единовременных затрат на проведение конкретных исследований	Рост постоянных затрат на содержание высококвалифицированных специалистов
Самостоятельное определение критериев оценки рынка труда	Отступление от стандартизированных методик может приводить к ошибкам
Оформление полученных результатов в удобном для руководителя виде с учетом специфики компании и личностных особенностей руководителя	Руководитель, требующий, чтобы информация предоставлялась в удобном для него виде, может увидеть только то, что он хочет увидеть
Возможность параллельного решения других задач в сфере управления персоналом (например, сбор информации для разработки программ адаптации сотрудников и их мотивации)	Параллельно решая несколько задач можно, в конечном счете, не решить ни одной

Таблица 1. Достоинства и недостатки анализа рынка труда силами организации
Источник: [9]

рабочих мест ученых, в развитие социальной инфраструктуры (комфортная столовая, возможности заниматься физкультурой и спортом) и в обучение сотрудников; внутренние текущие – расходы на оплату труда и социальные выплаты.

Анализ рынка труда предполагает:

- его сегментирование на большие целевые группы, из которых организация собирается вербовать персонал (выпускники учебных заведений, работники других научных учреждений и вузов);
- установление сформированных на рынке уровней заработной платы, которые позволяют примерно установить требуемый фонд оплаты труда необходимых организации исследователей;

- оценку предпочтений, которые потенциальные работники имеют в отношении работодателя;
- определение основных конкурентов в каждом сегменте рынка труда, их требований к образованию, профессиональным и мягким компетенциям, опыту работы кадров, используемых средств и методов их привлечения;
- формирование пакета собственных предложений для каждой целевой группы потенциальных работников. Например, для начинающих исследователей все большую роль играет время, в течение которого можно получить научный (научно-практический) результат, дающий возможность претендовать на ученую степень. Для молодого

человека 22–23 лет перспектива стать кандидатом наук к 30 годам мало привлекательна, желательно сделать это к 26–27 годам.

Конечно, любая организация всегда стоит перед дилеммой: проводить анализ рынка труда своими силами (позитивные и негативные последствия этого представлены в табл. 1) или обратиться в специализированную компанию. Но в любом случае качественные исследования в этой области дешевыми быть не могут. Поэтому содержать такой центр в конкретной научной организации вряд ли целесообразно. А вот создать его в Национальной академии наук или в рамках некоего академического института, например социологии, возможно имеет смысл, но с условием, что он будет выполнять изыскания в интересах всех научных организаций страны.

Сущность деятельности по выбору путей покрытия потребности в персонале может быть представлена как последовательность четырех этапов:

- установление источников найма специалистов;
- определение путей их привлечения;

Затраты на привлечение персонала	Ситуация на рынке труда	Пути привлечения персонала
Низкие	Благоприятная	П2, А4
Низкие	Уравновешенная	П2, А2, А4
Низкие	Напряженная	А4
Высокие	Благоприятная	П1
Высокие	Уравновешенная	П1, А3, А4
Высокие	Напряженная	П1, А1, А3, А4

Таблица 2. Эффективность путей привлечения персонала
Источник: [9]

- анализ этих мероприятий с точки зрения затрат, связанных с их использованием;
- выбор альтернативных или комбинированных вариантов.

В качестве кузницы исследовательских кадров можно рассматривать вузы, учебные центры и научные организации; центры занятости и компании по подбору персонала; ассоциации и объединения ученых, занятых исследованиями в конкретной области; личные и родственные связи; собственные внутренние источники.

Способы привлечения персонала будут разными в зависимости от источников (рис. 7). Если они внешние, то пути покрытия потребностей можно разделить на активные и пассивные.

Активными путями являются:

A1) набор кадров непосредственно в вузах путем заключения соглашений как с ними, так и со студентами (магистрантами);

A2) предоставление заявок по имеющимся вакансиям в центры занятости;

A3) использование услуг организаций, специализирующихся на поиске и отборе специалистов;

A4) вербовка персонала через своих сотрудников из их семейного и личного окружения.

Пассивными путями покрытия потребности в персонале являются:

П1) проведение рекламных кампаний через средства массовой информации и специализированные научные издания;

П2) размещение объявлений в местах наиболее вероятного появления возможных кандидатов (например, проходная организации-конкурента или ближайшая к ней парковка).

Эффективность названных мероприятий определяется ситуацией на рынке труда и финансовыми затратами, которые может



Рис. 7. Источники и пути покрытия потребности в персонале

Источник: [9]

себе позволить организация-работодатель. Соотношение между ними представлено в табл. 2.

Потребности в персонале за счет внутренних источников удовлетворяются путем перемещения кадров из одного подразделения в другое или на более высокие иерархические уровни, а также на основе формирования новой организационно-функциональной роли сотрудника на прежнем рабочем месте. Следует отметить, что

при этом возникает необходимость дополнительного обучения сотрудников.

Таким образом, планирование и маркетинг управления персоналом научной организации играют важную роль в ее успешной деятельности, поскольку она полностью зависит от квалификации специалистов, их способности заниматься научной работой и воплощать свои идеи в жизнь. ■

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. О научной деятельности: Закон Респ. Беларусь, 21.10.1996 г., №708-XIII: с изм. и доп. от 4.01.2021 г. №74-3 / ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь // Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2021.
2. А.А. Брасс. Мягкие компетенции инноватики // Наука и инновации. 2021. №12. С. 33–39.
3. А.А. Брасс. Обучение персонала инновационной организации // Наука и инновации. 2019. №1. С. 65–69.
4. Внутренние затраты на научные исследования и разработки // <http://dataportal.belstat.gov.by/Indicators/Preview?key=148634>.
5. Средний официальный курс белорусского рубля по отношению к иностранным валютам // nrb.by/statistics/Rates/AvgRate/.
6. Основные показатели деятельности организаций, выполнявших научные исследования и разработки // <https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/realny-sector-ekonomiki/nauka-i-innovatsii/>.
7. Численность занятого населения Республики Беларусь по видам экономической деятельности // <https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/solialnaya-sfera/trud/>.
8. Статистический ежегодник Республики Беларусь. 2021 // https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/publications/izdania/public_compilation/index_41019/.
9. Брасс А.А. Менеджмент. Основные понятия. Функции. Методы. Виды: учеб. пособие / А.А. Брасс. – Минск, 2018.

ВЫСОКОАВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ И БЕСПИЛОТНЫЕ АВТОМОБИЛИ: ОСНОВНЫЕ ТРЕНДЫ



Владимир Савченко,
начальник НИЦ
«Бортовые системы
управления мобильных
машин» Объединенного
института
машиностроения
НАН Беларуси, кандидат
технических наук,
доцент



Сергей Поддубко,
генеральный директор
Объединенного
института
машиностроения
НАН Беларуси, кандидат
технических наук,
доцент

Наблюдаемая тенденция роста уровня автоматизации транспортных средств (ТС) направлена на повышение эффективности и безопасности транспортных систем и комфорта для водителей. Предполагается, что в обозримом будущем автомобили с системами беспилотного управления и соответствующая им интеллектуальная инфраструктура, обеспечивающая функционирование высокоавтоматизированных и автономных ТС в среде штатной эксплуатации (СШЭ), будут широко распространены.

Часть 1. Бортовая информационно-аналитическая система

Разработанная сообществом автомобильных инженеров классификация содержит 6 уровней автоматизации (стандарт SAE J3016 [1]):

0-й (без автоматизации): отсутствие автоматического контроля над машиной, но может присутствовать система уведомлений, весь процесс управления осуществляет водитель;

1-й (включающий помощь человеку): в основном водитель управляет ТС, где, как правило, установлены системы ADAS, оказывающие содействие в управлении рулевой системой и тормозами с использованием информации о внешней среде, работающие в автоматическом режиме, но с возможностью отключения водителем;

2-й (частично автоматизированный): водитель должен реагировать, если система не смогла в автоматическом режиме справиться самостоятельно. ADAS управляет ускорением, торможением и рулением одновременно, может быть отключена водителем;

3-й (условно автоматизированный): водитель может не контролировать ТС на некоторых типах дорог (например, автобанах), но должен быть готовым взять управление при изменении ситуационной обстановки, или система останавливает ТС, если человек не реагирует на оповещение;

4-й (высокоавтоматизированный): аналогичный 3-му, но уже не требует внимания водителя и выполняет свои функции, которые допустимы в конкретных внешних условиях движения;

5-й (полностью автоматизированный): со стороны человека не требуется никаких действий, кроме указания на начало движения и определения пункта назначения.

Из представленной классификации видно, что уже начиная с 1-го уровня бортовые системы представляют собой аппаратно-программные средства, в которых значительное место (в том числе по функционалу) занимают методы и алгоритмы анализа разнородной информации о процессах функционирования ТС и синтеза управляющих воздействий на системы различного иерархического уровня для динамической стабилизации автомобиля и его траекторного движения с использованием IT-методов и технологий и специализированного программного обеспечения, и лишь на 5-м уровне достигается практически полная автоматизация. На рис. 1. показано видение компании Movimento [2] на современные «объемы» программного обеспечения (одна из простых характеристик метрики – количество строк программного кода) в различных системах в сравнении и на то, как изменится автомобиль в перспективе.

Согласно Резолюции Глобального форума по безопасности дорожного движения (WP.1) о внедрении в практику высоко- и полностью автоматизированных ТС в условиях дорожного движения и документу ECE/TRANC/WP.1/165 [3], «высокоавтоматизированное ТС» означает транспортное средство, оснащенное автоматизированной системой вождения (АСВ). Эта система действует в пределах конкретной СШЭ [4, 5] применительно к некоторым или всем поездкам без необходимости вмешательства человека в качестве запасного варианта обеспечения безопасности дорожного движения. Среда штатной эксплуатации означает время суток, окружающие и географические условия, а также дорожно-транспортные, инфраструктурные, погодные и другие, для работы в которых предназначена данная АСВ.

Существуют следующие основополагающие определения:

- **автоматизированная система вождения** – это комбинация аппаратного и программного обеспечения, которое осуществляет динамическое управление ТС на устойчивой основе;
- **динамическое управление** – выполнение в реальном масштабе времени всех оперативных и тактических функций, необходимых для передвиже-



Рис. 1. Количество строк кода в различных системах
Источник: [2]

ния ТС, включает в себя управление движением в боковом и продольном направлении, контроль за условиями дорожного движения, реагирование на явления, происходящие в дорожно-транспортной ситуации, а также планирование и сигнализацию маневров;

- **полностью автоматизированное ТС** – транспортное средство, оснащенное автоматизированной системой вождения, действующей без каких бы то ни было ограничений СШЭ применительно к некоторым или всем поездкам без необходимости вмешательства человека в качестве запасного варианта обеспечения безопасности дорожного движения. Представлены соответствующие рекомендации по функционалу к АСВ и их пользователям [3].
- Всемирный форум для согласования правил в области ТС (WP.29, по автоматизированным (автономным) ТС) определил приоритетные направления работы, их порядок, ожидаемые



Рис. 2. Объемы технических компонентов программного обеспечения и контента на автомобильном транспорте в перспективе
Источник: [2]

результаты, сроки и принципы для автоматизированных (автономных) ТС, концепцию безопасности (кибербезопасности) и ее ключевые аспекты. Усилия должны быть сконцентрированы на разработке подробных технических требований, сформулированных в виде нормативных или ненормативных документов (руководств, рекомендаций, глобальных технических правил ООН). Приоритетные направления – функциональные требования для автоматизированных (автономных) ТС; новый метод оценки (испытаний); кибербезопасность и «беспроводное» обновление программного обеспечения; система хранения информации; регистратор данных об аварии [4, 5].

Функциональные требования для автоматизированных (автономных) ТС должны охватывать в том числе требования к человеко-машинному интерфейсу (ЧМИ) и информации об операторе: в тех случаях, когда может потребоваться участие водителя в управлении ТС (например, в случае запроса на передачу управления), оно должно осуществлять мониторинг вовлеченности водителя, с тем, чтобы оценить его внимание и готовность полностью взять на себя управление, а также обеспечивать возможность взаимодействия с другими участниками дорожного движения (например, с помощью внешнего ЧМИ для определения рабочего состояния ТС и др.) [4, 5]. Термин «мониторинг вовлеченности водителя» предполагает оценку его внимания и готовности полностью взять на себя управление авто, при этом в ряде работ [6, 7] используется близкая по семантике формулировка «осведомленности водителя о ситуационной обстановке», что определяется на основе видеонаблюдения камерами и интерпретируется на основе автоматического анализа направления взгляда (оператора, водителя), наклонов головы, окулограммы, моргания глаз. В обзорах представлено значительное количество работ, исследующих динамику изменения физиологических (психофизиологических) параметров (кроме указанных, это электроэнцефалография и связанные с событиями потенциалы, частота сердечных сокращений и вариабельность сердечного ритма, артериальное давление, электродермальная активность (ЭДА), электромиография, тепловидение) водителя в зависимости от уровня автоматизации и режимов движения ТС [6, 7], но не представлены методы, которые достоверно, в реальном масштабе времени и в автоматическом режиме интерпретируют текущее функциональное состояние человека за рулем [8, 9].

Бортовая информационно-аналитическая система

Создание отечественных систем помощи водителю реализуется в Республике Беларусь и Российской Федерации в рамках научно-технических программ различного уровня, поддерживается фондами, профильными предприятиями, выполняется компаниями в инициативном порядке. Значительное количество текущих разработок направлено на получение пассивных ADAS для коммерческих автомобилей. Подобные системы только предупреждают водителя о некоторых потенциально опасных ситуациях (визуальное и звуковое оповещение) и не влияют в автоматическом режиме на динамику ТС. В основном они используют информацию с камер (контроль движения в полосе и смежные задачи), ультразвуковых датчиков (контроль «мертвых» зон), радаров, навигационных модулей определения местоположения и др., устанавливаемых на транспортном средстве. Известно достаточно вариантов, которые выпускаются серийно, например системы поддержания работоспособности водителей (СПРВ или VIGITON), созданные на базе мониторинга психофизиологических параметров водителей для автоматической интерпретации их текущего функционального состояния и способности выполнять алгоритмы деятельности по управлению автомобилем [10, 11]. Например, усовершенствованные системы Mobileye 5-й или 6-й серии, построенные на основе монокамеры и семейства чипов EyeQ для обработки получаемых изображений, предупреждают водителя об опасном фронтальном сближении (FCW – о возможном столкновении с впереди идущим транспортным средством за 2,7 сек до вероятного события, UFCW – об опасности столкновения на невысокой скорости, активируется при показателе ниже 30 км/ч); об опасности столкновения с пешеходами (PCW); о съезде с полосы движения (LDW); показывает время (в секундах) до впереди идущего автомобиля (HMT) и выдает звуковое оповещение, если дистанция между автомобилями равна или меньше времени, заданного в настройке и др. Кроме того, к ним можно отнести системы индикации предельно допустимой скорости (SLI), которые обнаруживают и классифицируют различные знаки скоростного режима, уведомляя водителя о превышении допустимой скорости; системы распознавания дорожных знаков (TSR). При использовании Mobileye водитель должен самостоятельно выполнять все задачи управления и сохранять контроль над ТС, отслеживать условия

движения, выполнять рекомендации по безопасному управлению автомобилем. В руководстве пользователя производитель указывает что «не может гарантировать и не гарантирует 100% точности обнаружения ТС, пешеходов, дорожных знаков или полос движения и не гарантирует предоставления любых связанных с этим звуковых и визуальных предупреждающих сигналов. Кроме того, на качество распознавания и реагирования систем Mobileye могут отрицательно влиять дорожные, погодные и иные условия». При этом, 27 OEM-поставщиков ADAS используют в своих системах компоненты компании Mobileye, чипы EyeQ (сегодня уже восьмого поколения) и программное обеспечение.

Созданием активных ADAS занимаются крупные корпорации, в арсенале которых – компоненты и/или системы активной безопасности: BOSCH и Knorr-Bremse (Германия), Wabco (США) и др. Согласно анализу рынка Semicast Research, компания Continental была лидером в области электронных компонентов для автомобильных систем ADAS.

Разработка информационно-аналитической системы с указанным функционалом выполнена в Объединенном институте машиностроения НАН Беларуси в рамках НТП Союзного государства «Автоэлектроника» в кооперации с партнерами, обладающими компетенциями по данному направлению: ООО «НТЛаб-системы», которое входит в группу компаний НТЛаб (Республика Беларусь), разрабатывает и производит сверхбольшие интегральные схемы (СБИС), интегрированные модули, а также портативные программно-аппаратные комплексы, в том числе навигационные, для использования на автомобильном транспорте, на базе специализированных собственных СБИС; ОАО «Экран» (Республика Беларусь) – разработчиком и поставщиком на конвейеры машиностроительных предприятий стран СНГ серийных систем активной безопасности, бортовых систем управления и их компонентов; АО «Нейроком» (Российская Федерация), обеспечивающим создание и развитие методологии мониторинга функционального состояния операторов систем «человек-машина», и на этой основе ведущим разработку, освоение производства и поставку модельного ряда серийных систем для железнодорожного и автомобильного транспорта.

Была поставлена задача разработать базовую структуру бортовой информационно-аналитической системы (БИАС) и архитектуру базового программного обеспечения по созданию бортовой платформы для коммерческого транспорта со следующим функционалом:

- определением местоположения ТС с сантиметровой точностью, прежде всего для поддержки ADAS по контролю движения в полосе, когда полоса и обочина «не распознаются» оптическими методами;
- поддержкой коммуникаций с диспетчерскими службами и экстренной помощи;
- передачей, в том числе в автоматическом режиме, информации о динамике системы «человек-машина» (текущее состояние основных систем, узлов и агрегатов, состояние водителя, информирование об аварийной ситуации, вызов экстренных служб в случае аварии или потери сознания, смерти водителя);
- коммуникацией между пассивными ADAS и системами активной безопасности или их интеграцией с целью координации совместной работы в динамике по предотвращению аварии или минимизации последствий.

Структура БИАС и ее подключение при использовании с другими интеллектуальными бортовыми системами и ADAS на борту ТС представлена на рис. 3.

Бортовой модуль определения опасных состояний водителя (разработка АО «Нейроком») подключен к системе через информационную шину CAN. Его применение существенно расширяет функциональные возможности БИАС и придает ей свойства превентивной системы безопасности, позволяющей предотвратить аварию по причине релаксации, потери сознания или смерти водителя. Модуль уникален тем, что в нем использованы робастные алгоритмы выделения полезного сигнала из шума, оригинальные алгоритмы автоматического определения функционального состояния водителя, ближняя телеметрия для передачи информации на стационарную часть системы, что в совокупности позволяет получить высокую надежность интерпретации динамики уровня бодрствования водителя, сопоставимую с требованиями, предъявляемыми к системам активной безопасности. Прототипом для разрабатываемого модуля является серийно выпускаемая СПРВ или VIGITON, в которой используется мониторинг и автоматический анализ параметров ЭДА (основной критерий для автоматической интерпретации текущей динамики уровня релаксации водителя; метод имеет наименьшую из известных вероятностей опасного отказа ($p=0,0001$), применены принципы построения систем безопасного мониторинга состояния

человека-оператора). В технических требованиях к бортовому модулю определения опасных состояний водителя (глубокая релаксация, потеря сознания, смерть) заложены вероятность опасной ошибки метода регистрации (ошибка 2-го рода) не более $4 \cdot 10^{-4}$ и поток вероятности опасных отказов, приводящих к ДТП, не хуже 10^{-9} .

Навигационный модуль. Для улучшения показателей его точности и надежности предусмотрено использование в совместной обработке сигналов функционирующих глобальных спутниковых навигационных систем (ГНСС) ГЛО-НАСС (в диапазонах частот L1, L2), GPS (в диапазонах L1, L2), GALILEO (в диапазонах E1B, E1C, E5a, E5b) и BEIDOU (в диапазоне B1-C). В дополнение предусматривается возможность применения технологии RTK кинематики реального вре-

мени, позволяющей за счет совместной обработки сигналов от ГНСС и корректирующих станций получать сантиметровую точность определения координат. Комплексирование обработки сигналов ГНСС с информацией от датчиков микроэлектромеханических систем и одометрического датчика пути автомобиля дает возможность использовать технологию «Dead reckoning», обеспечивающую снижение ошибки исчисления навигационных параметров, и производить оценку координат при недоступности сигналов ГНСС в заданных временных диапазонах. Модуль поддерживает автоматический контроль целостности (достоверности) навигационных определений и исключения недостоверных измерений, реализацию робастных алгоритмов дифференциальной коррекции (режим RTK)

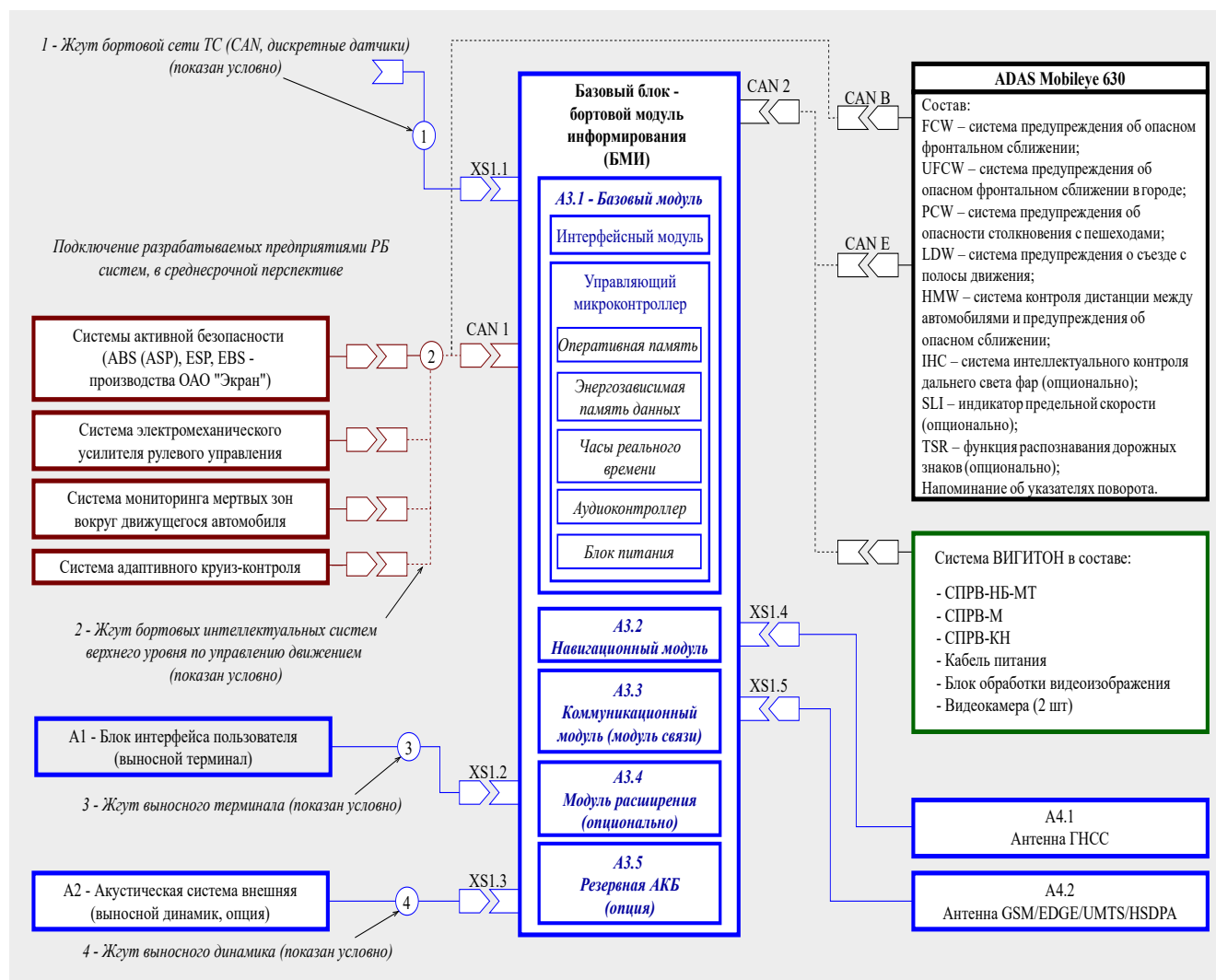


Рис. 3. Структура БИАС и ее подключение на борту ТС

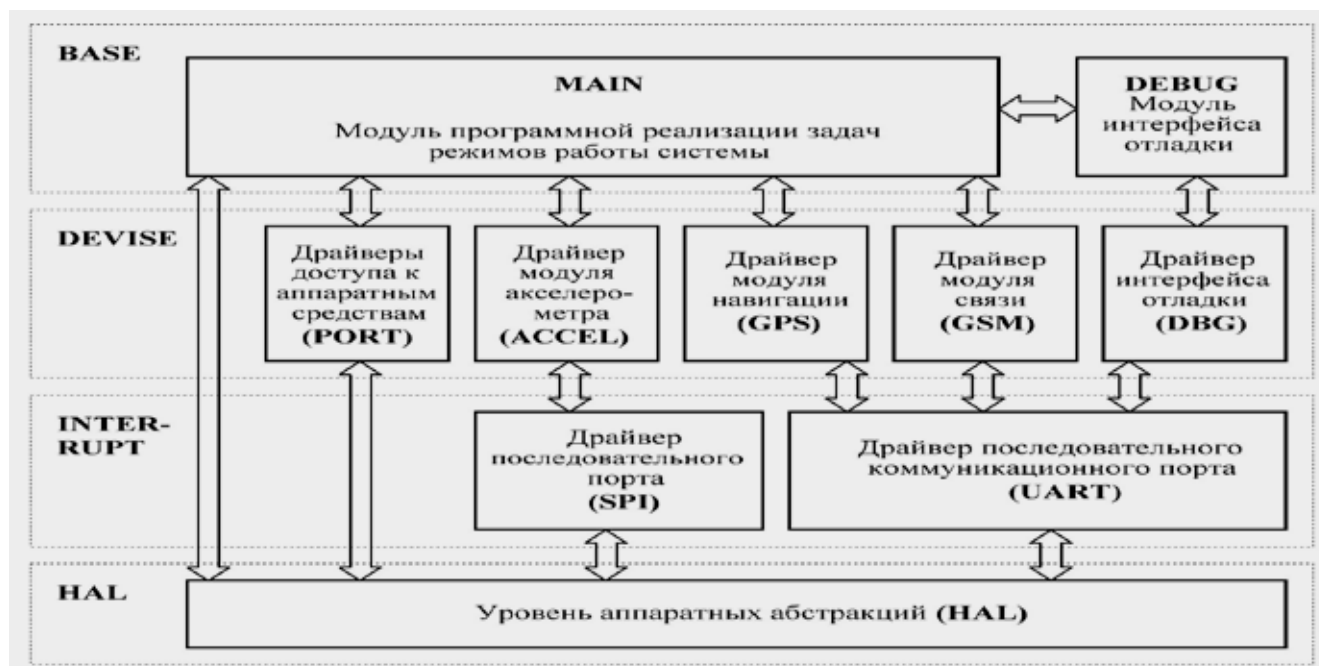


Рис. 4. Архитектура базового программного обеспечения

и алгоритмов комплексования данных ГНСС и инерциальных датчиков (акселерометров) собственной разработки, определение навигационных параметров в системах координат WGS-84 или ПЗ-90 (при доверительной вероятности 0,95).

На рис. 3 показаны системы, разработка которых уже ведется или планируется в ближайшее время в Республике Беларусь: электромеханического усилителя рулевого управления, мониторинга мертвых зон вокруг движущегося автомобиля, электронно-пневматического привода тормозов, в перспективе – системы адаптивного круиз-контроля. Массовое их появление на борту ТС следует ожидать в краткосрочной перспективе. Подключение предполагается по дополнительной информационной шине CAN, возможность аппаратной реализации которой заложена в разрабатываемой системе.

Имеется также существенный потенциал, связанный с применением перспективных пассивных ADAS. Сюда можно отнести системы распознавания пешеходов и велосипедистов, дорожных знаков, помощи движения в полосе, ночного видения и др. Их работа базируется на быстро развивающихся в последнее время системах технического зрения или (в ряде разработок по контролю мертвых зон, помощи при парковке) сканировании пространства ультразвуковыми датчиками.

Базовый модуль содержит необходимый аппаратный функционал и набор интерфейсов, обеспечивающий реализацию базовых функций и технологические режимы.

Модуль расширения поддерживает дополнительные функциональные возможности, связанные со взаимодействием с другими интеллектуальными системами ТС.

Программное обеспечение имеет многоуровневую модульную иерархическую структуру. Отдельные модули работают асинхронно относительно друг друга, реализуя многозадачный режим работы в реальном времени. Используемая файловая структура позволяет добиться максимальной изоляции кода уровней и модулей. Архитектура базового программного обеспечения показана на рис. 4 и предусматривает следующие уровни:

- **BASE**, состоящего из модуля программной реализации режимов работы системы (подпрограммы, обеспечивающие функционирование системы на логическом уровне) и модуля интерфейса отладки (предоставляющего доступ к переменным модуля программной реализации на аппаратно независимом уровне). Они могут прямо обращаться к аппаратно зависимым функциям контроллера, имеющим атомарный доступ посредством уровня HAL.

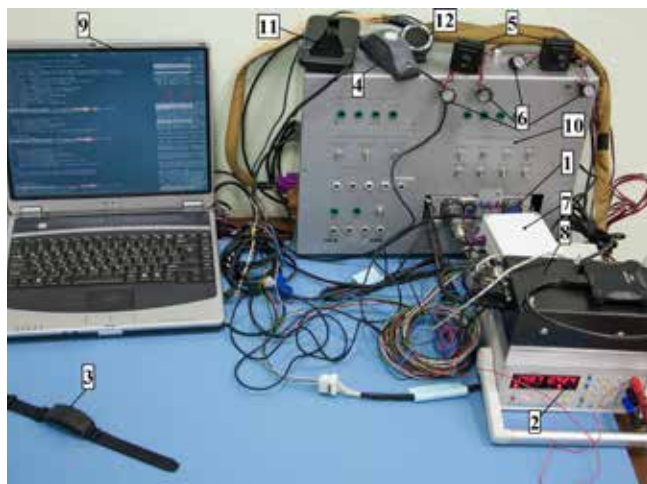


Рис. 5. Работа с системами на этапе проверки в лабораторных условиях: совместное подключение систем БИАС, «Mobileye 630» и «ВИГИТОН»

1 — технологический образец БИАС (на базе опытного образца), 2 — источник питания, 3 — носимая часть «Браслет» СПРВ-МТ системы «Вигитон», 4 — кнопка СПРВ-КН системы «Вигитон», 5 — выносные камеры системы «Вигитон», 6 — подсветка выносных камер ИК-диапазона системы «Вигитон», 7 — модуль СПРВ-М НКРМ.468362.002 системы «Вигитон», 8 — блок обработки видеоизображения системы «Вигитон», 9 — персональный компьютер, 10 — АЖРИ.442241.016.01 (устройство имитации дискретных и аналоговых сигналов бортовой сети №05.18.507), 11 — устройство (модуль) Mobileye 6 Main Unit системы «Mobileye», 12 — устройство (модуль) EyeWatch Display and Control Unit системы «Mobileye»

- **DEVICE:** здесь расположены модули драйверов внешних устройств, обеспечивающие обмен информацией на уровне протоколов, специфичных для каждого устройства: систем активной безопасности, мониторинга функционального состояния водителя, ADAS, навигации, коммуникаций и др.
 - Драйвер интерфейса отладки **DEBUG** обеспечивает доступ к переменным модуля программной реализации на уровне протокола. Драйверы доступа к аппаратным средствам **PORT** позволяют обращаться к аппаратно зависимым функциям контроллера, требующим обработки на уровне протокола (генерация временных задержек, ввод состояния элементов управления с фильтрацией дребезга и т.п.).
 - **INTERRUPT** — отвечает за безопасный совместный доступ к данным подпрограмм, работающих в пользовательском режиме и в режиме ядра (обработчики аппаратных прерываний).
 - **HAL** — обеспечивает независимость программного кода уровней **BASE**, **DEVICE** и **INTERRUPT** от особенностей реализации применяемой аппаратной платформы.
- Совместное подключение систем БИАС, «Mobileye 630» и «ВИГИТОН» на этапе проверки в лабораторных условиях представлено на рис. 5.

БИАС ориентирована на повышение уровня автоматизации ТС, построена по модульному принципу и ориентирована на использование в полном объеме на отечественных ТС. Также ее компоненты могут быть применены в других перспективных бортовых системах, которые разрабатываются сейчас и планируются в краткосрочной перспективе. Например, навигационный модуль обладает функционалом и техническими характеристиками, позволяющими задействовать его и в беспилотных ТС, разработку которых сегодня ведут крупнейшие предприятия машиностроительного комплекса нашей страны (ОАО «БЕЛАЗ», «МАЗ», «МТЗ») в кооперации с партнерами. ADAS компании «Mobileye» могут быть использованы ОАО «Экран» при разработке адаптивного круиз-контроля (ACC, Adaptive Cruise Control), как это делают крупнейшие мировые OEM-производители компонентов и систем для машиностроения. **И**

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. SAE J3016. Taxonomy and definitions for terms related to on-road motor vehicle automated driving systems. Warrendale: Society of Automotive Engineers, 2014.
2. К. Валентин. Будущее автомобильной промышленности: автомобиль, определяемый программным обеспечением // Материалы междунар. автомобил. науч. форума «Интеллектуальные транспортные системы» (МАНФ-2017), Москва, 18–19 окт. 2017 г. / ААИ, ГНЦ РФ ФГУП «НАМИ». — М., 2017.
3. Global Forum for Road Traffic Safety (WP.1) resolution on the deployment of highly and fully automated vehicles in road traffic // document ECE/TRANS/WP.1/2018/4/Rev. — 14 January 2019, UNECE, Geneva.
4. Рамочный документ по автоматизированным/автономным транспортным средствам // document ECE/TRANS/WP.29/2019/34. — 15 April 2019, UNECE, Geneva.
5. Концепция обеспечения безопасности дорожного движения с участием беспилотных транспортных средств на автомобильных дорогах общего пользования (Утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 25. 03. 2020 г. №724-п) // <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/>.
6. Joost C.F. de Winter, Riender Happee, Marieke H. Martens, Neville A. Stanton Stanton Effects of adaptive cruise control and highly automated driving on workload and situation awareness: a review of the empirical evidence // VDI Wissensforum // <https://research.utwente.nl/en/publications/effects-of-adaptive-cruise-control-and-highly-automated-driving-o>.
7. Monika Lohani, Brennan R. Payne, David L. Strayer A Review of Psychophysiological Measures to Assess Cognitive States in Real-World Driving / Front. Hum. Neurosci., 19 March 2019 // <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnhum.2019.00057/full>.
8. В.В. Савченко С.Н. Поддубко. Подход к разработке метода передачи управления транспортным средством водителю бортовыми системами в автоматическом режиме // Труды НГТУ им. П.Е. Алексеева. 2018. №2(121). С. 181–187.
9. В.В. Савченко С.Н. Поддубко. Концепция передачи управления водителю в высокоавтоматизированных транспортных средствах // Докл. Нац. акад. наук Беларуси. 2020. Т. 64, №5. С. 624–631 // <https://doi.org/10.29235/1561-8323-2020-64-5-624-631>.
10. V.V. Dementienko. Driver vigilance remote monitoring system // Science Journal of Transportation. 2015. №6. P. 110–114.
11. В.В. Савченко. Развитие методологии мониторинга функциональных состояний операторов транспортных систем «человек-машина» // Мехатроника, автоматизация, управление. 2013. №6. С. 27–32.



У ИСТОКОВ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ВЕТЕРИНАРИИ

Вековой юбилей отметил в нынешнем году Институт экспериментальной ветеринарии им. С.Н. Вышелесского. История его становления началась в далеком 1922-м, когда Витебская губернская ветеринарно-бактериологическая лаборатория, расположенная в деревне Юрьева Горка Витебского уезда, была реорганизована в одноименный институт. В 1930 г. учреждение было преобразовано в Белорусский научно-исследовательский ветеринарный институт (БелНИВИ), а в 1937-м – в Белорусскую научно-исследовательскую ветеринарную опытную станцию (БелНИВОС) и Витебскую биофабрику. Здесь начались диагностические исследования, изучались заболевания домашних животных и птиц, изготавливались биологические и ветеринарные препараты широкого спектра действия.

Большой вклад в развитие ветеринарии внес один из первых директоров института (1928–1930 гг.) С.Н. Вышелеский – основоположник отечественной эпизоотологии, талантливый экспериментатор, педагог, общественный деятель, организатор и глубокий исследователь, чье имя сегодня носит учреждение.

В годы войны оно не работало, и только к 1950 г. в республике была восстановлена вся ветеринарная сеть, а также Витебская биофабрика. В 1956 г. на базе БелНИВОС и отдела ветеринарии Академии наук БССР был возрожден БелНИВИ. Началась активная деятельность по обеспечению научного ведения животноводства и ликвидации экономически значимых болезней животных. Благодаря усилиям ученых в стране были ликвидированы такие опасные болезни, как чума и повальное воспаление легких крупного рогатого скота. Ящур, сеп, инфекционная анемия лошадей, мыт и чесотка, сибирская язва, оспа, холера птиц и ряд других заразных заболеваний животных были сведены до спорадических случаев. За большую работу по развитию науки, активное внедрение ее достижений и передового опыта в производство в 1980 г. институт награжден Почетной грамотой Верховного Совета БССР.

Период 1968–1980 гг. ознаменовался значительным повышением уровня научно-исследовательской работы, организацией лабораторий по изучению болезней птиц, пчел, рыб и пушных зверей, а также лейкозов, биохимии, обмена веществ, химиопрофилактики. С приобретением Республикой Беларусь суверенитета перед ветеринарной наукой встали новые задачи: разработка собственных диагностических, лечебных, профилактических средств, повышение эффективности животноводства, сохранности здоровья животных, обеспечение продовольственной безопасности страны. Решать их приходилось практически заново в условиях рыночной экономики.

В 2002 г. учреждение переименовано в Республиканское унитарное предприятие «Институт экспериментальной ветеринарии им. С.Н. Вышелесского Национальной академии наук Беларуси», а в 2007-м получило новый статус и название – Республиканское научно-исследовательское дочернее унитарное предприятие «Институт экспериментальной ветеринарии им. С.Н. Вышелесского» в составе Республиканского унитарного предприятия «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству».

Сегодня институт – успешная современная научно-исследовательская организация, активно участвующая в инновационных программах, широко внедряющая передовые технологии и смело реализующая новаторские проекты. Коллектив увлечен своей работой и нацелен на непрерывное движение вперед. В этом его большое преимущество и главный секрет успехов и научных открытий. ■

НА СТРАЖЕ ЭКОНОМИЧЕСКОГО БЛАГОПОЛУЧИЯ СТРАНЫ



Современные задачи, стоящие перед агропромышленным комплексом Республики Беларусь, предусматривают дальнейший рост объемов животноводческой продукции, повышение ее качества. В ближайшее пятилетие планируется в два раза увеличить производство мяса и молока и значительно нарастить их экспорт. И достижение этих показателей, несомненно, напрямую зависит от уровня развития ветеринарии в нашей стране. Об успехах, которые демонстрирует наука в деле профилактики и ликвидации заболеваний, создания здоровых сельскохозяйственных стад, а также охраны населения от заразных болезней, рассказывает директор Института экспериментальной ветеринарии им. С.Н. Вышелесского, кандидат ветеринарных наук, доцент Владимир ЖАЛДЫБИН.

– Владимир Викторович, отечественная ветеринарная служба основное внимание уделяет повышению эффективности лечебной и ветеринарно-санитарной работы, улучшению снабжения агрохозяйств ветпрепаратами и дезсредствами. Можно ли утверждать, что благодаря этому в Беларуси достигнут надлежащий уровень эпизоотического благополучия?

– В нашей стране обеспечена должная санитарная безопасность продукции животноводства, предприняты мероприятия по предупреждению и ликвидации опасных инфекционных и паразитарных болезней, общих для животных и человека, которые продолжительный период уже фактически не регистрируются. Ежегодно снижается количество коров, реагирующих на туберкулин, завершено оздоровле-



ние скота от лейкоза. Ветеринарные врачи наравне с другими работниками агрокомплекса несут серьезнейшую ответственность по защите республики от особо опасных инфекций. В частности, впервые столкнувшись с африканской чумой свиней, против которой не существует ни профилактических, ни лекарственных средств, ветеринарная служба была вынуждена использовать единственный метод борьбы – полное уничтожение поголовья в очаге заболевания с последующим проведением всего комплекса ветеринарно-санитарной обработки. Эти непопулярные меры были необходимы для экономического благополучия Беларуси.

Приоритетными направлениями работы института стали научно-исследовательская деятельность в области ветеринарной медицины и животноводства; производство диагностических

и лечебно-профилактических препаратов; разработка указаний и рекомендаций по использованию результатов научных исследований, их научное сопровождение при освоении на практике.

– Несомненно, 100-летняя история института полна значимых событий и высоких достижений. Какие из них вы хотели бы отметить?

– Сегодня это ведущее научное предприятие республики, которое проводит исследования в области микробиологии, вирусологии, разрабатывает самые современные средства специфической профилактики против бактериальных и вирусных инфекций, технологии производства вакцин. Деятельность специалистов учреждения направлена на получение экологически чистой продукции животноводства высокого санитарного качества, разра-

ботку диагностикумов и специфической профилактики инфекционных заболеваний на основе биотехнологии, лечебно-профилактических препаратов и стимуляторов иммунной системы животных, а также нового поколения действенных и экологически безопасных средств защиты животных. В имеющемся в институте музее штаммов вирусов и микроорганизмов насчитывается более 300 единиц, есть собственный опытно-технологический участок, где отрабатываются промышленные технологии, созданные в лабораторных условиях, и осуществляется производство новых ветеринарных препаратов и вакцин. Однако эти знания и опыт копились на протяжении вековой истории учреждения. Наши ученые трудились и создавали, решали важнейшие вопросы, стоящие перед ветеринарной наукой. К примеру, на заре деятельности, в 1922–1936 гг.,

были разработаны специфические средства профилактики и ликвидированы сибирская язва, оспа, сеп, чума крупного рогатого скота и свиней; внедрена диагностика туберкулеза животных, бруцеллеза, анаплазмоза крупного рогатого скота, классической чумы свиней, рожи, гемсептицемии, мыта лошадей, холеры кур, бешенства. Затем были ликвидированы эпизоотии бруцеллеза, туберкулеза и лейкоза, активизирована борьба с бешенством.

У нас сформировались и результативно работают 3 научные школы: школа ветеринарной вирусологии, микробиологии, эпизоотологии, иммунологии, микологии, основанная академиком Н.А. Ковалевым; школа паразитологии (основатель – академик Р.С. Чеботарев), в развитие которой внесли вклад доктора ветеринарных наук, профессора И.С. Жариков и М.В. Якубовский; школа инфекционных и незаразных болезней птиц, основателем которой являлся кандидат ветеринарных наук В.П. Голубничий, его последователи – доктора ветеринарных наук, профессора Б.Я. Бирман и И.В. Насонов.

С 1992 г. фундаментальные и прикладные исследования стали вестись в соответствии с основными направлениями экономического и социального развития агропромышленного комплекса Республики Беларусь. Они включали изучение механизмов формирования иммунитета и разработку методов его направленной регуляции, проведение эпизоотологического мониторинга по наиболее распространенным паразитарным и инфекционным болезням животных, подготовку краткосрочных и долго-

срочных прогнозов их возникновения и степени проявления. Далее внимание ученых было сконцентрировано на новых и усовершенствованных средствах и способах диагностики, профилактики и лечения болезней животных, создании комплексных систем, обеспечивающих охрану здоровья людей, ветеринарное благополучие животноводства, получение экологически чистой и безопасной продукции. Не остались в стороне и такие важные проблемы, как изучение генетических, молекулярных и биологических свойств возбудителей инфекционных болезней, селекция и коллекционирование штаммов для создания диагностикумов и вакцин, разработка технологий производства ветеринарных препаратов, противопаразитарных средств.

– Как увязывается научно-исследовательская работа института с практическими запросами сельхозотрасли?

– Наши ученые оперативно проводят диагностические исследования, направленные на своевременное установление причин заболеваемости скота, особенно молодняка, с последующим предложением схем профилактики и лечения. Биопрепараты, разработанные в институте, востребованы в хозяйствах республики, поскольку в их состав входят штаммы, циркулирующие на территории нашей страны, что обеспечивает их высокую результативность. Как нельзя лучше демонстрируют связь науки и практики обучающие семинары для специалистов сельхозпредприятий, регулярно организуемые институтом, которые затрагивают наиболее

актуальные проблемы ветеринарии. Ученые выезжают в хозяйства, дают квалифицированные консультации, оказывают поддержку практикующим ветврачам. Их помощь в сохранении здоровья, повышении продуктивности сельскохозяйственных животных, получении экологически чистой животноводческой продукции неоценима.

В наших стенах разработаны конкурентоспособные импортозамещающие диагностические, профилактические и терапевтические средства, обеспечивающие защиту животных от большого спектра болезней. В числе наиболее значимых хотелось бы выделить вакцины «Тетравак», «БелВироПаст», «Респивак», «Пневмо-бакт-Л» для крупного рогатого скота; «РЕСПИС-ПГА» и вакцину против сальмонеллеза, пастереллеза и стрептококкоза для свиней; против бурсальной, ньюкаслской болезней, бронхита, сальмонеллеза кур; вакцину для профилактики оспы овец, антирабическую вакцину «Белраб», приманку вакциносодержащую антирабическую для диких плотоядных животных. Также хочется обратить внимание на наши химфармпрепараты: «КМП плюс», «Колистинлакт», «Вирококцид», «Талпан», «Сапофор» и др.

– Но, как известно, мало разработать и произвести эффективные лекарственные средства, важно их достойно представить и реализовать на рынке. Удастся ли это сделать в условиях жесткой конкуренции?

– Мы проводим серьезную работу по повышению престижа отечественных разрабо-

ток как в Республике Беларусь, так и в странах ближнего и дальнего зарубежья, увеличению доли импортозамещения биологических и фармакологических препаратов, совершенствованию диагностики особо опасных инфекций, что в конечном итоге делает более эффективной биологическую защиту наших животноводческих предприятий. Мы стараемся постоянно совершенствоваться, идти в ногу со временем, стремимся сделать нашу продукцию востребованной и конкурентоспособной. Достойное качество, разумные цены, консультации работников, схемы профилактики и лечения – вот то, чем мы привлекаем потребителей.

– Не секрет, что огромный потенциал для развития научно-исследовательской и инновационной деятельности содержит в себе международное сотрудничество. Как устанавливаются и поддерживаются связи с коллегами из других стран?

– Наши специалисты выполняют межгосударственные научные программы и проекты в партнерстве с зарубежными организациями и учеными. За последние пять лет с целью обмена опытом и налаживания научных и деловых связей институт посетили более 40 делегаций из России, Украины, Узбекистана, Франции, КНР, Кореи, Вьетнама, Азербайджана, Казахстана и др. В ходе визитов гости знакомятся с работой подразделений института, его научно-производственной базой, посещают научные лаборатории. Обсуждаются перспективы

выполнения совместных программ научных исследований, условия проведения стажировок молодых ученых.

Институт успешно взаимодействует со многими научными и учебными организациями ветеринарного профиля. Заключено более 20 международных договоров о сотрудничестве с зарубежными учреждениями. Наши специалисты выезжают на стажировки, принимают активное участие в работе республиканских и международных конференций, семинаров, выставок, проводят совместные исследования в рамках научных проектов и договоров.

Учитывая реалии сегодняшнего дня, мы все активнее включаемся и в производственный процесс. На базе опытно-технологического участка освоен выпуск наиболее востребованных разработок, которые реализуются как в Республике Беларусь, так и за ее пределами. Нам есть что предложить зарубежному потребителю. Так, в 2021 г. было заключено 48 экспортных договоров, контрактов на поставку товаров и услуг на сумму 136,8 тыс. долл., за первое полугодие 2022 г. – на 52,4 тыс. долл. с такими странами, как Российская Федерация, Нидерланды, Латвийская Республика, Республика Кипр, Республика Польша, Великобритания, Республика Корея, Мексика, Бельгия, Эстонская Республика, Французская Республика, Чешская Республика, Республика Болгария.

– Каковы, на ваш взгляд, перспективы института, какие начинания по плечу коллективу?

– Наше основное богатство – это кадры, профессионализму которых может позавидовать любое ветеринарное учреждение. Работающих здесь специалистов знают и ценят в республике. Многие из них трудятся и трудятся в организации не один десяток лет. Ежегодно ряды сотрудников пополняются новой сменой – вчерашними студентами профильных высших и средних учебных заведений. Лишь объединив опыт ветеранов, знания практиков, современные научные подходы и энергию молодых, нам удастся достичь намеченных целей. К тому же у нас есть вся необходимая инфраструктура, современное оснащение для проведения научно-исследовательских работ. Сейчас идет модернизация производства и капитальный ремонт зданий, готовится сдача в эксплуатацию вивария, планируется запуск нового оборудования, что позволит продолжать научные изыскания на высочайшем уровне. Мы нацелены на непрерывное движение вперед. Активное участие в инновационных программах, внедрение передовых технологий, реализация новаторских проектов, широкое распространение передового отечественного и зарубежного опыта, эффективная творческая работа – все это позволяет нам добиваться успехов в осуществлении самых смелых идей и планов. ■

Источники научных свершений

Успех любой научной организации зависит от людей, которые в ней трудятся. Их интеллектуальный уровень, творческий потенциал, инициативность являются источниками научных свершений и ярких достижений, вносят достойную лепту в развитие науки. Представляем тех, кто писал и пишет историю института, формирует и приумножает его научно-исследовательский потенциал.

НИКОЛАЙ КОВАЛЕВ,

академик, директор института в 1988–1999 гг.:

– Вскоре после освобождения Климовичского района от немецко-фашистских захватчиков я окончил школу и поступил в единственный по тем временам ветеринарный техникум, находившийся в нашем районном центре. До этого мои представления о ветеринарии были достаточно смутными, но в стенах учебного заведения я полюбил науку, которая дает знания о биологии, анатомии, охране здоровья животных и людей. В 1959 г., после окончания с отличием техникума, поступил в Витебский ветеринарный институт и после завершения учебы трудился в Климовичах ветеринарным врачом и главным ветеринарным врачом совхоза «Высоковский». Затем поступил во Всесоюзный институт ветеринарной санитарии в Москве на заочное отделение, а в 1961-м перевелся в Белорусский научно-исследовательский ветеринарный институт. После окончания аспирантуры начал младшим научным сотрудником, потом занимал должность старшего научного сотрудника, более 20 лет – заведующего отделом радиобиологии, потом – отделом вирусных и бактериальных инфекций, позже около 12 лет был директором института. В 1965 г. защитил кандидатскую диссертацию, в 1975-м – докторскую.

Впервые в республике мной в работу ветеринарной вирусологии введена культура клеток. За время научной деятельности опубликовано более 500 работ, создана школа эпизоотологов, вирусологов и иммунологов, подготовлено 8 докторов и 31 кандидат наук. В моем научном багаже – исследования бешенства, чумы свиней, вирусных болезней крупного рогатого скота, 19 авторских свидетельств и 13 монографий.

Институт экспериментальной ветеринарии им. С.Н. Вышеселского являлся одним из ведущих учреждений в СССР по вопросам профилактики бешенства. Я принимал участие в ликвидации всех крупных вспышек этого заболевания – в регионах Байкало-Амурской магистрали, Якутии, Дальнего Востока. Против бешенства были разработаны профилактическая моновакцина «Белраб», вакцина для постинфекционных прививок «Рабириф», вакцина для пероральной иммунизации диких плотоядных. Созданы вакцины против парагриппа, инфекционного ринотрахеита (ИРТ) крупного рогатого скота, ротавирусной болезни свиней, чумы плотоядных, пастереллеза лошадей. На счету авторского коллектива, который я возглавлял, – бивалентные вакцины против ИРТ и вирусной диареи крупного рогатого скота, трансмиссивного гастроэнтерита и ротавирусной болезни свиней, поливалентные вакцины против пастереллеза, колибактериоза, аденовирусной и ротавирусной болезни телят и поросят, пастереллеза, хламидиоза крупного рогатого скота, сывороточные препараты против разных заболеваний, прижизненные методы диагностики бешенства, болезни Ауески и др.

Запомнилась также борьба с ящуром в Беларуси. Несколько месяцев мы работали в очагах, применяли различные методы вакцинации.

Нами одними из первых в СССР было создано несколько вакцин против коронавирусной инфекции животных. Принцип их приготовления для человека и животных один и тот же. Поэтому, когда началась пандемия COVID-19, эти разработки снова стали актуальными. Сейчас основное внимание ученых сосредоточено на профилактике инфекций органов дыхания и пищеварительного

тракта крупного рогатого скота и свиней, которые наносят наибольший ущерб сельскому хозяйству.

Конечно, институт переживал разные времена. К примеру, в 1988 г., когда я тайным голосованием коллектива был избран на должность директора, учреждение процветало, а вот с распадом СССР столкнулось с неимоверными трудностями. Не было возможности платить зарплату, пришлось увольнять людей. Но потом все стало налаживаться, мы начали зарабатывать деньги, преодолели временные трудности – и предприятие снова стало развиваться. Сейчас я твердо уверен, что отечественная ветеринария занимает устойчивые позиции в мировой науке и способна на высокие результаты.

**ВЛАДИМИР ЛИННИК,
доктор ветеринарных наук, профессор:**

– Я работал в Институте экспериментальной ветеринарии им. С.Н. Вышелесского с 1965 г. Сначала был младшим научным сотрудником, с 1966 г. – старшим, с 1970 г. – заведующим лабораторией по болезням рыб и пушных зверей, с 1985 по 1994 г. возглавлял отдел эпизоотологии и мелких животных. Защитил кандидатскую диссертацию в 1966 г., докторскую – в 1985 г. Награжден грамотой Верховного Совета СССР, медалью ветерана труда, знаками «Выдатнік сельскай сацыялістычнай гаспадаркі» в 1966 г., «Ударник десятой пятилетки» – в 1979 г.

Моя научная карьера неразрывно связана с абсолютно безобидными пациентами – рыбами. Наш коллектив изучал их паразитарные болезни во многих водоемах страны. Было выявлено 9 возбудителей, представляющих опасность для человека и животных, из которых 4 зарегистрированы в Республике Беларусь впервые. Мы разработали санитарно-ветеринарную экспертизу при этих заболеваниях, занимались их профилактикой, используя биологически безопасные способы. В частности, был создан метод озонирования воды в водоемах и доказано, что с увеличением количества кислорода в них рыба намного лучше растет и избавляется от многих недугов. Было изучено 10 биостимуляторов, которые применяются в животноводстве и рыбоводстве, и выделено 3 самых эффективных, упреждающих развитие многих патологий и улучшающих прирост рыбы. Также в арсенале коллектива – 3 вакцины против наиболее распространенных заболеваний, которые рекомендовано применять вместо антибиотиков даже в случае появления болезни.

За разработки, в которых я принимал участие, институт награжден 5 медалями ВДНХ СССР: четырьмя бронзовыми и одной серебряной. Первая «бронза» была получена 30 октября 1975 г. за диагностику и лечение вируса жаберного некроза рыб, вторая (4 декабря 1978 г.) – за разработку нового способа диагностики – люминесцентной флюорографии, третья (6 декабря 1982 г.) и четвертая (4 октября 1986 г.) – за внедрение в практику новых витаминных препаратов и биостимуляторов. А в ноябре 1989 г. институт удостоен серебряной медали за внедрение метода озонирования воды в замкнутом цикле водоснабжения.

И еще одна весомая прибавка в ветеринарную науку – справочник по болезням морских, пресноводных и аквариумных рыб, который вышел под моей редакцией и до сих пор пользуется большим спросом.

**ВАЛЕНТИНА КАРПОВИЧ,
ведущий ветеринарный врач отдела бактериальных инфекций и ветеринарных технологий:**

– Сразу после окончания Смиловичского зооветеринарного техникума в 1969 г. я начала работать в Институте экспериментальной ветеринарии им. С.Н. Вышелесского. Моя трудовая деятельность связана с освоением современных методик серологических и бактериологических исследований, методик изготовления и контроля бактериальных вакцин, разработкой вакцин против колибактериоза и клебсиеллеза крупного рогатого скота и свиней, против пастереллеза, сальмонеллеза, а также многокомпонентных вакцин. Я являюсь соавтором и правообладателем 5 патентов на изобретения, а также одним из разработчиков 2 методических указаний. На моем счету – проведение многочисленных бактериологических экспертиз, от которых зависит постановка диагноза и в последующем правильное оказание лечебной помощи.

Сейчас веду первичные посевы линии микроорганизмов при производстве инaktivированных бактериальных вакцин и очень увлечена этим процессом.

В нынешних условиях с помощью современных технологий трудиться стало намного легче и интереснее. Молодым специалистам, которые приходят в институт, я говорю: «Сначала определитесь, нравится ли вам научная работа. Если нравится, оставайтесь!». ■

Гаранты здоровья

Научные исследования ученых Института ветеринарии им. С.Н. Вышелесского легли в основу разработанных био-, химфармпрепаратов, противопаразитарных, дезинфицирующих и диагностических средств преимущественно для сельскохозяйственных животных, которые пользуются большим спросом на рынке нашей страны и зарубежья. Они на протяжении многих лет надежно охраняют здоровье животных.



ПРЕПАРАТ
«КМП ПЛЮС»



ВАКЦИНА
«ПНЕВМОБАКТ-Л»



ВАКЦИНА
«БЕЛВИРОПАСТ»

Препарат «КМП ПЛЮС». Его можно назвать настоящей кладовой биоэлементов, так необходимых для нормальной жизнедеятельности животных и формирования у них защитно-адаптационных механизмов, корректирующих гипомикроэлементозы. Препарат предназначен для профилактики у крупного рогатого скота заболеваний, обусловленных дефицитом железа, йода, селена, цинка, марганца и кобальта, лечения телят, больных энзоотическим зобом, железодефицитной анемией, беломышечной болезнью, токсической дистрофией печени; для улучшения репродуктивной функции коров и профилактики у них родовой и послеродовой патологии; для повышения жизнеспособности новорожденного молодняка.

«КМП ПЛЮС» выпускается с 2011 г. и не имеет аналогов на отечественном рынке. Его преимуществом является парентеральный способ введения, обеспечивающий 100%-ное усвоение всех компонентов в отличие российских аналогов, которые вводятся перорально.

В 2021–2022 гг. препарат поставлялся в 15 хозяйств Республики Беларусь и 1 – Российской Федерации. За данный период реализован 11 761 флакон на сумму 225 669 руб.

«КМП ПЛЮС» удостоен золотой медали XIII Международной выставки исследований, инноваций и изобретений «PRO INVENT-2015» в Румынии, серебряной – XVI российской агропромышленной выставки «Золотая осень-2014» в Москве и бронзо-

вой – Международной выставки изобретений и инноваций «TRAIAN VUIA» в Республике Молдова.

Вакцина «ПНЕВМОБАКТ-Л». Биопрепарат предназначен для активной профилактической иммунизации крупного рогатого скота на фермах, неблагополучных и угрожаемых по респираторной патологии, обусловленной возбудителями пастереллеза. Изготавливается из инактивированных антигенов бактерий *Mannheimia (Pasteurella) haemolytica* (штамм КМИЭВ-В158), *Pasteurella multocida* тип А (штамм КМИЭВ-В166), циркулирующих в белорусских агрохозяйствах, и токсоида лейкотоксина *Mannheimia haemolytica* (штамм КМИЭВ-В158). В состав также входит масляный адъювант Montanide ISA, позволяющий повысить иммуногенность и снизить реактогенность вакцины.

Напряженный иммунитет у вакцинированных животных формируется на 14–20-й день после вакцинации и сохраняется в течение 6–9 месяцев.

В 2021–2022 гг. вакцина реализовывалась на 75 предприятий Республики Беларусь. За данный период поставлено 178 400 доз на сумму 369 409 руб.

Вакцина «БЕЛВИРОПАСТ». Это эффективное средство, появившееся на рынке в мае 2018 г., применяется для профилактической иммунизации крупного рогатого скота против инфекционного ринотрахеита, вирусной диареи, парагриппа-3 и пастереллеза. Состоит из авирулентных инактивированных штаммов перечисленных вирусов, эмульгированных в масляном адъюванте Montanide ISA, способствует выработке специфических антител против указанных возбудителей у иммунизированных животных.

Вакцина оказывает стимулирующее влияние на иммунную систему животных, их неспецифическую резистентность, активизирует фагоцитарную активность клеток нейтрофильно-макрофагального ряда и бактерицидную активность крови, способствует формированию специфического иммунитета, а у новорожденных телят – колострального иммунитета. Иммунитет формируется к 21-му дню после вакцинации.

В 2021–2022 гг. вакцина поставлялась на 80 сельхозпредприятий Республики Беларусь. Было реализовано 282 400 доз на сумму 338 904 руб.

Представленные препараты и другие разработки Института экспериментальной ветеринарии им. С.Н. Вышелесского во многом обеспечивают высокий уровень развития животноводства в Беларуси и являются гарантом безопасной продукции для населения страны. ■

Материалы рубрики подготовила
Ирина ЕМЕЛЬЯНОВИЧ

БЕСКОНЕЧНЫЙ МАГНЕТИЗМ ОБНОВЛЕНИЯ

Как молодая
исследовательница
придумала
новый способ
объединения
разнородного
и непохожего



Александра Серокурова – старший научный сотрудник Научно-практического центра НАН Беларуси по материаловедению, кандидат физико-математических наук. Родилась в Донецкой области Украины (г. Бахмут). Окончила Донецкий национальный технический университет, а затем аспирантуру НПЦ НАН Беларуси по материаловедению, в котором по завершении учебы осталась трудиться. За цикл работ по теме «Разработка и синтез новых мультиферроидных гетероструктур с функциональными СВЧ-характеристиками, востребованными для практического их применения в качестве новых элементов компонентной базы магноники и микроэлектроники» была отмечена премией для молодых ученых НАН Беларуси по итогам 2021 г.

Новизна начинается с почти неуловимого импульса. Миг – и вот уже перемещаются элементарные частицы, вспыхивают молнии новых идей, и неожиданные события, словно магнитные поля, притягивают людей, и меняются траектории человеческих судеб. Откуда же оно берется, из чего возникает, какой энергией движимо вперед – озарение, которое позволяет сложить из разрозненных фрагментов реальности новое целое, высветить неожиданный ракурс, с которого четко просматривается единственно верный путь?

Наша сегодняшняя героиня Александра Серокурова называет это явление «искрой обновления». Молодая исследовательница, работающая в области химии новых материалов, а фактически – на стыке наук, знает по опыту: объединить то, что с виду кажется несовместимым, не только возможно, но часто и жизненно необходимо. Можно сказать, что примером тому – и ее научные разработки, и даже сам жизненный путь, в котором, несмотря на молодость, вместился многоплановый опыт. Междисциплинарные исследовательские проекты, работа с неодинаковым упорядочением элементарных частиц в сложных материалах, разные, но все равно дорогие сердцу города и страны... Как же Александра стала одним из лучших молодых ученых Беларуси, да еще химиком, объединяющим такой сложный мир? Мы попросили рассказать об этом ее саму.

«Химия» выбора и выбор химии

Если бы когда-то маленькой девочке Саше кто-нибудь сказал, что в будущем она станет ученым, да еще химиком, да еще и будет создавать новые технологии для промышленности, эти слова ее бы до чрезвычайности удивили.

Не то чтобы мечта казалась несбыточной – ни о чем подобном она в то время не помышляла. «Не могу сказать, что с детства мечтала о том, что стану заниматься наукой», – признается сегодня Александра Ивановна. Хотя первые намеки, говорит, все же проскальзывали. – *Правда, у меня в целом был интерес к естественнонаучной направленности*. Учиться ей всегда нравилось, хотя и не была круглой отличницей, «но всегда – «хорошисткой». Уже тогда педагоги пророчили ученице дорогу в вуз, и у нее была уверенность, что продолжать образование после школы она будет только в университете. Однако потом вера в свои силы на миг пошатнулась. Засомневавшись в успехе, Саша вдруг подала документы в техникум.

Впрочем, проблема была не в выборе альма матер. Когда пришло время поступать, труднее всего оказалось определиться с конкретной специальностью. *«С одной стороны, мне хотелось получить профессию, близкую к биологической направленности, включая, например, врача, ветеринара... – перечисляет свои тогдашние приоритеты Александра. – С другой стороны, химиком тоже быть неплохо. А еще тянуло к лингвистике, нравилось изучать языки»*. Наконец, прислушавшись к голосам сердца, души и разума, она поняла, что ближе всего ей специальность «химическая технология», которую преподавали в техникуме.

По прошествии лет, говорит Александра, для нее стало совершенно очевидно: учеба в техникуме стала не просто первой ступенькой к высшему техническому образованию, а судьбоносной и определяющей, позволила правильно расставить приоритеты и постичь азы профессии как в теории, так и на практике.

– *Именно здесь преподаватели смогли заинтересовать своим предметом настолько, что у меня не осталось сомнений в правильности выбора специальности*, – вспоминает собеседница. После окончания техникума с красным дипломом решение о совершенствовании своих знаний по уже полюбавшейся специальности казалось очевидным.

Благодаря первому диплому Александра была принята в Донецкий национальный технический университет сразу на второй курс. Но, по ее признанию, даже став студенткой вуза, она вначале «ничего про науку не понимала», пока в процессе учебы не познакомилась с сущностью исследовательской деятельности поближе:

– *Мне кажется, что люди, которые поступают на первый курс, вообще очень слабо представляют, что это такое – заниматься наукой. И конечно, в то время я в аспирантуру после вуза совершенно не собиралась и про исследования всерьез не думала. Но как-то так пошло начиная с 3-го курса, что постепенно поняла: научная работа – необычная, это такая творческая деятельность. Она не однообразна. Что-то делаешь руками, где-то подумаешь головой... Одним словом, я решила: скучно мне здесь точно не будет!*

Выбрать первую актуальную тему для исследований помог ее руководитель, профессор Донецкого технического университета Юрий Степанович Прилипко, который, говорит Александра, «на протяжении всей учебы был помощником и наставником». А потом стены альма-матер остались позади, и вчерашняя студентка превратилась в молодого

специалиста – инженера-химика, перед которым встал новый выбор.

Образование нужно было продолжать, ведь Александра больше не представляла себя без научной работы. Мир вокруг нее менялся, и в этом круговороте нужно было найти для себя место, где можно спокойно заниматься наукой. Какое-то провидение привело Александру в Беларусь, и здесь, в Минске, она вскоре смогла обрести не только второй дом, но и настоящую научную школу.

Выяснилось, что для совершенствования знаний как нельзя лучше подойдет аспирантура в Научно-практическом центре НАН Беларуси по материаловедению, после учебы в которой Александра Серокурова смогла успешно защитить кандидатскую диссертацию по теме «Условия формирования и магнитоэлектрические свойства гетероструктур сегнетоэлектрик – ферромагнетик», а затем с радостью приняла предложение продолжить исследовательскую деятельность в качестве научного сотрудника одной из лабораторий – физики магнитных пленок.

Энтузиазм молодого ученого-химика с ученой степенью в физико-математической области объясняется просто. Задачи, которые стояли перед ней как сотрудницей лаборатории, были одновременно амбициозны, увлекательны и трудоемки. Их решения требовали скрупулезности и творческого поиска, а результаты могли принести пользу людям и продвинуть технологии хотя бы на шаг вперед, в будущее. Александра ни минуты не сомневалась в своем выборе. И оказалась совершенно права.

Тайны двойственных упорядочений

Мир научных проблем, которые решает наша героиня вместе со своими коллегами, удивителен. Это царство веществ и составляющих их частиц, которые обладают двойственностью – этакая тайна в квадрате.

– Я химик по образованию, но мои исследования связаны с разработкой новых материалов и структур, обладающих особыми свойствами, – сразу вносит ясность Александра. – В последнее время интенсивно исследуют мультиферроики – твердые тела, обладающие одновременно как магнитным, так и электрическим упорядочением.

Речь идет, разумеется, об упорядочении элементарных частиц. Интерес же к таким разработкам со стороны ученых, продолжает собеседница, вызван богатством и разнообразием наблюдаемых связанных с ними физических явлений, а как резуль-

тат – «возможностью создания на их основе новых устройств микро-, наноэлектроники и микросистемной техники, таких как высокочувствительные датчики магнитных полей, переключаемые электрическим полем элементы магнитной памяти, управляемые устройства обработки радиосигналов и другие устройства».

Тем не менее воплотить некоторые идеи в реальность бывает далеко не просто:

– Однако в природных мультиферроидных кристаллах эффекты малы по величине, – продолжает наша героиня, очерчивая научную проблему, – и наблюдаются, как правило, при низких температурах или в больших магнитных полях, что ограничивает их применение. Поэтому следующим шагом стало изготовление композитных материалов, состоящих из двух отдельных фаз.

Иными словами, ученые решили соединить между собой различные субстанции с противоположными ферромагнитическими характеристиками. Но претворить эту светлую идею в жизнь оказалось довольно сложно. Как поясняет Александра Ивановна, далеко не все вещества подходят для такого совмещения в силу своих природных свойств.

– Наиболее перспективными оказались слоистые структуры, но единого научного подхода к их формированию нет, – объясняет исследовательница. –



Награждение лауреатов премии им. академика Ж.И. Алферова для молодых ученых НАН Беларуси за 2021 г.



Диплом за победу в конкурсе «Предложения молодых ученых Беларуси для компании LG Electronics Inc. 2021»

Для этого материалы должны быть идеально согласованы между собой по кристаллоструктурным, физическим и химическим свойствам. А таких пар материалов очень мало.

Чтобы найти решение этой задачи, понадобились годы научных изысканий, скрупулезных поисков и различных экспериментов. В результате Александра Серокурова предложила новый способ формирования необходимых материалов из исходных, разнородных по физико-химическим свойствам, положив в его основу метод ионно-лучевого распыления – осаждения.

Эта работа и была заслуженно отмечена премией Национальной академии наук Беларуси для молодых ученых. Благодаря новаторским решениям ученых, в том числе и нашей героини, человечество сможет еще больше продвинуться в развитии технологий, производстве современных приборов и устройств.

Наука, которая никогда не заканчивается

По наблюдениям Александры, у всех исследователей есть одна общая черта: любознательность. И конечно, каждому, кто хотел бы посвятить жизнь научной сфере, «нужно любить учиться: ведь ученый – человек, который учится всю жизнь», – говорит она.

В ее жизни бесконечность науки стала понятием краеугольным и многосторонним. Ведь даже наставники, многому научившие, для нее – люди, остающиеся в памяти навсегда.

Если интерес к химии возник у нее еще до поступления в вуз, то научный взгляд на мир сформировался как раз в университете. За это благодарна своему первому руководителю – профессору Юрию Степановичу Прилипко, под пристальным вниманием и с помощью мудрых советов которого писалась магистерская работа: «Именно у него получилось вовлечь меня в науку».

Затем, уже в аспирантуре, когда нужно было найти верное направление дальнейшей работы, тоже очень повезло с научными авторитетами. «Моим руководителем стал кандидат физико-математических наук Александр Иванович Стогний, и под его руководством я начала работать с вакуумными методами получения тонких пленок», – вспоминает исследовательница.

Роль наставника в развитии личности, ступившей на академическую стезю, по ее мнению, невероятно важна:

– Я считаю, стать ученым без научного руководителя невозможно. Так устроена академическая наука. И еще: научный руководитель остается с тобой на всю оставшуюся жизнь. Он только статусы меняет: руководитель, наставник, рецензент и т.д.

Но чтобы человек состоялся как ученый, требуется еще и обладать определенными личными качествами. Кроме уже упомянутого любопытства и тяги к познанию «необходима вдумчивость, усидчивость, упорство в достижении целей».

– Наука – это выбор в пользу тяжелого ежедневного труда, – говорит Саша. – Наука никогда не заканчивается, это деятельность 24/7, и не случайно в эту область идут люди увлеченные и увлекающиеся. Голова ученого постоянно занята какими-то проблемами. Решать их и искать ответы на вопросы – не просто его профессия, это стиль и образ жизни.

Профессия и миссия

Для ученого его работа сопряжена с множеством ежедневных шагов во имя дня завтрашнего, когда будничные дела сегодня незримо подчинены будущему. Такое ощущение возникает, когда Александра рассуждает о роли научных исследований.

– Наука – это большой (и даже, наверно, главный) вклад в развитие мира, в его понимание. Это наше движение вперед, – уверена она, – и каждого человека,

и всего человечества. Я в науке именно поэтому: она заставляет меня все время двигаться вперед.

Избранный профессиональный путь оправдал ее ожидания: на нем действительно нет однообразия, способного навести на творческого человека скуку и уныние. Наоборот, подстерегает немало творческих задач и даже порой – неожиданностей.

– Научная деятельность – это комплекс действий: сегодня ты оформляешь документы, завтра должен разбираться в экономических и юридических тонкостях, послезавтра преподаешь, потом – рисуешь графический абстракт к статье; а еще у тебя есть и компьютерное моделирование, и реальный эксперимент. Привлекает, что нет отдельной четкой функции, – делится самоощущением в профессии Александра. Поэтому, добавляет, скучно не бывает:

– Работа в научной области – это возможность узнавать каждый день так много нового! В общем, если тебе тяжело заниматься какими-то рутинными делами, то в науке все будет, как ты хочешь: здесь каждый день – разный. Никогда точно не знаешь, что будешь делать через год или даже – порой – послезавтра. Потому что задачи меняются в зависимости от потребностей текущего момента, актуальной темы исследования и т.д.

Александра признается, что для нее самое сложное в исследовательской работе – быть готовой к тому, что не все и сразу может приводить к нужному результату.

– Если сегодня удался эксперимент, что-то получилось, то ощущаешь колоссальный прилив сил, радость и удовлетворение, забывая важную вещь: что порой ведь может и не получиться. Но это часть жизни и работы исследователя, это его повседневная реальность.

Но на такой случай у нашей героини есть принцип, который, пожалуй, звучит универсально:

– Главное – не терять искру и пробовать снова.

«Чудеса – не фантастика»

Неиссякаемый источник вдохновения, и не только для научного сотрудника, – изучение биографий исследователей и научных открытий прошлого.

– Я вообще восхищаюсь учеными конца XIX – начала XX века! – говорит Александра. – Сейчас у нас есть доступ к огромному количеству методов исследований, измерительных комплексов. Мы можем увидеть уже буквально все, вплоть до атомарного уровня. А в то время ученым, исследователям приходилось проделывать колоссальную работу,

чтобы доказать свои предположения. Например, планетарная модель атома Резерфорда: не все могут себе это даже представить, а Резерфорд ее экспериментально доказал.

Не меньше эмоций вызывают поиски ученых в области квантовой физики, например другого нобелевского лауреата – Шрёдингера. Да что там, самую главную научную премию мира ученым, работающим в данной области, присудили буквально считанные дни назад!

Но кроме передовой науки прошлого и настоящего Александру интересует и ее завтрашний день. Она ищет ответы на свои вопросы у самых продвинутых мыслителей мира. Рассказывает, что недавно прочитала книгу «Физика будущего» профессора теоретической физики Митио Каку:

– На основе бесед с более чем 300 учеными мирового уровня и посещений передовых лабораторий автор делает прогнозы развития общества и технологий на 100 лет вперед. И с ним нельзя не согласиться. Кому, как не ученым-физикам, рассуждать о том, что будет представлять собой мир в 2100 году? Искусственные органы; компьютеры, управляемые усилием воли; парящие в воздухе автомобили; невероятная продолжительность жизни и молодости... Все эти чудеса – не фантастика, а обоснованные прогнозы научного мира. Оказывается, возможно и не такое.

Центр Вселенной в эру компиляций

Иногда приходится слышать, что мы живем в эпоху повторов, ремейков и компиляций. Того, что уже открыто, написано, изобретено прошлыми поколениями жителей Земли – в той или иной ее географической и временной точке.

Тем не менее перед человечеством постоянно возникают новые вызовы и задачи, и даже проблемы, кажущиеся старыми как мир, незаметно обновляются на совершенно новом уровне.

Именно поэтому каждое маленькое открытие, совершенствование, «огранка» уже существующих достижений – дорогого стоит. Не столь важно, касается это бесконечное обновление нового стиля в искусстве или гениально простого решения в создании связи и транспорта.

Главное, чтобы в центре любых изменений оставался Человек.

Ведь для того, чтобы наш мир развивался, прежде всего – для начала – он должен просто существовать. ■

Татьяна ЖДАНОВИЧ

РЕЛЯТИВИСТСКИЕ ЭФФЕКТЫ — ОСНОВА КОСМОНАВТИКИ БУДУЩЕГО



Виктор Саверченко,
научный сотрудник
Института тепло-
и массообмена имени
А.В. Лыкова, кандидат
физико-математических
наук

Решение проблемы самодвижения — «мечта» всей мировой космонавтики. Сегодня этот процесс считается неосуществимым, однако если он когда-либо будет реализован, польза от него для космонавтики будет огромной. К сожалению, настоящая работа не дает абсолютного доказательства возможности самодвижения, она лишь наглядно и доступно показывает, как данное явление следует из законов релятивистской механики.

Считается, что закон сохранения импульса выступает следствием однородности пространства [1]. По этой причине в классической механике закон сохранения импульса выполняется всегда. Поэтому невозможно построить изолированную систему, которая могла бы менять положение в пространстве и импульс без взаимодействия с окружающими объектами.

В теории относительности [2–4] утверждается, что пространство может быть искри-

влено, например, гравитацией. В связи с этим не стоит ожидать выполнения классического закона сохранения импульса в релятивистской механике, которая построена на принципах теории относительности. Важно отметить, что, несмотря на большое число расхождений и парадоксов [5], теория относительности достаточно совершенна и хорошо согласуется с реальными экспериментами.

Но допущение о нарушении однородности пространства в общем случае не дает ответа на вопрос, возможно ли в релятивистской механике самодви-

жение, и если возможно, то как. Под самодвижением понимается изменение изолированной системой своего положения или импульса без взаимодействия с окружающими телами. Поэтому цель работы – наглядно объяснить, как можно теоретически реализовать самодвижение системы, внутри которой происходят релятивистские процессы. К сожалению, нынешнего уровня развития технологий недостаточно для практической реализации рассмотренных эффектов, поскольку до релятивистских скоростей удалось разогнать лишь элементарные частицы [6].

Изменение импульса системы без взаимодействия с другими телами

Главным законом релятивистской механики, который открывает возможность самодвижения, является связь массы и энергии $E=mc^2$. Согласно данному закону, любая энергия обладает собственной массой. Последнее означает, что в сжатом состоянии пружина имеет большую массу, чем в расслабленном, заряженный конденсатор массивнее, чем разряженный, нагретое тело массивнее, чем холодное. Если бы это было не так, то изолированная система смогла бы изменять свою массу, ускоряя что-либо внутри себя по кругу до релятивистских скоростей с использованием энергии внутреннего источника, например конденсатора. Ведь из законов релятивистской механики известно, что масса движущегося с релятивистской скоростью тела в покоящейся системе

отсчета больше массы того же тела, когда последнее неподвижно. При этом стоит понимать, что энергетическая емкость всех существующих пружин, конденсаторов и калориметров настолько мала, что изменение их массы невозможно зафиксировать даже на самом точном оборудовании. В то же время масса нуклонов при попадании в потенциальное поле ядра атома уменьшается весьма существенно.

Чтобы понять, как закон взаимосвязи массы и энергии позволяет изолированной системе приобрести импульс без взаимодействия с другими телами, рассмотрим гипотетическую систему, изображенную на рис. 1. Данная система включает пушку, установленную на тележке, и ядро.

В системе присутствуют две одинаковые пружины, одна – внутри пушки – сжата, вторая – внутри ядра – расслаблена. Пушка стреляет ядром, внутри которого находится расслабленная пружина. Когда веревка натягивается, она сжимает пружину внутри ядра, тем самым останавливая его. При этом вся кинетическая энергия ядра превращается в потенциальную энергию сжатой пружины. Далее мы притягиваем ядро

к пушке с классической скоростью, меняем местами пружины, заряжаем ядро в пушку, а затем повторяем весь цикл еще раз.

Сжатая пружина имеет большую массу, чем расслабленная. Во время разгона ядра пружина в нем всегда расслаблена. Во время торможения ядра пружина в нем сначала расслаблена, а под конец процесса торможения – полностью сжата. Получается, что средняя масса пружины в процессе торможения больше, чем в процессе разгона. Поэтому импульс, полученный тележкой от ядра при торможении, больше импульса, переданного ядру от тележки при разгоне. Получается, что после каждого выстрела с последующим торможением вся система приобретает дополнительный импульс без взаимодействия с окружающими телами.

Важно отметить, что гипотетические тележка, пружины и веревка были выбраны лишь для большей наглядности мысленного эксперимента. Так, например, вместо пушки можно было бы изобразить электромагнитный ускоритель, берущий энергию от покоящегося конденсатора и находящийся в левой части космического корабля. Внутри ядра можно было бы поместить электромагнитный

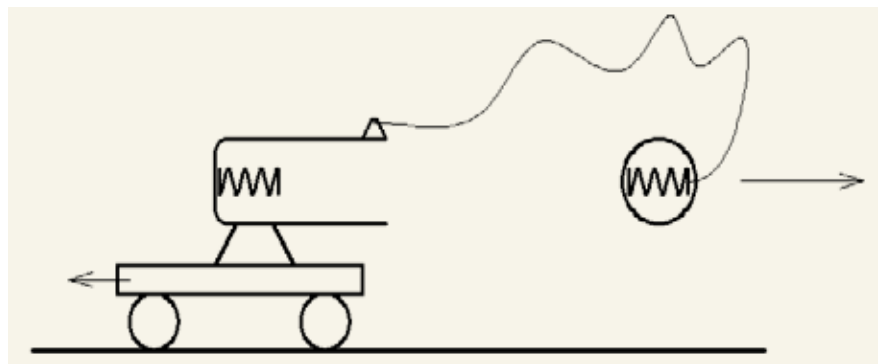


Рис. 1. Гипотетическая тележка с пушкой

тормоз-рекуператор, заряжающий конденсатор, также помещенный внутрь ядра. В правой части космического корабля можно было бы неподвижно закрепить гребенку из постоянных магнитов, необходимую для торможения ядра посредством установленного внутри него тормоза-рекуператора. Данная система работала бы абсолютно аналогично системе, изображенной на *рис. 1*. Однако если релятивистские пружинки и веревки невозможно изготовить, то электромагнитные ускорители и электромагнитные тормоза-рекуператоры существуют [6] и отлично работают на релятивистских скоростях, хотя пока что могут ускорять только элементарные частицы.

Чтобы численно оценить дополнительный импульс, сравним процесс разгона и торможения. Для удобства вместо разгона рассмотрим процесс торможения, в котором пружина остается расслабленной, мысленно привязав веревку за пружину в казенной части пушки и за корпус ядра. Пусть в первой системе пружина остается расслабленной, а во второй – сжимается. Предположим, что в расслабленном состоянии пружина имеет нулевую массу покоя, а в полностью сжатом состоянии – 9 кг. Предположим, что ядро без пружины имеет массу покоя 1 кг. Тогда ядро с расслабленной пружиной внутри имеет массу покоя $m_0=1$ кг, релятивистскую массу во время полета $m=10$ кг и скорость полета $V_{max}=2.9828 \cdot 10^8$ м/с. Предположим, что в обеих системах торможение происходит равномерно за время $T=10$ с.

Для анализа процессов торможения воспользуемся

формулой (1) для релятивистского ускорения [2]:

$$F = m_0 a \left(1 - \frac{V^2}{c^2} \right)^{-\frac{3}{2}}. \quad (1)$$

При равномерном замедлении величина замедления равна $a=V_{max}/T$. Тогда в первой системе масса покоя ядра остается неизменной и равной $m_0=1$ кг. Во второй системе масса покоя ядра увеличивается ровно на столько, на сколько уменьшается его кинетическая энергия, поскольку данная энергия превращается в массу покоя по закону $E=mc^2$. Зависимость массы покоя ядра во второй системе в нашем случае можно описать выражением (2):

$$m_0(t) = \frac{\sqrt{1 - \left(\frac{V_{max}}{c} - \frac{V_{max} \cdot t}{ct} \right)^2}}{\sqrt{1 - \frac{V_{max}^2}{c^2}}}. \quad (2)$$

Чтобы вообразить наглядно, как меняются параметры систем, ниже представлена *таблица*.

Данные таблицы свидетельствуют о том, что при замедлении ядра в первой системе остается неизменной масса его покоя, а во второй – релятивистская масса. Однако чтобы понять, какой импульс будет передан тележке при торможении ядра, необходимо рассчитать на основе таблицы силу, с которой замедляющееся ядро тянет за веревку в каждый момент времени по формуле (1) с учетом выражения (2) для второй системы. Результаты расчета приведены на графике (*рис. 2*).

Из графика видно, что в любой момент времени сила натяжения веревки во второй системе больше, чем в первой.

Интегрирование зависимости, изображенной на *рис. 2*, по времени от 0 до t показывает, что полный импульс, сообщенный нитью тележке при торможении ядра во второй системе, на 16% больше, чем в первой. При этом понятно, что импульсы, переданные ядрам при торможении в первой системе и при выстреле во второй системе, равны. Получается, что после торможения во второй системе центр масс системы должен приобрести импульс, равный 16% импульса летевшего ядра. Следовательно, после каждого выстрела скорость центра масс второй системы будет становиться все больше и больше.

Изменение положения системы без взаимодействия с другими телами

Рассмотрев гипотетическую систему из тележки с пушкой, мы понимаем, что в ближайшее время такое самодвижение вряд ли будет реализовано на практике, поскольку оно требует разгона массивной конструкции до релятивистской скорости. Однако хотелось бы предложить такую систему, которую можно было бы технически осуществить хотя бы в лабораторных условиях. Поэтому далее мы проанализируем упрощенный вид самодвижения – самосмещение, а именно изменение изолированной системой своего положения в пространстве без взаимодействия с окружающими телами.

Однако прежде обратимся к неизолированной системе, состоящей из тележки и груза на ней (*рис. 3*). Предположим, что груз может некоторым

образом менять свою массу, не влияя при этом на импульс системы. Например, это может быть кастрюля, в которую мы сверху заливаем воду, а затем сливаем ее вертикально вниз.

Если мы будем поочередно перекладывать груз с левого края тележки на правый, когда он тяжелый, и с правого на левый, когда легкий, то тележка постоянно будет смещаться влево. Это связано с тем, что при каждом изменении массы груза центр тяжести системы отклоняется влево. Известно, что в классической механике рассмотренная система не может быть изолированной, поскольку, согласно закону сохранения массы, последняя не бывает раз-ной у одного и того же тела.

Однако в релятивистской механике подобное возможно, поскольку масса тела, движущегося с релятивистской скоростью, больше массы того же тела, перемещаемого с классической. Так, например, груз с массой покоя $m_0=1$ кг и скоростью $V=2,9828 \cdot 10^8$ м/с, имеет релятивистскую массу $m=10$ кг. Стоит отметить, что релятивистский импульс груза $p=mV$ имеет тот же вид, что и классический $p=m_0V$. Поэтому если мы будем перемещать груз вправо с релятивистской скоростью, а влево с классической, получим эффект, изображенный на рис. 3, только уже для изолированной системы. Важно, чтобы энергия на разгон груза приходила с направления, перпендикулярного движению тележки, чтобы не влиять на ее положение и импульс. Это связано с тем, что, как уже упоминалось, в релятивистской механике любая энергия всегда обладает массой согласно закону $E=mc^2$.

t, c	$V, m/c$	Первая система (пружина расслаблена)		Вторая система (пружина сжимается)	
		$m_0, кг$	$m, кг$	$m_0, кг$	$m, кг$
0	298289729	1	10	1	10
0,011854	297936140	1	9	1,111111	10
0,02845	297441108	1	8	1,25	10
0,052705	296717582	1	7	1,428571	10
0,090193	295599350	1	6	1,666667	10
0,152681	293735420	1	5	2	10
0,268763	290272799	1	4	2,5	10
0,524413	282647040	1	3	3,333333	10
1,296117	259627884	1	2	5	10
10	0	1	1	10	10

Таблица. Изменение параметров двух систем при торможении ядра

На рис. 4 изображены релятивистские системы, в которых тела движутся в одном направлении с релятивистской скоростью, а в обратном – классической.

Слева изображен гипотетический трубопровод, который вращается вокруг своего центра масс. Скорость такова, что самые удаленные от оси

вращения участки трубопровода, по которым жидкость течет вниз, движутся с релятивистской скоростью, а наиболее близкие к оси с жидкостью, текущей вверх, – с классической. Насос обозначен кругом со стрелкой, указывающей вверх. Таким образом, в покоящейся системе отсчета масса молекулы жидкости,

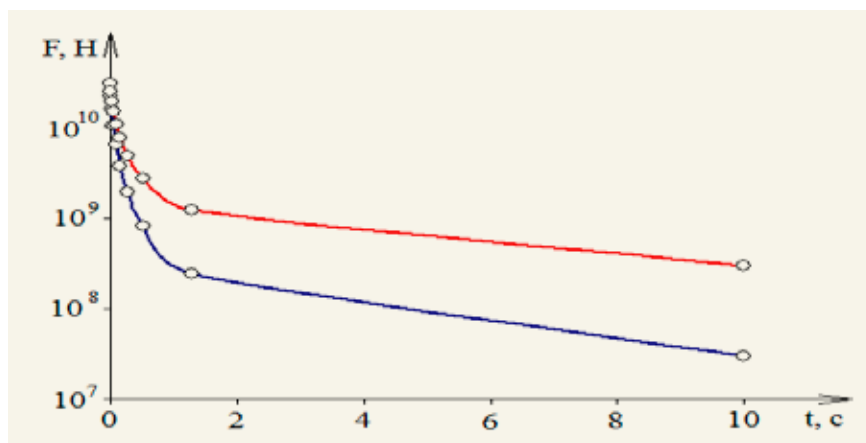


Рис. 2. Зависимость силы натяжения нити от времени

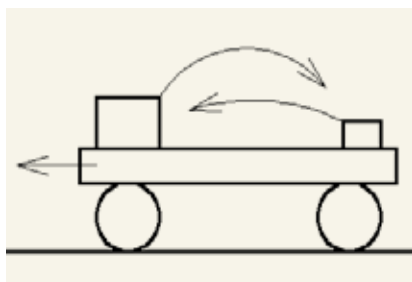


Рис. 3. Тележка с грузом

направляющейся вниз, больше массы той же молекулы при ее движении вверх. Следовательно, когда включается насос, система начинает двигаться вверх со скоростью, пропорциональной расходу жидкости, проходящей через него. Энергия на ее разгон поступает с направления, перпендикулярного направлению движения жидкости. Вертикальные участки трубопровода не передают энергии снизу вверх, поскольку гипотетические деформации, вызванные силой Кориолиса, являются статическими.

Система, изображенная на рис. 4 справа, представляет собой вторичную обмотку трансформатора с индуктором в центре. Вместо обмотки нарисован один виток, часть которого заменена на вакуумную разрядную трубку. Получается, что электроны в одну сторону движутся по проводнику с классической скоростью, а в дру-

гую, в вакууме, с релятивистской. Подвод и отвод энергии в систему осуществляется за счет изменяющегося магнитного поля в индукторе. Обмотка может быть выполнена как из проводника, так и из сверхпроводника. Энергия для разгона электронов подводится магнитным полем, которое перпендикулярно движению электронов. Поэтому данная энергия не может влиять на импульс системы.

Для ускорения электронов до релятивистской скорости достаточно всего лишь подать на электроды напряжение ~ 1 МВ. Необходимо, чтобы последние находились в достаточно сильном вакууме [7], где длина свободного пробега молекулы существенно больше расстояния между электродами. Обеспечить обратное движение электронов с классической скоростью – тоже осуществимая задача. Известно, что скорость направленного движения электронов в проводниках составляет $\sim 0,1$ мм/с [8], в сверхпроводниках $\sim 10^5$ м/с [9], что намного меньше скорости света. Существуют линейные ускорители [6], позволяющие рекуперировать кинетическую энергию движения электронов при их торможении, превращая ее в электрическую. Это говорит о том, что замедлить электроны

путем рекуперации можно даже при релятивистских скоростях.

Важно отметить, что в обеих системах, изображенных на рис. 4, энергия передается перпендикулярно движению ее носителей. Чтобы наглядно понять, почему это важно, рассмотрим три гипотетические системы на рис. 5.

На рис. 5 сверху изображена система, состоящая из гидронасоса (слева) и гидромотора (справа), которые соединены прямым и обратным гидравлическими патрубками. В первом (нижнем) гидравлическая жидкость течет под давлением от гидронасоса к гидромотору, передавая последнему энергию, во втором движется без давления (расширительный бачок не нарисован). Предположим, что жидкость упруго сжимаема. Тогда получается, что один моль гидравлической жидкости в нижнем канале имеет большую массу, чем один моль той же жидкости в верхнем (обратном) канале. Это обусловлено тем, что сжатая жидкость обладает дополнительной потенциальной энергией, которая может быть превращена в работу при расширении жидкости. Следовательно, массовый расход жидкости слева направо больше, чем справа налево, поскольку молярные расходы одинаковы. Это означает, что, передавая энергию слева направо, мы непременно передаем туда и массу.

На рис. 5 по центру изображена гипотетическая система, в которой энергия передается тоже слева направо, но посредством вала. Он деформируемый, однако его части не движутся в заданном направлении – они просто вращаются вокруг своей оси. Поэтому,

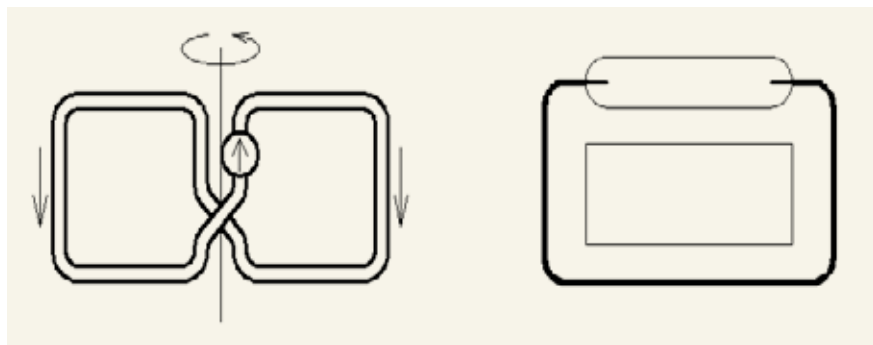


Рис. 4. Релятивистские самодвижущие системы

по-видимому, мы передаем энергию, не передавая массы.

На рис. 5 снизу изображена гипотетическая система, в которой энергия распространяется слева направо посредством троса и блоков. Поскольку трос растяжимый, то масса передается справа налево.

Наконец, можно представить гипотетическую систему, в которой слева мы заряжаем конденсаторы, перемещаем их вправо, затем разряжаем их справа и относим влево для последующей зарядки. В данном случае мы переносим энергию слева направо, перенося при этом и массу. Причем она точно-точно равна сообщаемой при этом энергии по формуле $E=mc^2$.

Даже если представить, что в системе с валом масса все-таки передается вместе с энергией каким-либо непонятным способом, то, при передаче энергии в прямом направлении тросом, а в обратном гидравлической получается постоянное смещение центра масс системы.

Заключение

Из проведенного теоретического анализа систем, внутри которых происходят релятивистские процессы, следует вывод о возможности самодвижения. Если внутри системы попеременно двигать тело в прямом направлении с релятивистской скоростью, а в обратном – с классической, то такая система сможет сама изменять свое положение в пространстве. При этом важно, чтобы энергия на разгон тела до релятивистской скорости поступала перпендикулярно направлению движения тела. Самодвижение системы теоретически возможно, если переда-

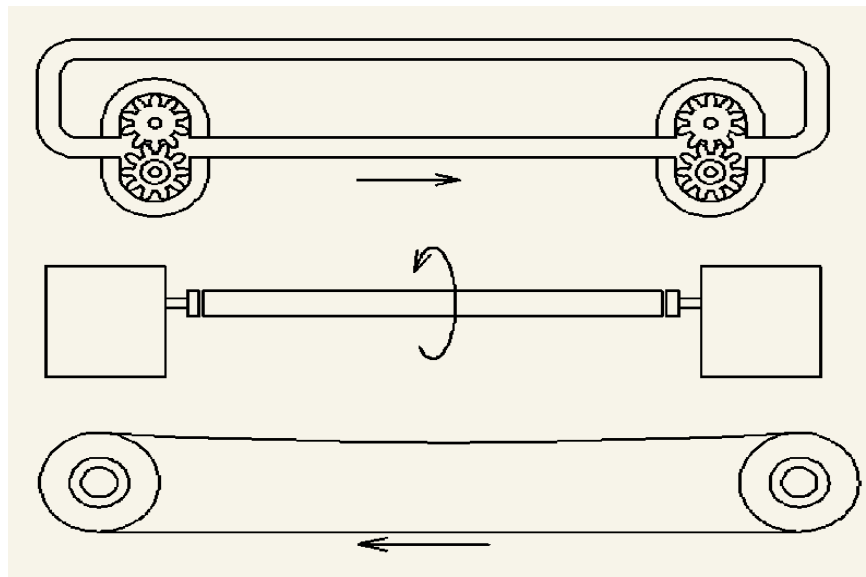


Рис. 5. Передача энергии из одной точки пространства в другую различными способами

вать энергию с одного края системы в другой и обратно различными способами. Если же внутри системы брать энергию на разгон тела с покоящегося источника, а при торможении тела рекуперировать ее внутрь этого тела, то система получит дополнительный импульс, который будет сохраняться после прекращения всех процессов внутри нее.

Хотя полученные выводы достаточно спорны, поскольку сделаны на основании слабо проверенной теории, игнорировать их не стоит. Это связано с тем, что, несмотря на свою противоречивость, специальная

теория относительности является общепринятой в современной науке и хорошо согласуется со многими экспериментами.

Важно также понимать потенциальную пользу от реализации самодвижения. С его помощью можно сделать существенный прорыв в космонавтике, удешевив в десятки или сотни раз космические полеты, без труда защитить Землю даже от очень крупных опасных астероидов, добывать ресурсы из удаленных космических тел и хоронить радиоактивные и токсичные отходы на них. В связи с этим вопрос о самодвижении должен оставаться открытым. ■

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Ландау Л.Д. Теоретическая физика. Механика. Том 1 / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. – М., 2007.
2. Chang Y. Special relativity and its experimental foundation / Y. Chang. – Singapore, 1997.
3. Straumann N. General Relativity / N. Straumann. – Zurich, 2012.
4. Hayashi K. New General Relativity / K. Hayashi, T. Shirafugi // Physical Review. 1979. Vol. 19, №12. P. 3524–3553.
5. Smarandache F. New Relativistic Paradoxes and Open Questions / F. Smarandache. – Baletisity, 1983.
6. Humpries S. Principles of Charged Particle Accelerators / S. Humpries. – New Mexico, 1999.
7. Raizer Y.P. Gas Discharge Physics / Y.P. Raizer. – Berlin, 1991.
8. Jackson J.D. Classical Electrodynamics / J.D. Jackson. – New Jersey, 1999.
9. Bennemann K.H. The Physics of Superconductors / K.H. Bennemann, J.B. Ketterson. – Berlin: Springer, 2003.

ХРАНИТЕЛЬ ЦАРСТВА ФЛОРЫ

Хрупкая быстротечная красота флоры здесь обретает новую длительную жизнь и иную, высокую цель — служить науке. Гербарий Института экспериментальной ботаники НАН Беларуси, признанный национальным достоянием нашей страны, в 2022 г. отметил свой вековой юбилей. Более 400 тысяч образцов, обширные коллекции сосудистых растений, мохообразных, водорослей, лишайников, грибов, а также палеоботаническая и карпологическая. . . Сохранение, упорядочение и приумножение этого богатства требует немалых знаний и усилий. О том, как гербарий помогает погрузиться в историю и делать современные открытия и почему время — не его главный враг, наш разговор со старшим научным сотрудником Института Аркадием СКУРАТОВИЧЕМ, куратором самой большой его коллекции — сосудистых растений, насчитывающей на сегодня 220 тыс. образцов.

— Почему в этом году отмечается именно 100-летний юбилей Национального гербария, ведь в нем хранятся образцы намного старше, относящиеся к XIX в., есть даже датированный 1817 г.?

— Дело в том, что гербарий в пределах Беларуси собирался еще с конца XVIII ст. И первым человеком, который и собирал его тут, и хранил, был профессор ботаники и медицины Жан Эммануэль Жилибер, которого из Лиона, Франция, пригласил Антоний Тизенгауз для

открытия медицинской школы в Гродно. Ученый сразу заложил ботанический сад. Растения, семена выписывались из-за границы, и за несколько лет сад стал удивительно богатым по разнообразию. К сожалению, он не сохранился. Сейчас в честь Жилибера в центре Гродно назван небольшой парк... Кроме непосредственного обучения студентов, ученый обследовал город и его окрестности и собирал растения, высаживал в саду, создавал гербарий. Такая работа продолжалась около 8 лет. В начале

1780-х гг. в Гродно произошли студенческие волнения, школу медицины закрыли, все оборудование и материалы, включая гербарий, перевезли в университет в Вильно, туда же отправился и Жилибер с другими преподавателями. Но после того как студенческие волнения случились и в Вильно и университет также был закрыт, профессору пришлось вернуться во Францию. Есть версия, что, уезжая, небольшую часть гербария он взял с собой, а основу коллекции, в которой, по некоторым данным, было более 7 тыс. листов, что немало для тех времен, распорядился подарить первому открывшемуся на этой территории университету. Но скорее всего, более верной является версия, по которой после закрытия Виленского университета в начале 1840-х гг. все материалы и оборудование передаются во вновь созданный медицинский университет, а непосредственно гербарий попадает в Ботанический кабинет университета. Затем он был перевезен в Киевский университет, где благополучно сохранился до наших дней. Мы можем наблюдать его в киевском Институте ботаники, а это более 6 тыс. листов конца 1700-х гг. Мы смогли там поработать и сфотографировать весь гербарий — снимки цифровые, хорошего качества, большая часть материала определяется, и мы уже смогли использовать данные этого гербария для нового фундаментального издания «Флора Беларуси».

В 1830–40-е гг. открывается Горы-Горетская земледельческая школа — предтеча нынешней селхозакадемии в Горках. В то время в ней работал известный ботаник Р.Э. Траутветтер,

а в Могилеве трудился врачом знаток растений Р.Х. Пабо, который вместе с преподавателем гимназии К.А. Чоловским (Чоловский, кстати, позже издал монографию по флоре Могилевской губернии) тоже собирал гербарий. Но история повторилась: после студенческих волнений в начале 60-х гг. весь материал был перевезен в Императорский ботанический сад в Санкт-Петербурге – сейчас это Ботанический институт РАН. Таким образом, мы лишились и второго достояния, однако небольшая часть той коллекции, порядка 700 листов, была нам любезно передана этим институтом.

Но все это страницы предшествующей истории. Точка отсчета настоящей – год создания Института белорусской культуры, 1922 г. В Инбелкульте была природоведческо-географическая секция, позже переименованная в природоведческую, и хотя первое время в ней работали всего 3–4 ученых-ботаника, сборов было довольно много. На многих гербарных этикетках того времени имеется заголовок «Гербарыум беларускае флэры» и сноски внизу «Прыродазнаўчы музей І.Б.К.». Проводились экспедиции, в том числе совместные с российскими учеными. Количество собранного гербарного материала было весьма значительным. И сейчас еще сохранились гербарные экземпляры того периода, на которых стоит, например, инвентарный номер 9800, и это же явно не последний... К сожалению, до настоящего времени дожило не все. В наших фондах хранится порядка 6 тыс. листов того периода. А все остальное уже послевоенное.

– Прошлый век был полон потрясений – как удалось пронести через них столь хрупкую коллекцию?

– Да, история гербария полна треволнений. Вплоть до конца 1920-х гг. он активно пополнялся – мы сделали интересный стенд с образцами этикеток, чтобы показать, как оформлялись гербарные листы: тут и «Гербарыум беларускае флэры», и «Зэльнік флэры Беларусі» и др. Но к 1931 г. начались гонения на национальное, и это коснулось всей научной верхушки, в том числе ботанической... Гербарий переезжал из одного здания в другое: в БГУ, ботсад, какое-то время хранился в помещениях нынешнего Института физики.

Перед войной в Беларуси была задумка подготовить многотомное издание «Флора Беларусі», которое должно было отразить все богатство растительного мира нашей страны. К 1940 г. рукопись первого тома была почти готова, и весь гербарий, который к нему относился, был собран и упакован для отправки в Ленинград, где его должны были проверить специалисты высокого уровня. Но не успели. Началась Великая Отечественная, и этот материал был размещен в здании на территории ботанического сада, где за ним присматривал доктор наук Михаил Петрович Томин. Но к 1944 г., отступая, немцы загрузили все, что не успели вывезти в первые дни войны, чтобы отправить в Германию. Наш гербарий успели довести, скорее всего, только до Польши. В краковском Институте ботаники и сейчас можно увидеть гербарные листы из первого тома, с нашими этикетками,



Один из старинных экземпляров коллекции (гербарий К.А. Мейра, 1817 г.)

только сверху на них уже стоит штамп гербария польской академии наук. Мы сделали фотокопию всех листов, их получилось больше 4 тыс. После войны часть гербария, в том числе экспроприированная в Германии, была возвращена, и с тех пор началось его второе рождение – в стенах нашего института.

– Что, кроме почета, гербария дал статус национального достояния? Что представляет собой работа с ним сегодня?

– До 2002 г. весь гербарий находился в одной комнате и был упакован так, что доходил до потолка, и в проходах можно было едва протиснуться. Еще в нескольких комнатах хранились личные, частные сборы. Конечно, столь ценная коллекция заслуживала иного. Были подготовлены документы (по подобию таковых для Центрального ботанического сада, который стал национальным достоянием №1), где доказывалась ценность и важность гербария,

и академик Владимир Николаевич Решетников – я его называю нашим «крестным отцом» – вместе с тогдашним руководителем НАН Беларуси Михаилом Владимировичем Мясниковичем нас поддержали: гербарий был признан национальным достоянием. Вместе со статусом мы получили и финансирование. Оно не очень большое, но помогает системно работать с этим богатейшим материалом. Сейчас у нас 7 комнат, которые используются для хранения фондов, но уже и этого мало, ведь коллекция постоянно разрастается. Достаточно сказать, что фонды гербария за прошедшие 20 лет почти удвоились. Данные о каждом листе заносятся в электронную базу – сейчас в ней 220 тыс. записей. С историческими экземплярами это непросто, приходится буквально расшифровывать каждую этикетку: надо понять, на каком

языке она написана, кто и когда собрал материал, как сейчас называется селение, местность, где он обнаружен. Сейчас главная задача – ввести в базу данные всего гербария. Это гигантский труд. У нас еще не полностью обработана историческая часть и порядка 4 тыс. новых листов – сборов этого года, а также большой кусок зарубежного материала (не менее 70 тыс. листов), который пока хранится в коробках, поскольку пока для него нет отдельной комнаты.

– Как удается ориентироваться в этой огромной коллекции?

– Она структурирована по так называемой ботанической номенклатуре. Это целая система. Сначала идет семейство растений, каждое хранится отдельно. Например, розоцветных и сложноцветных много, для них отведена

отдельная комната. Затем виды, они располагаются по алфавиту. Только листы до 1900 г. мы храним отдельно. Благодаря тому, что вся информация теперь вносится в электронную базу, любой лист можно найти в течение 5 минут. Вот, например, Венерин башмачок. Открываем ячейку – и видим папки с ним из разных областей, каждая помещена своим цветом: вот экземпляр из Беловежской пуши, вот из Альбертина, что возле Слонима, из Волковыска, заказника Озеры Гродненской области, все собрано в разные годы. И так по каждому виду. Но надо понимать, сколько труда, времени и средств уходит на то, чтобы гербарный лист оказался в коллекции. Для того чтобы найти тот же Венерин башмачок, обнаружить новое место его произрастания, придется поехать не один день. Потом несколько дней сушки, потом монтаж – а это целое искусство: на бумажном листе растение, в зависимости от его характеристик, фиксируется нитками или лентами бумаги (или приклеивается), создается гармоничная композиция. Затем идет занесение в базу, раскладка по семействам, по родам и только потом – по отдельным полкам в специальных гербарных шкафах. Это месяцы работы. Но каждый лист – это архивный документ, и важно заложить его в гербарий правильно. В год мы собираем около 4 тыс. новых экземпляров – 5 работников занимаются сбором, 2 вводят данные в базу.

– Насколько востребован гербарий у ученых сегодня? Совершаются ли благодаря ему открытия?



Аркадий Скуратович за работой

– Материал, который собран после революции, доступен для всех исследователей: любой желающий может прийти к нам, получить инструкции, как обращаться с гербарием, а при желании и микроскоп или другое оборудование. Ежегодно с нашей коллекцией работают 40–50 ученых разного уровня, белорусских, российских, украинских, из стран Прибалтики и далее – вплоть до Америки.

Единственное, в чем мы ограничиваем наших гостей – в изучении еще не опубликованных сборов, так как они должны быть обнародованы за нашим авторством, с нашими описаниями, и мы еще должны сделать фундаментальные выводы на их основе. Ведь случаются уникальные находки. Если вы пройдете по нашему коридору – увидите стенд с новыми таксонами из Беларуси, обнаруженными нашими учеными: ослинник припятский, частуха весенняя и др. А найти какой-то новый вид для науки на маленьком кусочке Европы, на равнине, где 200–250 лет работают тысячи ботаников – это большое открытие. И делать их помогает наша коллекция, которая дает возможности для сравнения, изучения систематизированного материала.

– Изменился ли со временем подход к сбору гербария? Отличаются ли листья прошлого века от нынешних? Какие меры предпринимаются, чтобы время не нанесло коллекции свой урон?

– Ботаника – наука консервативная, и отличий у экземпляров разных веков не так и много. Но вот новые приемы сбора применяются, да. Учителя



Образцы коллекции

биологии помнят, как в студенчестве они использовали гербарные прессы, тяжелые, большие, с металлической сеткой, деревянным обручем. Закладывали туда листов 15–20 в газетах, утрамбовывали, завязывали, а через сутки газеты становились влажными, их нужно было менять – опять развязывать, перекладывать, и так несколько раз. А материала накапливалось все больше, за неделю собиралось папок 15–20, и приходилось до ночи их перебирать. Сейчас придуман другой метод: 4–5 листов в газетах закладываются между двумя кусками толстого гофрированного картона и подвешиваются для сушки. Папка тонкая, проветривается и высыхает за 3–4 дня.

Что касается врагов гербария, то самый страшный из них – насекомые, жучки, которые съедают его в пыль. Я часто шучу, что мы одержали победу в 30-летней войне. Однажды, еще в середине 90-х гг. минувшего столетия, я пытался среди своих сборов найти особый (на мой взгляд) одуванчик, но в папке нашел только зеленую пыль. И мы объявили насекомым войну. Купили

2 морозильных камеры по 500 литров каждая, которые держат температуру –30, при ней яйца насекомых погибают. Трижды переморозили весь фонд, 220 тыс. экземпляров помещали в камеры на 4–5 дней – это занимало по 3 месяца. Очистили от возможных насекомых помещения – проводили 3–4-кратную фумигацию, каждые полгода, герметизировали комнаты: и окна, и двери. А на входе в крыло, где размещен гербарий, поставили специальную переборку. Так мы победили в этой войне. А время над коллекцией не властно, если подходить к ее хранению грамотно. Самые старые гербарии лежат с 1500-х гг. и могут храниться до бесконечности. Сейчас важно предпринять все усилия, чтобы сохранить этот материал для будущего, когда он станет основой для генетических и иных новейших исследований. А ближайший этап у нас после создания электронной базы – цифровизация гербария и использование новых методов формирования существующей базы данных. **И**

Юлия ВАСИЛИШИНА
фото автора

ВО ИМЯ КАЧЕСТВА



Людмила Маркова,
начальник Испытательного
центра Института
порошковой металлургии
им. академика О.В. Романа,
кандидат технических наук

ИСПЫТАТЕЛЬНОМУ ЦЕНТРУ ИНСТИТУТА ПОРОШКОВОЙ МЕТАЛЛУРГИИ — 25 ЛЕТ

Качество товара, его эксплуатационная безопасность и надежность, дизайн, уровень послепродажного обслуживания являются для современного потребителя основными критериями при совершении покупки и, следовательно, определяют успех или неуспех предприятия на рынке, его конкурентоспособность.

Помогать предприятиям и организациям соответствовать высоким стандартам и поддерживать их на должном уровне призван Испытательный центр по проведению сертификационных испытаний в области общего материаловедения Института порошковой металлургии им. академика О.В. Романа, основное направление деятельности которого – исследование различных металлов, сплавов, керамических и композиционных материалов и изделий из них на соответствие их фактических свойств и параметров межнациональным и национальным стандартам и техническим условиям.

История Центра началась в 1972 г. с создания в НИИ порошковой металлургии (НИИ ПМ) отдела физико-химических методов исследований №45, который возглавил академик П.А. Витязь. Постепенно была сформирована богатая приборная база, благодаря которой Центр стал одним из лучших не только в Беларуси, но и в СССР. Еще в 1977 г., на 2-й международной выставке «Порошковая



Коллектив Испытательного центра

металлургия», проводимой в г. Минске, П.А. Витязем были заключены договоры на приобретение уникального экспонируемого исследовательского оборудования. В дальнейшем, на следующих выставках, также практиковался подобный подход: целенаправленно, в соответствии с развитием основных направлений деятельности Института, а затем и Научно-производственного объединения порошковой металлургии, база приборов пополнялась – как для обновления исследовательского потенциала, так и для расширения и углубления аппаратурных и аналитических возможностей.

С 1977 г. многолетним руководителем отдела №45, который в 1996 г. был реорганизован в отделение №4 исследований и испытаний материалов, стал кандидат технических наук В.А. Чекан. Появляются научно-исследовательские лаборатории: металлофизики с бессменным заведующим И.В. Фомихиной и электронно-зондового анализа, которую возглавляли Л.В. Маркова, В.В. Коледа и Н.А. Алексеенко. С 2004 г. и по настоящее время отделением руководит кандидат технических наук Л.В. Маркова.

В 1997 г. на базе отделения создан и аккредитован органами Госстандарта Республики Беларусь на техническую ком-

петентность и независимость единственный в нашей стране Испытательный центр (ИЦ) по проведению сертификационных испытаний в области общего материаловедения. Он включен в Перечень лабораторий, наделенных правом выдачи государственным и судебным органам обоснованных технических заключений, утвержденный премьер-министром Республики Беларусь 25.02.2008 г. (№7/29).

В 2009 г. ИЦ аттестован Российской государственной корпорацией «РОСНАНО» на техническую компетентность в области исследования объектов нанотехнологий. Комиссией Таможенного союза Центр внесен в единый реестр испытательных лабораторий (центров) Таможенного союза.

Основные направления деятельности

Область аккредитации Центра включает более 100 видов испытаний (сертификационных, квалификационных, исследовательских, идентификационных, контрольных и др.), обеспечивающих определение практически всех характеристик материалов, регламентируемых нормативной документацией – ГОСТами, СТБ, ТУ. Уникальный комплекс оборудования позволяет решать практически любые задачи как



Рис. 1. Оборудование Испытательного центра

научного, так и прикладного характера в области общего материаловедения (рис 1).

В соответствии с графиком Испытательный центр подтверждает свою техническую компетентность (три раза каждые пять лет) и аккредитации (каждые пять лет). В 2020 г. был осуществлен переход на новую версию основополагающего стандарта ГОСТ ISO/IEC17025–2019 «Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий».

В состав ИЦ входят две лаборатории и группа химико-спектрального анализа.

Лаборатория металлофизики проводит металлографические исследования структуры и фазового состава исходных материалов, сырья и готовой продукции, металлографический контроль макроструктуры, загрязненности макровключениями, микроструктуры, микротвердости, величины зерна, глубины обезуглероженного слоя, неметаллических включений, характера и размеров поверхностных дефектов.

Лаборатория электронно-зондового анализа осуществляет фрактографический анализ различных материалов методами сканирующей электронной микроскопии на шлифах, изломах и фрагментах продукции произвольной формы, зернового состава масс, порошков, смесей; определяет общий и локальный химический состав, стереологические характеристики структуры, производит идентификацию марок материалов в соответствии с ТНПА.

Работа Центра делится на два направления: научно-исследовательское и проведение испытаний по заявкам организаций и предприятий республики.

Так, совместно с учеными Института сварки и защитных покрытий был проведен комплекс исследований структуры ионно-лучевых покрытий Cr и Ti с различным процентным содержанием ультрадисперсных алмазов (УДА) и наноразмерного порошка ZrO_2 , в результате которых:

- определены механические характеристики, износо- и коррозионная стойкость предлагаемых покрытий;
- установлены зависимости механических характеристик и коррозионной стойкости покрытий от химического состава, количества и размеров ультрадисперсных добавок в мишени для распыления;
- разработаны структурные модели формирования композиционных ионно-лучевых покрытий с ультрадисперсными частицами.

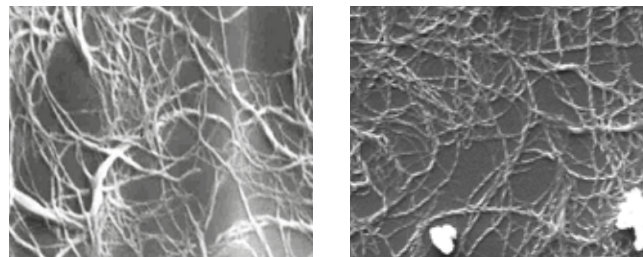


Рис. 2. Результаты исследований строения структурного каркаса пластичных смазок

Сотрудниками Испытательного центра совместно с технологами различных институтов НАН Беларуси также ведется большая научная работа. Впервые разработана методика препаиривания пластичных смазок для исследования структурного каркаса в сканирующем электронном микроскопе высокого разрешения. На ее основе изучено строение структурного каркаса пластичных смазок различного состава. Вместе с представителями Института тепло- и массообмена им. А.В. Лыкова НАН Беларуси составлен атлас строения структурного каркаса пластичных смазок разного состава для различных условий эксплуатации. Установлены следующие структурные критерии строения дисперсной фазы смазок:

- простые литиевые смазки – тонкие длинные волокна диаметром до 50 нм, жгуты диаметром 200–400 нм, образованные сплетением волокон; волокна и жгуты, переплетаясь, образуют рыхлую губчатую структуру (рис. 2);
- комплексные литиевые смазки – сравнительно толстые (до 100 нм) короткие волокна длиной от 0,5 до 5 мкм; волокна, сплетаясь, образуют достаточно плотную губчатую структуру, а также заполненные ей правильные окружности;
- смазки на основе стеарата лития – округлые частицы диаметром 50–70 нм, располагающиеся цепочками или плотными островками.

При исследовании пластичных смазок после эксплуатации и длительных сроков хранения установлено, что разрушение их структурного каркаса идет через разрушение структурных составляющих дисперсной фазы с последующей их агрегацией и образованием крупных комков.

Большой вклад в решение задач, стоящих перед Испытательным центром, внесли его сотрудники В.А. Чекан, Т.К. Гаркавая, Г.П. Пименова, В.В. Коледа, Н.А. Алексеенко, Ю.О. Лисовская, Л.В. Маркова и многие другие.

Найти причину: прикладные исследования Центра

Среди конкретных практических задач, решенных Центром, можно привести следующие.

Причины разрушения ключа зажигания автомобиля марки Mercedes-Benz Actros. Предварительное исследование морфологии поверхности излома показало, что для выявления причин нет необходимости определения марки используемой стали, а требуется проведение металлографических исследований и изучения поверхности излома методом сканирующей электронной микроскопии.

В результате установлено, что в материале ключа присутствуют неметаллические включения в виде сульфидов. Так как они служат концентраторами напряжений, то при переменной нагрузке могут вызывать появление усталостных трещин, что и наблюдается в данном случае.

Исследование морфологии поверхности излома на сканирующем электронном микроскопе высокого разрешения выявило достаточно много затертых участков. Излом носит вязкий характер. Хорошо видна слоистая структура проката с большим количеством неметаллических включений (рис. 3).

Точечный микрорентгеноспектральный анализ поперечного шлифа образца подтвердил присутствие сульфидов марганца в структуре материала. Причем усталостные трещины, образовавшиеся в местах скопления сульфидов, имеют вытянутую форму. Высокое содержание кислорода на отдельных участках излома свидетельствует

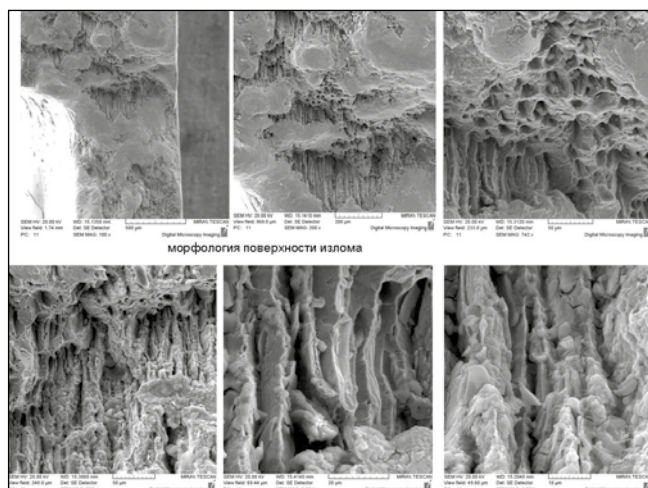


Рис. 3. Морфология поверхности излома ключа зажигания, полученная на сканирующем электронном микроскопе

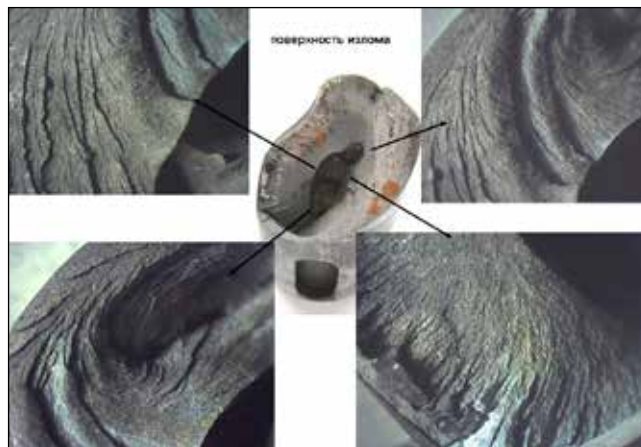


Рис. 4. Морфология поверхности излома фрагмента разрушенной оси

о том, что его поверхность частично окислена. Это означает, что разрушение шло не одномоментно. Вначале появились первичные трещины, а затем, через некоторое время, произошло полное разрушение (усталостный характер). При большом увеличении хорошо видно, что идет «выкрашивание» стали по сульфидным включениям, что также является признаком «усталости» материала.

В итоге установлено, что в структуре материала ключа зажигания присутствуют в большом количестве (5-й балл по ГОСТ 1778-70) неметаллические включения в виде сульфидов марганца, которые являются концентраторами напряжений. При переменной нагрузке они привели к образованию первичных трещин, а затем развитию усталостных, что и послужило причиной разрушения ключа в процессе эксплуатации.

Причины разрушения оси, несущей люльку автогидроподъемника. При помощи химического анализа установлено, что по элементному составу материал разрушенной оси соответствует стали марки 40Х (ГОСТ 4543-71 «Прокат из легированной конструкционной стали»).

Исследование морфологии поверхности излома показало, что материал имеет хрупкий характер (рис. 4). Хорошо видна мелкодисперсная структура в области начала развития трещин, а затем – грубая рыхлая структура в зоне долома, что характерно для хрупких материалов. Выявлено, что на изломах присутствуют зоны остановки и возобновления движения трещины, связанные с резкими приложениями нагрузок на ось.

Исследование показало, что микроструктура и твердость фрагментов материала оси одинаковая и представляет собой мелкоигольчатый

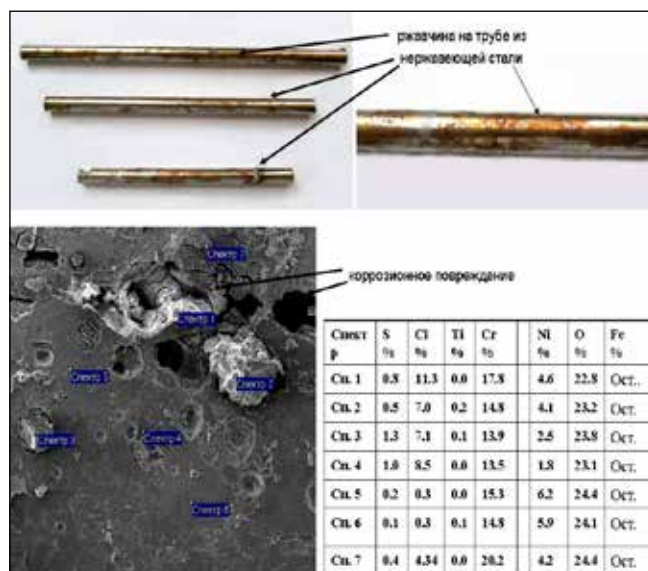


Рис. 5. Морфология поверхности фрагмента ограждения балкона бассейна на участке коррозионного поражения

мартенсит как у края поверхности образца, так и в сердцевине. Это означает, что ось гидроподъемника была прокалена полностью. Упрочнение поверхности в образцах отсутствует.

Установлено, что разрушение образца оси произошло в результате полной прокаливаемости материала и образования хрупкой структуры. Ее анализ позволяет сказать, что после закалки отпуск или не проводился, или проводился при температуре, недостаточной для снятия напряжений и достижения заданных свойств, возможно, не была соблюдена скорость охлаждения при отпуске.

Причины коррозионного повреждения ограждения балкона бассейна. В результате химического анализа установлено, что материал ограждения балкона соответствует стали марки 12Х18Н9 (ГОСТ 5632–72 «Стали высоколегированные и сплавы коррозионностойкие, жаростойкие и жаропрочные»), которая является коррозионностойкой.

Исследование поверхности поврежденного участка показало, что на образце фрагмента балкона наблюдается питтинговая коррозия и коррозия язвами. На отдельных участках такое поражение достигает глубины 0,1 мм. Изучение при помощи сканирующего электронного микроскопа с микрорентгеноспектральным анализатором выявило присутствие на поверхности участков коррозионного повреждения ионов хлора, серы (незначи-

тельно) и кислорода (рис. 5), что свидетельствует об их присутствии в воздухе или нанесении на поверхность при обработке хлорсодержащими реагентами в процессе уборки.

Стали с высоким содержанием Cr, как правило, образуют на поверхности защитную пленку типа Cr_2O_3 в случае проведения пассивации. Однако если на поверхности имеются небольшие неровности или пассивирующая пленка повреждена, может начаться язвенное коррозионное разъедание. Лучшей стойкостью будут обладать материалы, имеющие полированную поверхность.

Коррозионное поражение нержавеющей стали 12Х18Н9 под воздействием хлорсодержащей среды может быть вызвано большим содержанием в этом материале углерода (0,08%), который снижает стойкость к коррозии аустенитных сталей, а также отсутствием Ti, улучшающего коррозионную стойкость. Применение нержавеющей сталей с меньшим содержанием углерода, например 04Х18Н10, или содержащих титан (типа 12Х18Н9Т) повысят коррозионную стойкость.

Установлено, что появление коррозионных повреждений в данном случае вызвано следующими факторами:

- недостаточной высокой финишной обработкой поверхности изделий;
- применением сталей, имеющих повышенное для данных условий работы (высокая влажность и присутствие хлоридов) содержание углерода (предпочтительно не более 0,04%);
- использованием нержавеющей сталей, не содержащих титан в своем составе;
- проведением уборочных работ с применением в качестве моющих средств растворов, содержащих ионы хлора и серы.

Причины разрушения гибкой подводки марки Tuboflex. Для определения причин поломки вначале устанавливалась марка сплава. Анализ показал, что по элементному составу материал относится к медно-цинковым сплавам типа латуни. Аналогов в ГОСТ не выявлено. Это значит, что материал подводки является браком литейного производства, со значительным превышением содержания олова и свинца. Исследование морфологии затертой и сильно окисленной поверхности излома не позволило выявить очаг разрушения (рис. 6). Следы остановки трещины (усталостное разрушение) отсутствуют.

Исследование микроструктуры материала выявило: она представляет собой литую ($\alpha+\beta$)–латунь с наличием α -фазы игольчатого

строения на основном фоне β -фазы и β' -фазы, образовавшейся в результате распада β -фазы при охлаждении. Появление в структуре латуни β' -фазы способствует понижению пластичности и повышению твердости материала гибкой подводки. Завышенное содержание олова и свинца также понижает пластичность и ухудшает прочностные свойства латуни.

Проведенное испытание на определение величины усилия, необходимого для поворота рукоятки крана при открывании и закрывании, показало, что оно составляет 15 Н (1,5 кг). Это не соответствует требованиям ГОСТ (должна быть не более 10 Н (1 кг)).

В итоге установлено, что разрушение гибкой подводки произошло в результате применения материала, не соответствующего требованиям ГОСТ по химическому составу, а также в результате образования в структуре β' -фазы и повышенной твердости материала. Все вышеперечисленное вызывает несоответствие величины усилия, необходимого для поворота рукоятки шарового крана, требованиям ГОСТ.

Причины образования отверстия на отопительном приборе – алюминиевом радиаторе. Было установлено, что по элементному составу материал радиатора соответствует алюминиевому сплаву марки АД31 (ГОСТ 4784–97 «Алюминий и сплавы алюминиевые деформируемые»).

На стенках продольных каналов имелись следы коррозионных отложений светлорычжевого цвета и темно-серого цвета. Точечный микрорентгеноспектральный анализ внутренней поверхности проводили на аттестованном сканирующем электронном микроскопе высокого разрешения «Mira» с микрорентгеноспектральным анализатором. Существенных различий по элементному составу как на светло-рычжевых, так и на темно-серых участках не выявлено. Микрорентгеноспектральный анализ показал присутствие в осадках на внутренней поверхности продольных каналов таких элементов, как кремний, алюминий, кальций, натрий, сера, кислород, цинк и железо. Причем на различных участках содержание серы колеблется от 0,5% до 9%, а кислорода – от 20% до 50%. Эти данные позволяют предположить, что все выявленные элементы находятся в виде оксидов, сульфидов или комплексных солей. Водородный показатель (pH) циркулирующей воды колеблется в пределах 9,5–10,5. В паспорте на радиатор указан его предел 6–7.



Рис. 6. Общий вид и морфология поверхности излома гибкой подводки

Сделаны следующие выводы. На внутренних поверхностях радиатора наблюдается коррозионное разрушение стенок продольного канала радиатора. Согласно требованиям к теплоносителю при использовании алюминиевых радиаторов, значение водородного показателя (pH) должно находиться в пределах 6–7. В исследуемом образце воды значение pH составляет 9,5–10,5, что соответствует щелочной среде. Известно, что алюминий легко растворяется в щелочах, выделяя водород и образуя алюминаты. Коррозия, разрушающая алюминиевые радиаторы, усиливается при наличии в системе отопления гальванических пар алюминия с другими металлами. На участках с меньшим диаметром каналов наблюдается большее количество продуктов электрохимической коррозии. Из-за разности диаметров каналов в месте их соединения происходит застой воды, частицы окарины оседают на стенках алюминиевого радиатора и способствуют развитию коррозионного разрушения. В данном случае работает пара железо – алюминий (идет растворение алюминия как более активного металла).

Высокое качество исследований и испытаний материалов – надежный и эффективный способ удовлетворения запросов потребителей и снижения издержек производства. Именно на этот результат уже 25 лет ориентирован Испытательный центр Института порошковой металлургии. ■

Хуткая медыцынская дапамога ў Беларусі: гісторыя ўзнікнення



Аляксей Капліеў,
старшы навуковы
супрацоўнік аддзела
навейшай гісторыі
Беларусі Інстытута
гісторыі НАН Беларусі,
кандыдат гістарычных
наук, дацэнт

Мяжа XIX і XX стагоддзяў для Беларусі стала часам фарсіраванага развіцця і перманентных новаўвядзенняў. Бесперапынны рост прамысловасці, гандлёвых сувязяў, транспарту і шляхоў зносін да непазнавальнасці змянілі аблічча краіны. Адваротным бокам мадэрнізацыі стаў імклівы рост бытавога і прамысловага траўматызму, а павелічэнне шчыльнасці гарадскога насельніцтва спрыяла хуткаму распаўсюджванню небяспечных інфекцыйных хвароб. Усё вышэйпералічанае выклікала вострую неабходнасць у стварэнні адмысловых ратаўнічых службаў, перадусім – хуткай медыцынскай дапамогі (ХМД).

У Еўропе, якая па большай частцы прайшла мадэрнізацыю «першым эшалонам», дадзеныя тэндэнцыі з'явіліся раней, таму і служба ХМД распаўсюдзілася яшчэ ў апошні чвэрці XIX ст. Першай арганізацыяй ХМД у сучасным сэнсе гэтага слова традыцыйна лічыцца ўстанова, якая была створана ў Вене пасля грандыёзнага пажару ў Тэатры камічнай оперы 8 снежня 1881 г.

Мясцовы хірург Я. Мундзі быў уражаны карцінай пакутлівай смерці некалькіх сотняў чалавек, якія, нягледзячы на добрую медыцынскую арганізацыю сталіцы Аўстра-Венгрыі, не атрымалі своєчасовай экстранай дапамогі. Каб трагедыя не паўтарылася, Я. Мундзі з фінансавай падтрымкай мецэната Х. Вільчэка і юрыста Э. Ламезана-Салінса арганізаваў Венскае добраахвотнае ратаўнічае таварыства, пры якім была створана станцыя ХМД.

Структура службы была максімальна прыбліжана да сучаснай: існавала цэнтральная станцыя, на якой па тэлефоне і вочна прымалі і размяркоўвалі выклікі па брыгадах, што працавалі на спецыялізаваных карэтах – «ambulanzwagen» вытворчасці адной з лепшых карэтных майстэрняў у Аўстрыі – фірмы «Lohner & Co». Матэрыяльным забеспячэннем займалася дабрачыннае таварыства, пры якім была заснаваная станцыя хуткай меддапамогі. Улічваючы дабрачынны характар абедзвюх устаноў, дзяжурствы неслі галоўным чынам студэнты-медыкі выключна на добраахвотнай аснове. З цягам часу на выклікі сталі выезджаць толькі дыпла-

мавання лекары ў суправаджэнні двух санітараў. Так была створана першая сістэма аказання ХМД у сучасным сэнсе гэтага слова, і ў асноўным яна засталася нязменнай і сёння [1].

Ужо ў перыяд зараджэння спецыялізаванага інстытуту хуткай меддапамогі з'явілася ўнікальная эмблема ўстановы, якая ўяўляла сабою зорку з шасцю прамянямі. Упершыню знак быў уведзены ў венскай ХМД. Кожны з шасці прамянёў «зоркі» пазначаў этап працы медыцынскай службы: прыняць выклік, накіраваць карэту, аказаць дапамогу, зарэгістраваць, перадаць інфармацыю, скончыць выклік. Сёння ў службе хуткай дапамогі першапачатковы арыгінальны знак ужо не сустракаецца, аднак пры параўнанні эмблем можна выявіць падобныя элементы. Сучасны лагатып – «Star of Life» («Зорка Жыцця»), распаўсюджаны ў ЗША ў 1977 г., а прамяні ўжо звычайна ўсім «сняжынкі» пазначаюць сучасныя функцыі ХМД: выяўленне, паведамленне, водгук, дапамога на месцы, дапамога пры транспартаванні, транспартаванне для далейшай дапамогі [2].

Ідэя арганізацыі службы хуткай дапамогі спачатку распаўсюдзілася па Аўстра-Венгрыі, і неўзабаве па ўзоры венскай паўсталі яе станцыі ў Будапешце (1887), Празе (1890), Кракаве (1891), Львове (1893). Варта дадаць, што арганізацыйныя формы ХМД у свеце не абмяжоўваліся прыкладам Аўстрыі. Ужо да канца XIX ст. акрамя «венскага» вылучыліся яшчэ два асноўныя тыпы арганізацыі такой службы: амерыканскі «Ambulance» (карэты ХМД пры бальніцах з выездам санітараў да пацырпелага) і германскі «Samariter Verein» (масавое навучанне насельніцтва прыёмам аказання першай дапамогі) [3].

У Расійскай імперыі (у склад якой у тых часы ўваходзілі і беларускія землі) правобразам структур ХМД выступілі пажарныя каманды і таварыствы выратавання тапельцаў, а таксама прыёмныя пакоі пры паліцэйскіх участках, да штатнага лекара якіх звозілі пацырпелых. Аднак дадзеныя ўстановы толькі часткова выконвалі такія функцыі ў дадатак да сваіх асноўных абавязкаў, таму іх дзейнасць не насіла сістэмнага характару і, натуральна, не магла задаволіць патрэбы насельніцтва. Праекты арганізацыі экстраанай медыцынскай дапамогі ў Пецяярбургу і Маскве былі распрацаваны дактарамі Г. Атэнгоферам і Ф. Гаазам яшчэ да сярэдзіны XIX ст., аднак нават іх частковая рэалізацыя не магла замяніць паўнавартасную службу ХМД. Патрабавалася ўстанова, здоль-

ная своечасова і на сталай аснове аказваць медыцынскую дапамогу насельніцтву ў любы час.

У апошній чвэрці XIX ст. у Расіі таксама адбыўся шэраг спроб арганізаваць адмысловую ратаўнічую службу, але далей дэкларацый і праектаў гэтыя ініцыятывы не зайшлі. Першая падобная да ХМД установа была створана ў 1881 г. у Кіеве ў выглядзе «Гуртка начных дзяжурстваў лекараў», які аказваў медыцынскія паслугі ў экстрааных выпадках уначы, калі большасць лячэбных устаноў не працавала. Пазней такі ўзор арганізацыі начных дзяжурстваў (НД) распаўсюдзіўся па Расійскай імперыі, аднак асноўнай формай аказання дапамогі ў надзвычайных выпадках заставаліся медыкі пры паліцэйскіх участках [4].

Варта адзначыць, што дзяржава не праяўляла сур'ёзнай зацікаўленасці ў справе арганізацыі ХМД, абгрунтоўваючы гэта існаваннем інстытуту лекараў пры паліцэйскіх дамах. Толькі ў канцы XIX ст., пасля таго як Расія прайшла праз шэраг цяжкіх катастроф (Хадынская цісканіна, паводка 1897 г. у Пецяярбургу) і сутыкнулася з пагрозай тэрарызму з боку радыкальных рэвалюцыйных групавак, палітычныя «акцыі» і «экспрапрыяцыі» якіх звычайна прыводзілі да шматлікіх чалавечых ахвяр, арганізацыя адмысловай экстраанай медыцынскай службы была ўхвалена кіраўніцтвам імперыі. Аднак вызначальную ролю ў станаўленні прафесійнай экстраанай медыцынскай дапамогі на тэрыторыі Расійскай імперыі сталі адыгрываць не дзяржаўныя ўстановы, а дабрачынныя медыцынскія таварыствы, а таксама спецыяльна створаныя таварыствы ХМД. Па прыкладу Вены такія ўстановы часцяком узніклі пры падтрымцы мясцовых мецэнатаў і забяспечвалі матэрыяльны падмурак для працы станцый, плату супрацоўнікам, набыццё карэт, медыцынскіх прылад і лекаў.

Вялікі ўплыў на арганізацыю таварыстваў ХМД адыгрывала геаграфічная блізкасць да паспяховых прыкладаў арганізацыі такіх устаноў. Так, першая ХМД у Расійскай імперыі ў 1897 г. паўстала ў Варшаве і па венскім узору, які распаўсюдзіўся да гэтага часу ў суседніх Кракаве і Львове. Ініцыятарамі стварэння таварыства і станцыі хуткай дапамогі ў Варшаве сталі лекар Ю. Завадскі і мецэнат граф К. Пшадзецкі.

Тэндэнцыя пераважнага развіцця ХМД у заходнім рэгіёне Расійскай імперыі працягнулася і далей: экстрааная медыцынская дапамога была арганізавана ў Екацярынаславе, Кіеве, Лодзі, Адэсе, Рызе і Харкаве. Нягледзячы на гэта,

толькі варшаўская і венская станцыі сталі ўзорам для стварэння інстытуту ХМД у Беларусі [5].

З Варшавы ідэя арганізацыі медыцынскай службы патрапіла і ў Паўночна-Заходні край. У 1899 г. у Вільні было закладзена таварыства ХМД, ключавую ролю ў арганізацыі і матэрыяльным забеспячэнні якога адыграла сям'я мецэнтаў Тышкевічаў. Старшынёй таварыства стаў граф У. Тышкевіч (уклаў у яго працу 11 тыс. рублёў уласных сродкаў), а начальнікам станцыі ХМД – доктар Т. Дэмбоўскі. Мэтай таварыства было «дастаўляць хуткую медыцынскую дапамогу ў няшчасных выпадках, якія могуць адбыцца на вуліцах горада Вільні, ва ўсіх публічных месцах, на фабрыках, заводах, чыгунках». Сама станцыя пасля двухгадовай падрыхтоўкі (прыцягнення ў таварыства актыўных удзельнікаў, замовы санітарнай карэты, медыкаментаў) была ўрачыста адкрыта 8 снежня 1902 г. [6].

Першапачаткова на віленскую станцыю ХМД былі нанятыя чатыры лекары і гэтулькі ж санітар, якія прайшлі месячную стажыроўку ў Варшаве. Дзяжурная выязная брыгада складалася з доктара, двух санітараў і кучара, якія па прыбыцці на месца аказвалі дапамогу і дастаўлялі пацыента ў стацыянар ці дахаты. Дапамога аказвалася таксама на самой станцыі ХМД, якая мела ўласны тэлефонны нумар – 491.

Для ўсяго персаналу і кіраўніцтва гэтай установы лекарам У. Загорскім былі распрацаваны службовыя інструкцыі. Зыходзячы з іх, станцыяй ХМД кіраваў інспектар, які адказваў за ўсе медыцынскія аспекты яе дзейнасці, размяркоўваў дзяжурствы персаналу, пры гэтым графік складаўся на год наперад. Асаблівасцю працы станцыі была бясплатнасць (лекарам і санітарам катэ-

гарычна забаранялася браць з пацыентаў грошы), а таксама абслугоўванне выключна няшчасных выпадкаў. У інструкцыях асобна пазначалася, што лекары ў абыходжанні з хворымі павінны былі быць «ласкавы і сардэчны», каб таварыства ХМД карысталася сімпатыяй насельніцтва і «правільна выконвала свае абавязкі». Выязныя брыгады маглі шукаць садзейнічання паліцыі ў падтрыманні парадку і «ўхіленні цікавых» з месца выкліку. У выпадку масавых катастроф на выклік выязджала другая брыгада, але адзін з лекараў заўсёды заставаўся на станцыі для падтрымання бесперапыннай дзейнасці ХМД. Да асоб у стане алкагольнага ап'янення ХМД выязджала толькі ў выпадку атрымання п'янымі траўмаў. Дастаўку ў стацыянар прадпісвалася рабіць толькі па неабходнасці, а не «пры нікчэмных пашкоджаннях і захворваннях, толькі таму, што таго жадае хворы ці яго родныя» [7].

Прыватны характар стварэння службы ХМД у Вільні прадвызначыў значныя складанасці ў яе дзейнасці. Ужо напачатку працы яна сутыкнулася з недахопам матэрыяльнага забеспячэння, аднак дапамога гарадской рады, якая выдавала ХМД грашовую субсідыю, а таксама памяшканне для станцыі, разам з унёскамі ўдзельнікаў таварыства, латарэямі, дабрачыннымі акцыямі («дзень хуткай дапамогі»), а таксама ахвяраваннямі мецэнтаў дазволілі да канца першага дзесяцігоддзя дзейнасці выправіць фінансавое становішча [6].

Таксама абцяжарвала працу адсутнасць культуры карыстання новай службай у часткі гараджан, што выклікалі лекараў да хворых з хранічнымі захворваннямі і ў выпадках, якія не патрабавалі экстранага ўмяшальніцтва (атрымалі рас-

паўсюджванне «жарты» – ілжывыя выклікі, калі карэта адпраўлялася да няіснага хворага). Аднак, нягледзячы на складанасці, віленская ХМД развівалася да пачатку Першай сусветнай вайны. За дзесяць гадоў існавання стабілізавалася фінансавое становішча, былі набыты чатыры санітарныя карэты. Актыўная дзейнасць таварыства хутка адбілася на паказчыках працы медыкаў. Колькасць апрацаваных выклікаў службы за перадваенныя гады ўражае: да 1914 г. дапамога была аказана больш як 50 тыс. пацы-



Карэта хуткай медыцынскай дапамогі ў Вільні, 1903 г.

ентаў, а сярэдняя колькасць зваротаў у суткі павялічылася з 4 у 1902 г. да 17 у 1914-м [6].

Пасля Вільні ініцыятыва стварэння службы хуткай меддапамогі перамясцілася ў Мінск. Аднак тут яе арганізацыя прайшла праз працяглы падрыхтоўчы перыяд. Як і ў іншых гарадах Расійскай імперыі, з’яўленне мінскай установы праходзіла ў два этапы: 1) арганізацыя начных дзяжурстваў лекараў; 2) фармаванне ўласна ХМД. Галоўнай пляцоўкай для абмеркавання праектаў стварэння экстранай медыцыны стала Таварыства мінскіх лекараў, што існавала з 1862 г. Пытанне аб арганізацыі начных дзяжурстваў лекараў з’явілася на парадку дня таварыства яшчэ ў траўні 1892 г. пры абмеркаванні дакладу «Пра пашырэнне амбулаторый пры бальніцах». У 1895 г. прапанова арганізаваць начныя дзяжурствы лекараў зыходзіла ўжо ад гарадской управы, а адпаведны запыт быў накіраваны ў лекарскае таварыства. Праект быў ухвалены, аднак рэалізацыя ініцыятывы наткнулася на нечаканую перашкоду – недастатковую колькасць ахвотнікаў быць дзяжурнымі лекарамі.

Новы віток у справе стварэння начных дзяжурстваў пачаўся ў траўні 1907 г. з ініцыятывы мінскага лекарскага інспектара С. Урванцова, якога прызначылі кіраўніком камісіі па начных дзяжурствах. Аднак новы арганізатар таксама не змог дамагчыся стварэння службы, спасылаючыся на недахоп жадаючых дзяжурцы. Толькі ў 1908 г. былі ўведзены кругласутачныя дзяжурствы лекараў пры губернскай земскай бальніцы. Аднак яны не аказвалі дапамогу на месцы жыхарства, а прымалі пацыентаў пры бальніцы, што нельга лічыць праймай паўнаважнай арганізацыі ХМД. Таксама існавалі дзяжурствы пры мінскай Яўрэйскай бальніцы, але іх дзейнасць абмежавалася толькі 1909 г. – перыядам эпідэміі халеры [8].

Такім чынам, напрыканцы першага дзесяцігоддзя XX ст. пытанне аб экстранай медыцынскай дапамозе ўначы час не было вырашана канчаткова, і калі ў 1890-я гг. адсутнасць НД не вылучала Мінск сярод іншых гарадоў імперыі, то наступныя 20 гадоў змянілі гэту сітуацыю карэнным чынам: акрамя Кіева дзяжурныя медыкі ўначы ўжо з’явіліся не толькі ў Маскве ды Пецяrbургу, але і ў Харкаве, Екацярынаславе і нават у Віцебску. Менавіта гэтая акалічнасць заахвоціла лекарскае аддзяленне Мінскага губернскага праўлення паслаць запыты аб арганізацыйных асновах дзейнасці НД у розныя куткі імперыі – ад Казані і Уфы да Пецяrbурга і Кіева [9].



Будынак Мінскай абшчыны сясцёр міласэрнасці. Паштоўка, 1914 г.

Назіраючы за беспаспяховымі дзеяннямі лекарскага таварыства і палавіністымі мерамі дзяржаўных медыцынскіх устаноў, за справу ўзялося дабрачыннае таварыства дапамогі бедным хворым яўрэям «Лінас Гацэдэк» (з яўр. спагадлівая чуллівасць). Кіраўнік гэтай арганізацыі Э. Бейленсон 11 верасня 1910 г. на асабістай кватэры прызначыў сход членаў праўлення таварыства, грамадскіх дзеячаў і лекараў па пытанні аб арганізацыі начных дзяжурстваў. У выніку сходу ўсе пагадзіліся, што справу трэба распачаць «у што б там ні стала хоць бы і ў сціплых пачатках». Згодна ўхваленаму праекту, для дзяжурстваў былі нанятыя сем лекараў (па адным на кожны дзень тыдня) з аплатай ім 1500 рублёў на год. Праект быў падтрыманы губернатарам і гарадской думай, якая ўсталявала НД датацыю ў 150 рублёў да канца бягучага году і 600 – у наступным.

Ужо ў перыяд з 17 кастрычніка па 3 снежня 1910 г. быў зафіксаваны 121 зварот у новую структуру, з іх толькі 12 – амбулаторных. Такім чынам, начныя дзяжурствы лекараў аказвалі медыцынскую дапамогу насельніцтву, якая суправаджалася візітамі непасрэдна да хворых ці на месца няшчаснага выпадку, што, несумненна, з’яўляецца праймай рыс, характэрных для службы ХМД.

Адначасова ішла праца па арганізацыі ў горадзе выездаў карэты ХМД. Яшчэ ў снежні 1905 г. на пасяджэнні Таварыства мінскіх лекараў было ўзнята пытанне аб стварэнні ў горадзе такой службы. У 1909 г. мінскі гарадскі галава накіраваў у віленскую гарадскую ўправу прашэнне аб тлумачэнні мясцовай санітарнай і медыцынскай арганізацыі, якая ўключала і ХМД, а да 1910 г. для губернскай земскай бальніцы была набыта карэта, якая перавозіла пацыентаў [10].

Аднак вырашальную ролю ў станаўленні рэгулярнай ХМД у Мінску ўсё ж адыграла дабрачыннасць, дзякуючы Мінскай абшчыне сясцёр міласэрнасці Чырвонага Крыжа, заснаванай у 1890 г. Дзейнасць абшчыны не адзначалася актыўнасцю да заканчэння 1906 г., калі на пасаду папярэдняй (старшыні апякунскай рады) была абраная В. Эрдэлі (жонка Мінскага губернатара Я. Эрдэлі), а яе таварышам (намеснікам) стаў ужо вядомы лекар С. Урванцоў. Пасля няўдачы з НД Сяргей Мікалаевіч прыклаў усе намаганні для стварэння ХМД, якая на гэты раз была падтрымана Чырвоным Крыжам і ўплывай постацю жонкі кіраўніка мясцовай выканаўчай улады. Падтрымка папярэдняй і грашовая датацыя Галоўнага ўпраўлення Чырвонага Крыжа дапамаглі ў 1908 г. прыдбаць будынак для абшчыны і стварыць умовы для яе пераўтварэння ў паўнавартасную медыцынскую ўстанову. Менавіта гэтая падзея стала першым крокам для развіцця адмысловай службы ХМД, бо з набыццём асабістага дому абшчына планавала «адкрыць у ім бальніцу і медычнае дзяжурства з хуткай дапамогай у няшчасных выпадках».

У 1909 г. абшчына пачала збор сродкаў на карэту ХМД і да чэрвеня 1910 г. грамадскасцю было ахвяравана амаль 3000 рублёў. Для арганізацыі службы рада абшчыны накіравала С. Урванцова азнаёміцца з пастаноўкай ратаўнічай справы ў Варшаву, дзе на той момант мелася адна з трох лепшых станцый ХМД у Расійскай імперыі. Па выніках падарожжа ў Польшчу для Мінска была замоўленая ў Вене карэта майстэрні «Lohner & Co» – асноўны від транспарту для ратаўнічых службаў большасці тагачасных еўрапейскіх краін. У Мінск карэта прыбыла 20 траўня 1911 г. і ўжо праз некалькі дзён трымала іспыт у рэальных умовах, калі 24 і 25 траўня 1911 г. у Мінску чакалі паказальных палётаў знакамітага авіятара С. Утачкіна. У памяці грамадскасці яшчэ засталася трагічнае здарэнне папярэдняга году, калі пры палётах авіятара Ранка самалёт зламаўся і паваліўся на натоўп глядачоў, у выніку чаго мноства людзей было паранена і адзін чалавек загінуў. Таму ў 1911 г. былі прыняты максімальныя меры бяспекі, з комплексу якіх вылучалася суправаджэнне мерапрыемства карэтай ХМД. Першы ў гісторыі Мінска выезд хуткай меддапамогі ажыццявіў лекар Ф. Петрасевіч у суправаджэнні дзвюх медсясцёр разам з лекамі для аказання першай дапамогі. Нягледзячы на тое, што палёты прайшлі без здарэнняў і ХМД не атры-

мала шанцу «праявіць сябе», з'яўленне новай службы стала вялікай падзеяй у жыцці Мінска, а для абшчыны Чырвонага Крыжа і наогул галоўным вынікам працы за 1911 г.

Ужо ў 1912 г. карэта ХМД здзейсніла 154 выезды, з іх 31 – на няшчасныя выпадкі. Адначасова выпрацоўваліся нормы дзейнасці службы: у прыватнасці, была ўведзена адзіная ўніформа для санітарных служыцеляў па ўзоры аналагічнай пецябургскай установы: паліто з цёмна-шэрага сукна «марэнга» з чырвонымі пятліцамі на каўняры і шапка са знакам Чырвонага Крыжа [11].

Варта адзначыць, што ў Мінску ХМД бясплатна аказвалася толькі пры няшчасных выпадках, астатнія выклікі аплачваліся, але, нягледзячы на гэта, служба мела сур'ёзныя матэрыяльныя праблемы. Утрыманне карэты для «хуткай» было вельмі дарагім, і ў 1913 г. С. Урванцоў канстатаваў, што яна «пакуль не можа працаваць для вызначанай мэты, з прычыны занадта дарагой арганізацыі». Мінская ХМД не мела нават уласнай коннай цягі для забеспячэння выездаў карэты, а выкарыстоўвала коней мясцовага Вольна-пажарнага таварыства. Непростае матэрыяльнае становішча першай мінскай ХМД падкрэслівала прымацаваная да борта карэты скарбонка з надпісам «Не пашкадуеце капейчыну для выратавання жыцця людзей!». У даваенны час мінскімі лекарамі высоўваліся ідэі аб'яднання ХМД, начных дзяжурстваў лекараў і іншых устаноў, што аказвалі першую дапамогу ў няшчасных выпадках, у адно самастойнае, накіраванае варшаўскага, таварыства экстранай меддапамогі, аднак пачатак Першай сусветнай вайны не дазволіў гэтым распачыненням увасобіцца ў жыццё.

Варта дадаць, што ў менш буйных гарадах таксама развіваліся ідэі пазашпітальнай дапамогі. Ініцыятыва стварэння спецыялізаванай службы ХМД у г. Магілёве выходзіла ад мясцовага таварыства лекараў. На чарговым пасяджэнні 2 снежня 1906 г. арганізатар аховы здароўя К. Канановіч зрабіў даклад аб праблемах у медыцыне краю. У спрэчках выказваліся розныя праекты паляпшэння стану аховы здароўя, сярод якіх было стварэнне дзяжурстваў лекараў для аказання бясплатнай дапамогі ў экстраных выпадках і агучаная доктарам Я. Капаневічам ініцыятыва арганізацыі таварыства ХМД. Усе прапанаваныя праекты былі развешаныя заключным словам ганаровага члена таварыства лекараў А. Мадэстава: «Ды калі б мы ўсе нават захацелі гэтага, то ўсё ж гэта было б немагчыма, бо не ад нас

саміх залежыць. Тут трэба змяніць увесь лад Расіі». Толькі ў 1912 г. гарадское кіраванне Магілёва набыло карэту ХМД, аднак нават да 1914 г. адпаведная служба не была арганізавана [12].

Заснавальнікам руху ХМД у Гомелі стала мясцовае Яўрэйскае таварыства дапамогі бедным, адчыненае ў 1897 г. Яго дзейнасць уключала розныя дабрачынныя распачынанні: утрыманне таннай сталовай, догляд сірот, матэрыяльную падтрымку безадсоткавымі пазыкамі, хлебам і вопраткай, бясплатную выдачу лекаў. У 1911 г. пры таварыстве была ўведзена дапамога пры родах, а таксама начное дзяжурства для дапамогі хворым. Для жыхароў гэта было бясплатна, гэтак жа, як і ўсе спадарожныя медыцынскія выдаткі. Добрачынная дзейнасць таварыства прызначалася галоўным чынам яўрэйскаму насельніцтву, аднак фактычна паслугі аказваліся гараджанам усіх веравызнанняў.

Пачатак дзейнасці па арганізацыі экстранай пазашпітальнай дапамогі ў Віцебску адносіцца да 23 верасня 1908 г., калі на сродкі, выдадзеныя гарадской думай, былі арганізаваны начныя дзяжурствы лекараў пры аптэцы Таварыства дапамогі бедным хворым яўрэям. З 50 лекараў, якія жылі ў горадзе, 25 пагадзіліся дзяжуріць па начах з акладам у тры рублі за змену. Папулярнасць начной медыцынскай дапамогі была параўнальна высокая: напрыклад, за 1910 г. зафіксавана 1215 зваротаў, у сярэднім – па 3,3 за ноч. Пры гэтым у 100 выпадках аказвалася не толькі хуткая і неадкладная, але і хірургічная дапамога. Варта адзначыць, што для саміх лекараў служба па начах не лічылася прэстыжнай, а некаторыя медработнікі, якія першапачаткова пагадзіліся на дзяжурствы, «потым ухіліліся, і некалькі начэй было без дзяжурных лекараў» [12].

Такім чынам, яшчэ ў дарэвалюцыйны час на тэрыторыі Беларусі склаліся першыя інстытуты хуткай і неадкладнай медыцынскай дапамогі. Галоўнымі перадумовамі развіцця ХМД з'яўляліся агульная мадэрнізацыя краіны, прыклад суседніх дзяржаў і рост грамадскай ініцыятывы. Вялікую ролю пры арганізацыі структур хуткай меддапамогі адыграла суседства Паўночна-Заходняга краю з рэгіёнамі паспяховай рэалізацыі першых падобных медыцынскіх праектаў.

У пачатку існавання ХМД пазначыўся і арэал яе распаўсюджвання – буйныя прамысловыя і адміністрацыйныя цэнтры, дзе перманентна павялічвалася шчыльнасць насельніцтва, што ў сукупнасці з развіццём транспарту і пра-

мысловасці прыводзіла да стабільна высокага ўзроўню траўматызму, а з-за гэтага – неабходнасці ў аператыўнай і якаснай экстранай медыцынскай дапамозе. Адметнай рысай хуткай меддапамогі на тэрыторыі Паўночна-Заходняга краю стаў недзяржаўны характар яе стварэння і фінансавання. Базай для стварэння службы сталі ўжо існуючыя медыцынскія таварыствы, а таксама спецыяльныя таварыствы ХМД, якія рыхтавалі матэрыяльную і метадычную асновы для арганізацыі і далейшай працы ўстаноў экстранай меддапамогі. Пытанне платнасці абслугоўвання ў іх не было ўніфікавана і вырашалася на месцах па-рознаму, у залежнасці ад мадэлі пабудовы службы. Асноўнымі відамі экстранай медыцынскай дапамогі сталі станцыі і асобныя карэты (Вільня, Мінск, Магілёў), а таксама начныя дзяжурствы лекараў (Мінск, Віцебск, Гомель).

Інтэнсіўнае развіццё ХМД на тэрыторыі Паўночна-Заходняга краю было перапынена Першай сусветнай вайной, з пачаткам якой існуючыя санітарныя карэты рэквізаваліся на патрэбы фронту, а значная колькасць лекараў была мабілізаваная. Нягледзячы на спыненне развіцця інстытутаў экстранай медыцыны ў краі, варта адзначыць, што рэалізаваныя напачатку ХХ ст. праекты аказання пазашпітальнай медыцынскай дапамогі сталі асновай для арганізацыі ўніфікаванай і рэгулярнай службы ХМД на тэрыторыі Беларусі ў міжваенны перыяд. ■

СПІС ВЫКАРЫСТАНЫХ КРЫНІЦ

1. Оболенский И.Н. Карета и станция Общества скорой медицинской помощи. – Харьков, 1910. С. 2–3.
2. Фиалков Л. История медицины. Изд. второе. – Онтарио: Altaspera, 2015. С. 448–451.
3. Р. Розенберг. Скорая медицинская помощь // Минские врачебные известия. 1910. №8. С. 20–21.
4. Краткий отчет о деятельности ночных врачебных дежурств в г. Киеве за 1882 г. – Киев, 1883. С. 1.
5. Устав общества скорой медицинской помощи в городе Варшаве. – Варшава, 1897.
6. Zahorski W. Dziesięciolecie Towarzystwa Doraźnej Pomocy Lekarskiej w Wilnie: 1902–1912. – Wilno, 1913. S. 3, 11, 12.
7. Инструкция для правления, врачей и низшего медицинского персонала общества скорой медицинской помощи в г. Вильне. – Вильна, 1903. С. 15–19.
8. С.Н. Урванцов. О подаче врачебной помощи в Минске // Минские врачебные известия. 1913. №4. С. 83–84.
9. Нацыянальны гістарычны архіў Беларусі (НГАБ). – Ф. 299. Воп. 3. Спр. 1402. Арк. 5–15.
10. М.А. Поляк. Успехи врачебно-санитарного дела в Минской губернии за 1907–1910 гг. // Минские врачебные известия. 1910. №8. С. 22–25.
11. НГАБ. – Ф. 299. Воп. 3. Спр. 1426. Арк. 139–139 адв.
12. Жбанков Д.Н. Сборник по городскому врачебно-санитарному делу в России. – М., 1915.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ИСХОДОВ ИНФРАИНГВИНАЛЬНЫХ РЕВАСКУЛЯРИЗИРУЮЩИХ ОПЕРАЦИЙ У ПАЦИЕНТОВ С ЗАБОЛЕВАНИЯМИ АРТЕРИЙ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ



Олег Панасюк,
ассистент 1-й кафедры
хирургических
болезней Гродненского
государственного
медицинского
университета;
kiparis.10@inbox.ru



Эдуард Могилевец,
заведующий 1-й
кафедрой хирургических
болезней Гродненского
государственного
медицинского
университета, кандидат
медицинских наук,
доцент;
emogilevec@yandex.ru



Андрей Копыцкий,
старший преподаватель
кафедры медицинской
и биологической
физики Гродненского
государственного
медицинского
университета;
andrey_cop@mail.ru

Аннотация. Прогрессирующее течение заболеваний артерий нижних конечностей (ЗАНК) неизбежно приводит к развитию перемежающей хромоты, критической ишемии и гангрене. При наличии у пациента таких признаков ему показано выполнение реваскуляризирующей операции. В ранние сроки после данного вмешательства может возникнуть реокклюзия. В статье представлены результаты исследования, направленного на разработку и валидацию прогностической модели исходов реваскуляризирующих операций ниже паховой связки. Для построения данной модели, позволяющей с высокой степенью достоверности относить пациента к группе с возможными осложнениями, было проанализировано 244 показателя. В окончательную модель вошли такие из них, как вариант операции, уровни общего холестерина, гомоцистеина, цистеинилглицина, прирост лодыжечно-плечевого индекса и диаметр общей бедренной артерии.

Ключевые слова: заболевания артерий нижних конечностей, прогноз, реваскуляризирующие операции, хроническая артериальная недостаточность.

Для цитирования: Панасюк О., Могилевец Э., Копыцкий А. Прогнозирование исходов инфраингвинальных реваскуляризирующих операций у пациентов с заболеваниями артерий нижних конечностей // Наука и инновации. 2022. №12. С. 68–72. <https://doi.org/10.29235/1818-9857-2022-12-68-72>

Доля ЗАНК в структуре сердечно-сосудистой заболеваемости трудоспособного населения составляет около 12% и увеличивается с возрастом, достигая 20% у лиц старше 70 лет [1]. Наиболее часто хроническая артериальная недостаточность обусловлена прогрессирующим многоуровневым атеросклеротическим поражением магистральных артерий нижних конечностей [2, 3]. При отсутствии лечения у 21% больных в течение 5 лет развивается критическая ишемия нижних конечностей (КИНК) [4]. Прогноз при КИНК наиболее драматичен – 25% страдающих ей выполняется первичная высокая ампутация конечности и только 50% – реваскуляризирующие

операции [5]. Лечение данной категории пациентов является актуальной медико-социальной проблемой современной медицины [6]. Во-первых, они имеют тяжелый коморбидный фон, обусловленный атеросклеротическим поражением коронарного и каротидного бассейнов, во-вторых – высокая частота инвалидизации, в том числе в трудоспособном возрасте.

Функционирование бедренно-подколенных шунтов в течение первого года варьирует в диапазоне 65–75% [7]. Также и рентгенэндоваскулярные вмешательства на бедренно-подколенном сегменте сопровождаются развитием рестеноза в зоне реваскуляризации на протяжении первого года у 40–50% пациентов. [8]. Дальнейшая эффективность любых видов хирургических вмешательств неуклонно снижается [9]. Поэтому поиск потенциальных предикторов, приводящих к различного рода осложнениям, был и остается важной задачей для ангиохирургов [10–12].

Цель представленного исследования – разработать и валидировать прогностическую модель исходов реваскуляризирующих операций ниже паховой связки.

Материалы и методы

В исследовании приняли участие 133 пациента. Критериями их включения были: возраст от 45 лет и старше, верифицированный диагноз ЗАНК со стадиями хронической артериальной недостаточности (ХАН) II Б, III, IV по классификации Фонтейна-Покровского, выполненная реваскуляризация ниже паховой связки, гиперхолесте-

ринемия, хроническая недостаточность мозгового кровообращения или перенесенное острое его нарушение, артериальная гипертензия 1–3-й степени, ишемическая болезнь сердца: стенокардия напряжения (функциональный класс (ФК) I, II), перенесенный инфаркт миокарда, нарушение ритма в виде тахикардии, брадикардии, экстрасистолии и фибрилляции предсердий, сахарный диабет 1-го и 2-го типа (компенсация, субкомпенсация) и хроническая почечная недостаточность. Критериями исключения были: ХАН I и II А стадии, хроническая сердечная недостаточность II Б и III стадии (ФК III, IV), декомпенсация сахарного диабета или другой эндокринной патологии, синдром диабетической стопы, хроническая печеночная недостаточность, острый инфаркт миокарда, тяжелые соматические

и инфекционные заболевания в стадии декомпенсации, отсутствие возможности выполнения открытой или рентгенэндоваскулярной реваскуляризации.

Возраст пациентов составил (медиана [1-й квартиль; 3-й квартиль]) – 63 [57; 68] лет. Их характеристика представлена в *табл. 1*.

Зона гемодинамически значимого стеноза и/или окклюзии у всех пациентов была локализована ниже паховой связки и подтверждена данными КТ-ангиографии. Варианты и количество реваскуляризирующих операций представлены в *табл. 2*.

Как свидетельствуют данные таблицы, наиболее распространенным вариантом было БПШ – 72 (54,1%). В качестве шунта использовалась аутовена (АВ) пациента. В 5 (6,9%) случаях вследствие нехватки шунтирующего материала было выполнено

Показатель	n (%)
Количество пациентов	133
Мужской пол (%)	114 (85,7)
Возраст, лет	63 [57; 68]
Курение в анамнезе (%)	92 (69,2)
Сахарный диабет (%)	21 (15,8)
Артериальная гипертензия (%)	105 (78,9)
Ишемическая болезнь сердца (%)	115 (86,5)
Гиперхолестеринемия (%)	46 (34,6)
Инфаркт миокарда в анамнезе (%)	10 (7,5)
Нарушение ритма (%)	32 (24,1)
Курсы стационарного лечения (%)	52 (39,1)
Прием лекарственных препаратов (%):	
β-блокаторы	15 (11,3)
статины	12 (9)
антиагреганты	61 (45,9)
антигипертензивные	57 (42,9)
Стадия ХАН (%):	
II Б	96 (72,2)
III	15 (11,3)
IV	22 (16,5)

Таблица 1. Характеристика исследуемых пациентов

Вариант операции	Количество операций n (%)
Бедренно-подколенное шунтирование (БПШ)	72 (54,1)
Балонная ангиопластика в сочетании со стентированием (БА+Ст)	29 (21,8)
Эндартерэктомия (ЭАЭ)	13 (9,8)
Балонная ангиопластика (БА)	12 (9)
Бедренно-берцовое шунтирование (ББШ)	6 (4,5)
Подколенно-стопное шунтирование (ПСШ)	1 (0,8)
Всего	133 (100%)

Таблица 2. Варианты и количество выполненных реваскуляризирующих вмешательств

БПШ ауто-аутовенозным (ауто-аутоартериальным) комбинированным шунтом (КШ).

Для построения уравнения бинарной регрессии с логит-функцией связи нами были проанализированы 244 показателя: данные анамнеза пациентов, лабораторных методов обследования (общего анализа крови, гемостазиограммы, биохимического анализа крови), уровни аминокислот и их производных, данные инструментальных методов диагно-

стики (лодыжечно-плечевого индекса (ЛПИ) и ангиографии, КТ-ангиографии), показатели интра- и послеоперационного периодов.

Статистический анализ данных выполняли при помощи программы STATISTICA 10 и языка программирования R (версии 4.0.1). Для построения и анализа моделей логистической регрессии использовались следующие пакеты расширения языка R: «base», «ROCR», «boot», «pROC». Пороговым зна-

чением уровня статистической значимости являлось $\alpha=0,05$.

Результаты и обсуждение

Период наблюдения за пациентами после выполненного реваскуляризирующего вмешательства составил 20 [12; 26] месяцев. За данное время был диагностирован 31 случай осложнений: 20 – дисфункций шунтов, 11 – реокклюзий в зоне ангиопластики и стентирования.

Показатель	Оценка регрессионного коэффициента	Стандартная ошибка регрессионного коэффициента	z	p
своб. член	-6,4474	2,1052	-3,0627	0,0022
ВО: БПШ КШ	4,2386	1,2783	3,3158	0,0009
ВО: ББШ АВ	2,2271	1,1602	1,9196	0,05
ВО: БА	0,2681	0,6634	0,4042	0,6861
ВО: БА+Ст	1,5397	0,529	2,9104	0,0036
Общий холестерин	0,5958	0,1851	3,2194	0,0013
Нсу	0,0651	0,0331	1,9672	0,0492
CysGly	0,0549	0,0268	2,0488	0,0405
Прирост ЛПИ	-9,3816	1,9975	-4,6967	0
Диаметр ОБА	0,412	0,1538	2,6793	0,0074

Таблица 3. Оценки коэффициентов регрессионной модели

Примечание: ВО – вариант операции; z – значение для регрессионного коэффициента; p – значение для регрессионного коэффициента

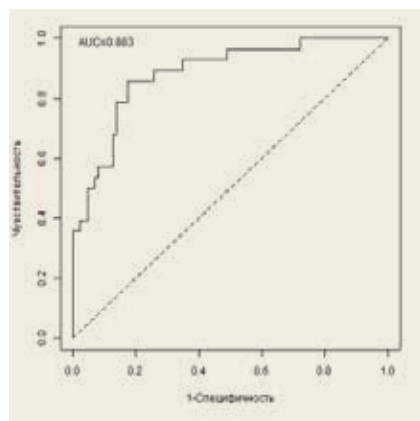


Рис. 1. ROC-кривая модели

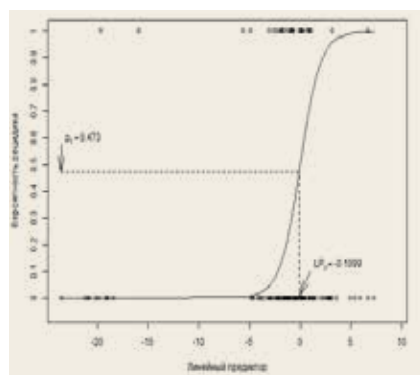


Рис. 2. Бинарная схема классификация моделью (точки – наблюдаемая классификация, сплошная линия – теоретически предсказанная вероятность отнесения к группе)

На основании исследуемых показателей методом прямого перебора были построены множества моделей логистической регрессии с несколькими предикторами [13]. Из них оптимальными характеристиками обладала модель, созданная на основании следующих показателей: вариант операции, уровни общего холестерина, гомоцистеина (Hcy), цистеинилглицина (CysGly), прирост ЛПИ и диаметр общей бедренной артерии (ОБА) оперированной нижней конечности. Влияние уровня холестерина и Hcy на прогрессирующее течение атеросклероза и ЗАНК в част-

ности – доказанный факт [14]. Помимо этого высокое значение Hcy способствует увеличению активности факторов свертываемости крови (V, XII, Ван Виллебранда, тканевого фактора), снижению скорости разрушения тромба путем ингибирования активации факторов фибринолиза (тромбомодулина и протеина C) и повышению концентрации тканевого ингибитора активатора плазминогена, тем самым приводя к образованию тромбов [15]. CysGly вызывает трансформацию в крови Fe^{3+} в Fe^{2+} . Это приводит к развитию оксидантного стресса и окислению липопротеинов низкой плотности, что способствует формированию и прогрессирующему росту атеросклеротической бляшки [16]. А диаметр бедренной артерии связан с окклюзионно-стенотическим поражением ее дистальных сегментов и нижележащих магистральных артерий [17, 18].

Оценка ЛПИ в послеоперационном периоде может свидетельствовать о риске развития постриваскуляризационных осложнений [19]. Среди вариантов оперативных вмешательств в данной модели используются следующие: БПШ КШ, ББШ реверсированной АВ, изолированная БА и ее сочетание со стентированием (БА+Ст). Оценки коэффициентов полученной регрессионной модели представлены в табл. 3.

Согласно данным табл. 3, оценки коэффициентов всех предикторов статистически значимы (за исключением категории ВО: ББШ АВ), и линейный предиктор z уравнения логистической регрессии, в соответствии с этой моделью, будет иметь вид:

$$z = -6.4474 + 4.2386 \cdot \text{ВО: БПШ КШ} + 2.2271 \cdot \text{ВО: ББШ АВ} + 0.2681 \cdot \text{ВО: БА} + 1.5397 \cdot \text{ВО: БА+Ст} + 0.5958 \cdot \text{Холестерин} + 0.0651 \cdot \text{Hcy} + 0.0549 \cdot \text{CysGly} - 9.3816 \cdot \text{Прирост ЛПИ} + 0.412 \cdot \text{Диаметр ОБА}.$$

Вероятность наличия осложнения определяется по формуле:

$$P = \exp(z) / [1 + \exp(z)],$$

где $\exp(z)$ – экспонента.

Если $P > p_0$ (где p_0 – так называемый порог отсеечения по вероятности), то пациента относят к группе с осложнениями, при $P < p_0$ – к группе без осложнений.

Выбор порога отсеечения определяется значениями чувствительности, специфичности и точности классификации. На рис. 1 представлена ROC-кривая модели.

Площадь (и ее 95%-ный доверительный интервал) под ROC-кривой составила 0.883 (0.812–0.954), что свидетельствует об удовлетворительной предсказательной способности построенной модели. В качестве порога отсеечения была выбрана вероятность $p_0 = 0.4725$. При данном пороге отсеечения чувствительность равна $Se = 85.71\%$, специфичность – $Sp = 82.56\%$, точность – $Acc = 83.33\%$.

Логит-преобразование для пороговой вероятности $LP_0 = \ln[p_0 / (1 - p_0)]$ дает нам порог отсеечения по линейному предиктору: $LP_0 = -0.1099$. На рис. 2 представлена бинарная схема классификация моделью (стрелками также указаны порог отсеечения линейного предиктора $LP_0 = -0.1099$ и соответствующая пороговая вероятность $p_0 = 0.4725$).

Таким образом, если линейный предиктор для конкретного испытуемого больше чем $LP_0 = -0.1099$,

то принимается решение об отнесении испытуемого к группе с осложнениями.

Дополнительно была выполнена кросс-валидация модели методом скользящего контроля с точностью в качестве функции цены: средняя точность классификации составила 75,14%.

Выводы

Построенная нами модель логистической регрессии включает следующие показатели: вариант операции, уровни общего холестерина, Hcy, CysGly, прирост ЛПИ и диаметр ОБА. Разработанная прогностическая модель исходов реваскуляризирующих операций ниже паховой связки имеет Se=85,71%, Sp=82,56%, Acc=83,33%. Ее валидация показала среднюю точность классификации в 75,14%. 

■ **Summary.** The progressive course of lower extremity arterial disease (LEAD) inevitably leads to the development of intermittent claudication, critical ischemia, and gangrene. If a patient shows signs of critical ischemia and trophic disorders, he should undergo revascularization surgery. The development of reocclusion may be observed in the early period following the surgery. The aim of the work was to develop and validate a prognostic model of the results of revascularizing surgeries below the inguinal ligament. The study involved 133 patients with chronic arterial insufficiency of stages II B, III and IV according to Fontaine-Pokrovsky classification. 92 patients underwent open surgeries and 41 underwent endovascular surgeries. To build a prognostic model, 244 criteria were analyzed. The final model was built on the basis of such criteria as surgery type, levels of total cholesterol, homocysteine, cysteinylglycine, ankle brachial index increase, and diameter of the common femoral artery. This prognostic model has the following characteristics: Se = 85.71%, Sp = 82.56%, Acc = 83.33%.

■ **Keywords:** lower extremities artery disease, prognosis, revascularization surgeries, chronic arterial insufficiency.

■ <https://doi.org/10.29235/1818-9857-2022-12-68-72>

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. W. Herrington. Epidemiology of Atherosclerosis and the Potential to Reduce the Global Burden of Atherothrombotic Disease / W. Herrington, B. Lacey, P. Sherliker et al. // *S. Circ. Res.* 2016. Vol. 118. N4. P. 535–546.
2. Р.Е. Калинин. Коррекция эндотелиальной дисфункции как компонент в лечении облитерирующего атеросклероза артерий нижних конечностей / Р.Е. Калинин, И.А. Сучков, А.С. Пшенников // *Ангиология и сосудистая хирургия.* 2014. Т. 20. №3. С. 17–22.
3. Критическая ишемия нижних конечностей. Инфраингиальное поражение. А.В. Покровский [и др.]. – Тверь, 2018.
4. A.T. Hirsch. ACC/AHA 2005 Practice Guidelines for the Management of Patients With Peripheral Arterial Disease (Lower Extremity, Renal, Mesenteric, and Abdominal Aortic) / A.T. Hirsch, Z.J. Haskal, R.H. Norman et al. // *Circulation.* 2006. Vol. 113. N11. P. 463–465.
5. А.В. Покровский. Национальные рекомендации по ведению пациентов с заболеваниями артерий нижних конечностей / А.В. Покровский, С.А. Абугов, Б.Г. Алякян и др. // *Ангиология и сосудистая хирургия.* 2013. Т. 19. №2. С. 1–75.
6. А.В. Гавриленко. Современные возможности сосудистой хирургии в лечении хронической ишемии нижних конечностей (20 лет спустя) / А.В. Гавриленко, А.Э. Котов, В.Д. Калинин, М.А. Кротовский // *Анналы хирургии.* 2016. Т. 21. №1–2. С. 26–31.
7. T.S. Monahan. Risk Factors for Lower-Extremity Vein Graft Failure / T.S. Monahan, C.D. Owens // *Semin. Vasc. Surg.* 2009. Vol. 22. N4. P. 216–226.
8. Ю.П. Диденко. Причины выполнения повторных оперативных вмешательств в отдаленные сроки после реконструктивных операций на артериях нижних конечностей у больных облитерирующим атеросклерозом / Ю.П. Диденко, Г.Н. Горбунов // *Вестник СПбГУ.* 2008. Т. 11, №1. С. 71–76.
9. A.W. Bradbury. Multicentre randomised controlled trial of the clinical and cost-effectiveness of a bypass-surgery-first versus a balloon-angioplasty-first revascularisation strategy for severe limb ischaemia due to infrainguinal disease. The bypass versus angioplasty in severe ischaemia of the leg (BASIL) trial / A.W. Bradbury, D.J. Adam, J. Bell et al. // *Health Technol. Assess.* 2010. Vol. 14. №14. P. 1–210.
10. В.В. Рыбачков. Прогнозирование эффективности оперативных методов лечения облитерирующего атеросклероза артерий нижних конечностей / В.В. Рыбачков, Е.Н. Четверикова, Л.Б. Шубин, Е.Н. Кабанов // *Современные проблемы науки и образования.* 2015. №2–1. С. 1–7.
11. В.Н. Пшеничный. Прогнозирование исхода реваскуляризации конечности при критической ишемии по реактивности микроциркуляторного русла стопы / В.Н. Пшеничный, Ю.В. Родин // *Серце і судини.* 2014. №1. С. 27–33.
12. O. Iida. The association of preoperative characteristics with reintervention risk in patients undergoing revascularization for chronic limb-threatening ischemia / O. Iida, M. Takahara, Y. Soga et al. // *J. Atheroscler. Thromb.* 2021. Vol. 28. №1. P. 52–65.
13. Копыцкий А.В. Программное обеспечение для построения множеств регрессионных моделей на выборках ограниченного объема в медицинских исследованиях / Копыцкий А.В., Хильманович В.Н. // 19-я Международная научная конференция «Сахаровские чтения 2019 года: экологические проблемы XXI века»: Материалы 19-й междунар. науч. конф. – Минск, 2019.
14. M.D. Gerhard–Herman. 2016 AHA/ACC guideline on the management of patients with lower extremity peripheral artery disease / M.D. Gerhard–Herman, H.L. Gornik, C. Barrett // *Circulation.* 2017. Vol. 135. N12. P. 686–725.
15. О.В. Панасюк. Влияние гипергомоцистеинемии на развитие облитерирующего атеросклероза артерий нижних конечностей / О.В. Панасюк, Э.В. Могилицев, А.В. Наумов // *Здравоохранение.* 2020. Т. 875. №2. С. 30–35.
16. G. Nedrepera. Gamma-glutamyl transferase and cardiovascular disease / G. Nedrepera, A. Kastrati // *Annals of Translation Medicine.* 2016. Vol. 24. N4. P. 1–14.
17. Григорчик Е.С. Особенности кровотока в области ответвления глубокой артерии бедра от бедренной артерии / Е.С. Григорчик, В.А. Бутько // *Сборник материалов XIII Междунар. науч.-практ. конф. студентов и молодых ученых: «Актуальные проблемы современной медицины и фармации».* – Минск, 2019.
18. А.Н. Волошин. Топографические особенности артериальной сети верхней трети бедра у больных с облитерирующими заболеваниями артерий нижних конечностей / А.Н. Волошин, А.Н. Матерухин, В.А. Губка и др. // *Клиническая анатомия и оперативная хирургия.* 2010. Т. 9, №4. С. 18–20.
19. Панасюк О.В. Измерение лодыжечно-плечевого индекса у пациентов с заболеванием периферических артерий в раннем послеоперационном периоде / О.В. Панасюк, Э.В. Могилицев, П.А. Горячев, О.В. Будревич // *Сборник научных статей, посвященный памяти профессора Евгения Михайловича Тищенко.* – Гродно, 2020.

Статья поступила в редакцию 08.09.2022 г.

ВЛИЯНИЕ АМИНОКИСЛОТ И СОЛЕЙ ЦИНКА НА КИНЕТИКУ РОСТА БАКТЕРИЙ РОДА *ESCHERICHIA* И *STAPHYLOCOCCUS*



Татьяна Артюх,
ассистент кафедры
микробиологии,
вирусологии
и иммунологии
им. С.И. Гельберга ГрГМУ,
магистр медицинских
наук;
taniaartsyukh@gmail.com



Елена Сидорович,
старший
преподаватель
кафедры
микробиологии,
вирусологии
и иммунологии
им. С.И. Гельберга
ГрГМУ; elenasidm@rambler.ru



Оксана Островская,
доцент кафедры
микробиологии,
вирусологии
и иммунологии
им. С.И. Гельберга,
старший научный
сотрудник группы
морфологии
с электронной
микроскопией научно-
исследовательской
лаборатории ГрГМУ,
кандидат медицинских
наук; astrowskaja@gmail.com

Аннотация. В ходе исследования установлено, что биологически активные вещества (БАВ) – триптофан, цинка аспартат, аргинин, татиацин, таурин – оказывают дозозависимое влияние на метаболическую активность бактерий в планктонной форме. Суточная инкубация бактерий в присутствии высокой концентрации БАВ (1200–20 000 мкг/мл) приводила к снижению их количества, в концентрации 600–300 мкг/мл ингибирующий эффект не проявлялся, 150 мкг/мл – способствовала росту штаммов *E. coli*. Такая же тенденция наблюдалась в отношении бактерий в составе биопленок: цинка аспартат в концентрации 2500 мкг/мл оказывал бактерицидное влияние на *S. aureus* и *E. coli*. Это позволяет рассматривать БАВ в качестве вспомогательных веществ для повышения эффективности антибактериальных препаратов и указывает на необходимость дальнейшего изучения более широкого круга низкомолекулярных соединений.

Ключевые слова: биологически активные вещества, антибактериальный эффект, *S. aureus*, *E. coli*, планктонные формы, микробные биопленки.

Для цитирования: Артюх Т., Сидорович Е., Островская О. Влияние аминокислот и солей цинка на кинетику роста бактерий рода *Escherichia* и *Staphylococcus* // Наука и инновации. 2022. №12. С. 73–80.
<https://doi.org/10.29235/1818-9857-2022-12-73-80>

В последние годы изучение микробиома быстро прогрессирует – от поиска взаимосвязей между ним и его хозяином до понимания его роли в развитии заболеваний. С одной стороны, инвазия микроорганизмов сопровождается выбросом в ткани медиаторов и продуктов распада бактерий, которые стимулируют иммунную систему с выделением провоспалительных цитокинов. С другой – микроорганизмы и клетки человека используют одинаковые питательные субстраты, метаболизируя их до схожих продуктов. Бактерии синтезируют или расщепляют доступные в среде хозяина белки до аминокислот, в то же время хозяин использует их для поддержания гомеостаза [1].

Аминокислоты – структурные компоненты клеточной стенки бактерий, регулирующие ее ремоделирование в стационарной фазе [2]. В их присутствии наиболее эффективно осуществляется регуляция псевдопротеазами прорастания спор [3]. Недавние исследования показали большую роль систем межклеточной коммуникации в развитии инфекционных процессов [4]. Известно, что пептиды, входящие в состав межклеточной микробной системы коммуникации – quorum sensing (QS), состоят из различных аминокислот, таких как триптофан, серин, тирозин, изолейцин, лейцин, цистеин, треонин, глутаминовая кислота, глицин, фенилаланин, пролин и валин. Пептиды-аутоиндукторы

грамположительных бактерий играют ключевую роль в контроле различных микробных свойств, таких как образование биопленки, устойчивость к противомикробным препаратам и др. [5]. Помимо этого D-аминокислоты вызывают диспергирование биопленки в стареющих бактериальных сообществах [6]. Таким образом, микроорганизмы используют аминокислоты в качестве источника питательных веществ и энергии для своего выживания.

Интересный биологический парадокс состоит в том, что именно аминокислоты рассматриваются в качестве соединений с большим потенциалом в процессе разработки антибактериальных препаратов [7]. В частности, D-аминокислоты, как сообщается, проявляют прямую антимикробную активность широкого спектра действия. Мишенью для них, как и для многих антибиотиков, служит пептидогликан клеточной стенки [8]. Также было показано, что различия во включении бактериями D-аминокислот в пептидогликан могут зависеть от условий роста и влиять на скорость синтеза клеточной стенки [2]. Стратегии по снижению устойчивости к противомикробным препаратам направлены на разработку соединений, препятствующих восприятию пептидов QS, последующее ингибирование путей биосинтеза компонентов систем межклеточных коммуникаций и снижение биопленочной активности [9, 10].

Настоящее исследование направлено на определение и сравнительный анализ эффектов биологически активных соединений (триптофана, цинка, аргинина, татипацина, таурина)

в диапазоне концентраций 150–20 000 мкг/мл на рост *S. aureus* и *E. coli*; анализ их влияния на метаболическую активность планктонных форм микроорганизмов в динамике и эффектов данных соединений на микроорганизмы в составе биопленок.

Материалы и методы

Объектом исследования являлись грамположительные и грамотрицательные isolates: 4 штамма *Escherichia coli* и 4 – *Staphylococcus aureus*, выделенные у пациентов хирургического профиля. Идентификация и типирование микроорганизмов производились на микробиологическом анализаторе Vitek 2 Compact фирмы BioMérieux. Эффекты данных соединений изучали на планктонных формах микроорганизмов и на микроорганизмах в составе моно- и микстбиопленок в присутствии триптофана, цинка аспартата (массовая доля цинка не менее 27,5%), цинка хлорида (массовая доля цинка не менее 48%), аргинина, татипацина (композиция аминокислот), таурина производства Института физико-органической химии НАН Беларуси. Рабочие растворы готовили с использованием жидкой питательной среды Мюллера-Хинтона. Концентрацию рассчитывали исходя из необходимой максимальной в ряду двойных разведений.

Эффекты исследуемых соединений в диапазоне 150–20 000 мкг/мл по отношению к микроорганизмам в планктонной форме определяли методом серийных разведений в бульоне с помощью «time-kill» анализа с подсчетом колониеобразующих единиц (КОЕ) [11].

Из рабочих растворов готовили ряд двойных разведений:

20 000–150 мкг/мл для каждого соединения с постановкой контролей бактерий, бульона и веществ. Для инокуляции использовали суточную культуру микроорганизмов, выращенную на скошенном мясопептонном агаре в концентрации $1,5 \times 10^8$ КОЕ/мл или 0,5 ед. по Мак-Фарланду (ед. МкФ), разведенную в 100 раз. Конечная концентрация бактерий в каждой пробирке, учитывая фактор разбавления питательной средой, составила приблизительно $7,5 \times 10^5$ КОЕ/мл. Пробирки инкубировали в обычной атмосфере при температуре 35 ± 1 °C в течение 24 ч. Для определения роста микроорганизмов измеряли оптическую плотность растворов на детекторе мутности суспензий DEN-1 Biosan до и после инкубации. Результаты бактериального роста выражали как разность между вторым и первым замером в ед. МкФ. Также проводили посев из пробирок на мясопептонный агар в чашки Петри для регистрации КОЕ и исключения возможной нежелательной мутности исследуемых соединений. Экспозиция 24 ч при 35 ± 1 °C.

Эффекты соединений (2500–300 мкг/мл) по отношению к микроорганизмам в составе биопленки определяли микрометодом разведения веществ с применением индикатора (аламаровый синий 0,1%), также проводили визуализацию биопленок с помощью трансмиссионной электронной микроскопии (ТЭМ) (JEOL, Япония) при ускоряющем напряжении 80 KV [12]. Биопленки выращивали в системе иммунологических планшетов

в статических условиях 5 сут. при 35 ± 1 °C по адаптированной методике [13]. В первые сутки в каждую лунку вносили 200 мкл питательного бульона Мюллера-Хинтона, 20 мкл взвеси микроорганизмов (0,5 ед. МкФ) и медные сеточки, в последующем используемые для электронной микроскопии. Сеточки диаметром 3,5 мм предварительно покрывали формваровой пленкой. На четвертые сутки культивирования добавляли исследуемые соединения (2500–600 мкг/мл) и продолжали инкубировать. На пятые извлекали медные сеточки и добавляли индикатор во все лунки по 20 мкл. Регистрировали изменение окраски опытных образцов в сравнении с контрольными в динамике времени через 2, 4, 8, 16 и 24 ч.

Анализ и визуализацию данных проводили с помощью программного пакета Statistica Version 13.5.0.17. Сравнение результатов между группами исследуемых веществ осуществляли с помощью дисперсионного анализа Краскела-Уоллиса с постобработкой критерием Данна. Зависимость бактериального роста от концентраций исследуемых веществ проверяли анализом ANOVA.

Результаты и обсуждение

Эффекты присутствия в среде БАВ по отношению к планктонным формам микроорганизмов

Микроорганизмы, в отношении которых тестировали эффекты БАВ, имеют различную структуру клеточной стенки [14]. Однако средние значения роста между грамположительными штаммами

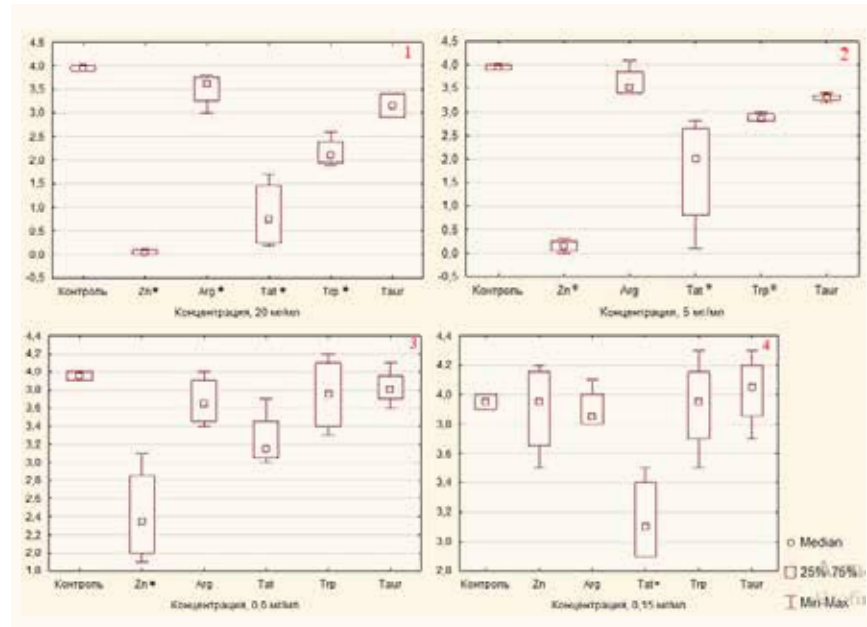


Рис. 1. Диаграммы размаха средних величин суточного роста *E. coli* и *S. aureus* в зависимости от концентрации воздействующих веществ с результатами анализа Краскела-Уоллиса: 1 – $H=22,17$, $df=5$, $p=0,0005$; 2 – $H=21,33$, $df=5$, $p=0,0007$; 3 – $H=15,10$, $df=5$, $p=0,0010$; 4 – $H=9,98$, $df=5$, $p=0,0758$

* – данные достоверны по отношению к контролю ($p \leq 0,05$)

S. aureus и грамотрицательными штаммами *E. coli* в присутствии исследуемых соединений статистически значимо не различались ($t=0,54$; $df=34$; $p=0,85$).

Достоверные изменения наблюдали для всех групп соединений по сравнению с контрольной (рис. 1). Парным сравнением средних рангов (критерий Данна) выявлены

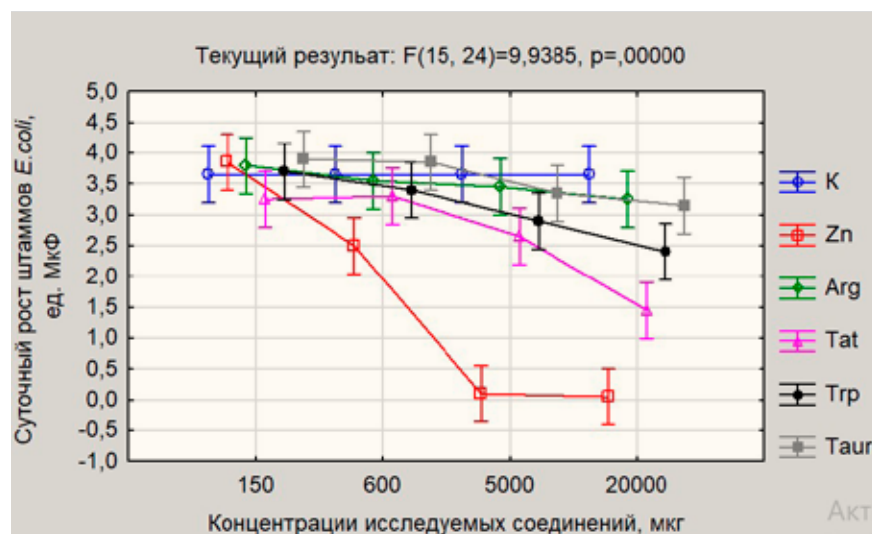


Рис. 2. График, отражающий суточный рост культур *E. coli* в присутствии БАВ в концентрации 150–20 000 мкг/мл ($p \leq 0,05$)

Вещество/ Группа	С мкг/мл	Стартовое количество КОЕ/мл	12 ч	24 ч	48 ч	№
Контроль	–	75×10 ⁶	975±15×10 ⁶	1095±45×10 ⁶	1305±15×10 ⁶	4
Zn asp	20000*#	75×10 ⁶	0#	15±15×10 ⁶ #	15±15×10 ⁶ #	4
	5000*#	75×10 ⁶	15±15×10 ⁶ #	30±15×10 ⁶ #	45±15×10 ⁶ #	4
	600*#	75×10 ⁶	720±90×10 ⁶ #	750±180×10 ⁶ #	675±45×10 ⁶ #	4
	150*#ψ	75×10 ⁶	720±15×10 ⁶ #	1155±180×10 ⁶ ψ	1095±105×10 ⁶ #	4
Arg	20000*#	75×10 ⁶	795±15×10 ⁶ #	975±75×10 ⁶ #	1170±60×10 ⁶ #	4
	5000*#	75×10 ⁶	885±15×10 ⁶ #	1035±75×10 ⁶ #	1230±0×10 ⁶ #	4
	600*#	75×10 ⁶	870±0×10 ⁶ #	1065±15×10 ⁶ #	1215±45×10 ⁶ #	4
	150*ψ	75×10 ⁶	1035±75×10 ⁶ ψ	1140±0×10 ⁶ ψ	1380±60×10 ⁶ ψ	4
Tat	20000*#	75×10 ⁶	360±60×10 ⁶ #	435±75×10 ⁶ #	735±75×10 ⁶ #	4
	5000*#	75×10 ⁶	690±30×10 ⁶ #	795±45×10 ⁶ #	900±30×10 ⁶ #	4
	600*#	75×10 ⁶	960±90×10 ⁶ #	990±120×10 ⁶ #	1125±135×10 ⁶ #	4
	150*#	75×10 ⁶	810±30×10 ⁶ #	975±15×10 ⁶ #	1050±0×10 ⁶ #	4
Trp	20000*#	75×10 ⁶	630±60×10 ⁶ #	720±60×10 ⁶ #	690±30×10 ⁶ #	4
	5000*#	75×10 ⁶	750±30×10 ⁶ #	870±60×10 ⁶ #	945±15×10 ⁶ #	4
	600*#	75×10 ⁶	900±30×10 ⁶ #	1020±60×10 ⁶ #	1110±30×10 ⁶ #	4
	150*#ψ	75×10 ⁶	1035±15×10 ⁶ ψ	1110±60×10 ⁶ ψ	1170±90×10 ⁶ #	4
Taur	20000*#	75×10 ⁶	825±15×10 ⁶ #	945±75×10 ⁶ #	960±60×10 ⁶ #	4
	5000*#	75×10 ⁶	855±15×10 ⁶ #	1005±15×10 ⁶ #	1110±90×10 ⁶ #	4
	600*#ψ	75×10 ⁶	990±60×10 ⁶ #	1155±75×10 ⁶ ψ	1230±0×10 ⁶ #	4
	150*#ψ	75×10 ⁶	1005±45×10 ⁶ ψ	1170±60×10 ⁶ ψ	1200±60×10 ⁶ #	4

Таблица 1. Средние значения КОЕ штаммов *E. coli* в присутствии БАВ в динамике времени ($p \leq 0,05$)

Примечание: большой размах стандартного отклонения комментируется различными штаммами кишечной палочки; значимые различия относительно контрольной группы * – $p < 0,05$; # – ингибирующий эффект препарата относительно контрольной группы, ψ – стимулирующий эффект препарата относительно контрольной группы

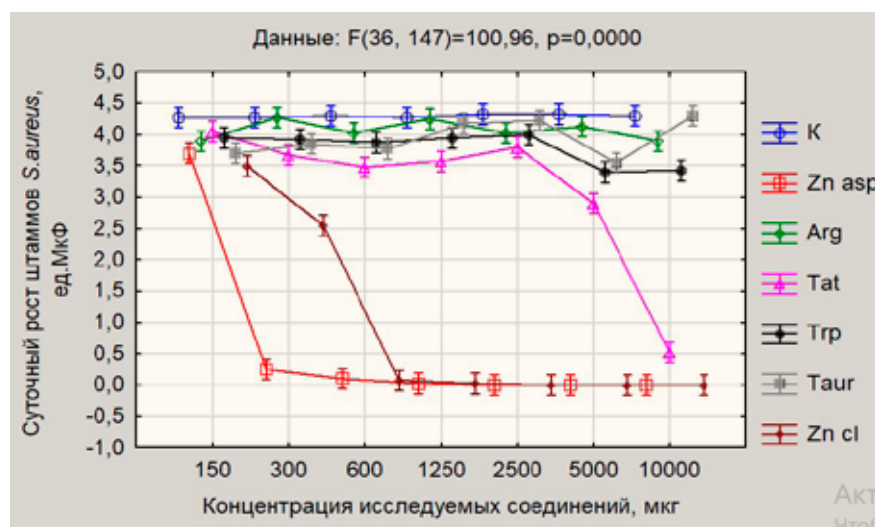


Рис. 3. График, отражающий суточный рост культур *S. aureus* в присутствии БАВ в концентрации 150–10 000 мкг/мл ($p \leq 0,05$)

статистически значимо различающиеся показатели роста микроорганизмов для следующих пар групп во всех исследуемых концентрациях: $P(\text{Zn-K})=0,0000$; $P(\text{Tat-K})=0,0005$; $P(\text{Arg-Zn})=0,0000$; $P(\text{Trp-Zn})=0,0002$; $P(\text{Taur-Zn})=0,0000$; $P(\text{Taur-Tat})=0,0038$.

На основании результатов, представленных на рис. 2 и в табл. 1, рассчитан процент увеличения или уменьшения роста микроорганизмов от контрольного значения роста *E. coli* через сутки инкубирования в присутствии цинка аспартата, аргинина, татапина, триптофана, таурина.

Присутствие в среде:

- 20 мг/мл цинка аспартата снижало показатели суточного роста *E. coli* на 98,6%; 5 мг/мл – уменьшило КОЕ на 97,3%; 0,6 мг/мл – ингибировало рост бактерий на 31,5%; 0,15 мг/мл – способствовало небольшому увеличению роста *E. coli* до 5,5% от контрольного значения;
- 20 мг/мл аргинина снижало показатели суточного роста *E. coli* на 10,9%; 5 мг/мл – уменьшило КОЕ на 5,5%; 0,6 мг/мл – ингибировало рост бактерий на 2,8%; 0,15 мг/мл – способствовало увеличению роста *E. coli* до 4,1%;
- 20 мг/мл композиции аминокислот – татапина снижало показатели суточного роста *E. coli* на 60,3%; 5 мг/мл – привело к уменьшению КОЕ на 27,4%; 0,6 мг/мл – ингибировало рост бактерий на 9,6%; 0,15 мг/мл татапина также сдерживало рост *E. coli* до 10,7%;
- 20 мг/мл триптофана снижало показатели суточного роста *E. coli* на 34,3%; 5 мг/мл – уменьшало КОЕ на 20,6%; 0,6 мг/мл – ингиби-

ровало рост бактерий на 6,9%; 0,15 мг/мл – способствовало увеличению роста *E. coli* до 1,6%; - 20 мг/мл таурина снижало показатели суточного роста *E. coli* на 13,7%; присутствие 5 мг/мл – привело к падению КОЕ на 8,2%; 0,6 мг/мл – увеличивало рост бактерий на 5,5%; 0,15 мг/мл – способствовало увеличению роста *E. coli* до 6,9%.

Таким образом, цинка аспартат, аргинин, татипацин, триптофан и таурин в концентрации от 20 мг/мл до 5 мг/мл задерживают рост *E. coli*, а в концентрации 0,6 мг/мл и 0,15 мг/мл – напротив, способствуют росту кишечной палочки.

«Time-kill» анализ показал, что выявленные эффекты БАВ на рост микроорганизмов наблюдались после 4 ч присутствия соединений в среде и продолжались до 48 ч. Наиболее выражено они наблюдались в промежутке 16–24 ч. инкубации в сравнении с контролем ($p < 0,001$).

На основании результатов, представленных на рис. 3 и в табл. 2, рассчитан процент увеличения или уменьшения роста микроорганизмов от контрольного значения *S. aureus* через сутки инкубирования в присутствии исследуемых соединений.

Присутствие в среде:

- 10 мг/мл цинка аспартата уменьшало показатели суточного роста *S. aureus* на 100%; 2,5 мг/мл – сокращало КОЕ на 100%; 0,6 мг/мл – ингибировало рост бактерий на 100%; 0,15 мг/мл – снизило рост *S. aureus* до 26,0% от контрольного значения;

- 10 мг/мл аргинина уменьшило показатели суточного роста *S. aureus* на 21,7%; 2,5 мг/мл – сократило КОЕ

Вещество/ Группа	С мкг/мл	Стартовое количество КОЕ/мл	12 ч	24 ч	48 ч	№
Контроль	–	75×10 ⁶	1170±15×10 ⁶	1290±15×10 ⁶	1425±30×10 ⁶	4
Zn asp	10000* [#]	75×10 ⁶	0 [#]	0 [#]	0 [#]	4
	2500* [#]	75×10 ⁶	0 [#]	0 [#]	0 [#]	4
	600* [#]	75×10 ⁶	0 [#]	0±30×10 ^{6#}	0±60×10 ^{6#}	4
	150* [#]	75×10 ⁶	954±45×10 ^{6#}	1125±90×10 ^{6#}	1215±90×10 ^{6#}	4
Arg	10000* [#]	75×10 ⁶	1010±170×10 ^{6#}	1285±130×10 ^{6#}	1160±30×10 ^{6#}	4
	2500* [#]	75×10 ⁶	1125±45×10 ^{6#}	1200±120×10 ^{6#}	1260±120×10 ^{6#}	4
	600* [#]	75×10 ⁶	1010±0×10 ^{6#}	1215±30×10 ^{6#}	1335±30×10 ^{6#}	4
	150* [#]	75×10 ⁶	1050±30×10 ^{6#}	1170±0×10 ^{6#}	1275±90×10 ^{6#}	4
Tat	10000* [#]	75×10 ⁶	45±45×10 ^{6#}	105±90×10 ^{6#}	135±90×10 ^{6#}	4
	2500* [#]	75×10 ⁶	990±0×10 ^{6#}	1140±60×10 ^{6#}	1275±30×10 ^{6#}	4
	600* [#]	75×10 ⁶	975±45×10 ^{6#}	1065±30×10 ^{6#}	1140±30×10 ^{6#}	4
	150* [#]	75×10 ⁶	1080±30×10 ^{6#}	1155±90×10 ^{6#}	1290±60×10 ^{6#}	4
Trp	10000* [#]	75×10 ⁶	930±90×10 ^{6#}	990±140×10 ^{6#}	1140±90×10 ^{6#}	4
	2500* [#]	75×10 ⁶	1020±120×10 ^{6#}	1215±90×10 ^{6#}	1290±60×10 ^{6#}	4
	600* [#]	75×10 ⁶	1065±45×10 ^{6#}	1170±60×10 ^{6#}	1260±120×10 ^{6#}	4
	150* [#]	75×10 ⁶	1050±60×10 ^{6#}	1185±90×10 ^{6#}	1320±120×10 ^{6#}	4
Taur	10000* [#]	75×10 ⁶	960±0×10 ^{6#}	990±60×10 ^{6#}	1440±60×10 ^{6#}	4
	2500* [#]	75×10 ⁶	995±15×10 ^{6#}	1110±60×10 ^{6#}	1380±60×10 ^{6#}	4
	600* [#]	75×10 ⁶	1020±0×10 ^{6#}	1140±60×10 ^{6#}	1260±120×10 ^{6#}	4
	150* [#]	75×10 ⁶	1100±0×10 ^{6#}	1260±60×10 ^{6#}	1260±120×10 ^{6#}	4
Zn cl	10000* [#]	75×10 ⁶	0 [#]	0 [#]	0 [#]	4
	2500* [#]	75×10 ⁶	0 [#]	0 [#]	0 [#]	4
	600* [#]	75×10 ⁶	0 [#]	15±30×10 ^{6#}	45±30×10 ^{6#}	4
	150* [#]	75×10 ⁶	900±30×10 ^{6#}	1065±90×10 ^{6#}	1140±60×10 ^{6#}	4

Таблица 2. Средние значения КОЕ *S. aureus* в присутствии БАВ в динамике времени ($p \leq 0,05$)

Примечание: большой размах стандартного отклонения объясняется различными штаммами стафилококка; значимые различия относительно контрольной группы * – $p < 0,05$; # – ингибирующий эффект препарата относительно контрольной группы

на 12,8%; 0,6 мг/мл – ингибировало рост бактерий на 21,7%; 0,15 мг/мл также способствовало уменьшению роста *S. aureus* до 18,6% от контрольного значения;

- 10 мг/мл татипацина снижало показатели суточного роста *S. aureus* на 96,5%; 2,5 мг/мл – сократило КОЕ на 19,8%; 0,6 мг/мл – ингибировало рост бактерий на 21,7%; 0,15 мг/мл – снизило рост *S. aureus* до 18,6% от контрольного значения;

- 10 мг/мл триптофана уменьшало показатели суточного роста *S. aureus* на 23,3%; 2,5 мг/мл – сократило КОЕ на 17,3%; 0,6 мг/мл – ингибировало рост бактерий на 24,4%; 0,15 мг/мл – снизило рост *S. aureus* до 18,6% от контрольного значения;

- 10 мг/мл таурина уменьшало показатели суточного роста *S. aureus* на 23,3%; 2,5 мг/мл – сократило КОЕ на 14,0%; 0,6 мг/мл – ингибировало рост бактерий

Состав биопленки	Контроль (без веществ)	1. Цинка аспартат 2500/1200/600 мкг/мл	2. Триптофан 2500/1200/600 мкг/мл	3. Аргинин 2500/1200/600 мкг/мл
N	3	3	3	3
8 ч инкубирования				
<i>S. aureus</i>	P	C*/C*/C*	C*/C*/P#	C*/P#/P#
<i>E. coli</i>	P	C*/C*/C*	C*/C*/P#	C*/P#/P#
<i>S. aureus</i> + <i>E. coli</i>	P	C*/C*/C*	C*/C*/P#	C*/P#/P#
16 ч инкубирования				
<i>S. aureus</i>	P	C*/C*/P#	C*/P#/P#	C*/P#/P#
<i>E. coli</i>	P	C*/C*/P#	C*/P#/P#	P#/P#/P#
<i>S. aureus</i> + <i>E. coli</i>	P	C*/C*/P#	C*/P#/P#	P#/P#/P#
24 часов инкубирования				
<i>S. aureus</i>	P	C*/P#/P#	P#/P#/P#	P#/P#/P#
<i>E. coli</i>	P	C*/P#/P#	P#/P#/P#	P#/P#/P#
<i>S. aureus</i> + <i>E. coli</i>	P	P/P/P	P/P/P	P/P/P

Таблица 3. Результаты индикаторного анализа на основе резазурина по отношению к биопленкам *S. aureus* и *E. coli*

Примечание: P – розовый цвет; C – синий цвет; достоверные изменения в сравнении с контролем (*); достоверные изменения между группами 1, 2, 3 мкг/мл (#)

на 11,6%; 0,15 мг/мл – снизило рост *S. aureus* до 2,3% от контрольного значения ($p < 0,05$);

- 10 мг/мл цинка хлорида уменьшало показатели суточного роста *S. aureus* на 100%; 2,5 мг/мл – сократило КОЕ на 100%; 0,6 мг/мл – ингибировало рост бактерий на 98,8%; 0,15 мг/мл – снизило рост *S. aureus* до 30,2% от контрольного значения ($p < 0,05$).

Таким образом присутствие в среде цинка (C8H12N2O8Zn, ZnCl2), аргинина, татипацина, триптофана и таурина в концентрации от 10 мг/мл до 5 мг/мл задерживает рост штаммов *S. aureus*, а в концентрации 0,6 мг/мл и 0,15 мг/мл в меньшей степени снижают количество стафилококков, но в отличие от эффектов на *E. coli* не оказывают стимулирующего воздействия на метаболизм *S. aureus*.

Выявленные эффекты БАВ на рост микроорганизмов,

согласно «time-kill» анализу, наблюдались после 4 ч присутствия соединений в среде и продолжались до 48 ч. Наиболее выражены они были в промежутке 16–24 ч инкубации ($p < 0,001$). После 36 ч воздействия показатели бактериального роста для всех исследуемых веществ приближались к контрольной группе. Данные, полученные при проведении анализа «time-kill», подтвердили результаты метода макроразведений в бульоне о том, что высокие концентрации БАВ сдерживают рост *S. aureus* и *E. coli*, а низкие – напротив, способствуют повышению метаболизма, что установлено для *E. coli*. Эти сведения соответствуют исследованию о способности кишечной палочки утилизировать 7 из 20 аминокислот в равномолярной смеси без других источников углерода или азота [15].

Эффекты БАВ на микробные биопленки

В результате бактериостатического действия исследуемых веществ на биопленку микроорганизмы не проявляют жизнедеятельности, при этом цвет резазурина не изменяется (синий). При устойчивости микроорганизма к препарату индикатор становится розовым, так как в живых клетках митохондрии способны уменьшать количество растворенного субстрата с формированием водорастворимого ярко-розового красителя. Таким образом, скорость изменения окраски опытных образцов в сравнении с контрольными пропорциональна количеству метаболически активных клеток [16] (табл. 3).

По результатам индикаторного анализа (табл. 3) видно, что в первые 8 ч инкубирования цинка аспартат обладает ингибирующим действием по отношению к моно- и микстбиопленкам в концентрации 600–2500 мкг/мл; триптофан ингибирует рост моно- и микстбиопленки в концентрации 1200–2500 мкг/мл; аргинин действует таким же образом в концентрации 2500 мкг/мл. Через 16 ч антимикробная активность соединений снижается: цинка аспартат ингибирует рост моно- и микстбиопленки в концентрации 1200–2500 мкг/мл; триптофан – в концентрации

2500 мкг/мл; аргинин ингибирует рост монобиопленки только *S. aureus* в концентрации 2500 мкг/мл. Дополнительное ожидание в течение 24 ч при $35 \pm 1^\circ\text{C}$ требуется для определения минимальной ингибирующей концентрации (МИК) веществ. Спустя сутки среди всех БАВ только

цинка аспартат в концентрации 2500 мкг/мл сохранял ингибирующий эффект на *S. aureus* и *E. coli* (табл. 3). Бактерии в составе микстбиопленок были устойчивы ко всем исследуемым соединениям. Эти данные также подтверждаются и другими исследованиями [17].

Электронно-микроскопическое изучение микроорганизмов *S. aureus* и *E. coli* продемонстрировало их способность к образованию биопленок (рис. 4).

При микроскопии наблюдали образование электронноплотных структур с большим количеством бактерий, адгезированных к поверхности формваровой пленки и друг к другу (рис. 4).

Клетки в биопленке объединены рыхлым внеклеточным веществом (экзополисахаридным матриксом). Его наличие и адгезия указывают на необратимую стадию образования микробной биопленки и являются морфологическим признаком истинной биопленки в отличие от колоний микроорганизмов на агаре [18]. В то же время на образцах, которые культивировали в присутствии 2500 мкг/мл цинка аспартата (рис. 4–3), видны признаки обширного разрушения биопленки и отсутствие экзополисахаридного матрикса по сравнению с контрольными образцами (рис. 4–1), а также образцами, подвергшимися воздействию цинка аспартата в меньших концентрациях (рис. 4–2). При микроскопии пятидневных образцов моно- и микстбиопленок, культивируемых в присутствии триптофана 2500–600 мкг/мл и аргинина 2500–600 мкг/мл, существенных отличий по сравнению с кон-

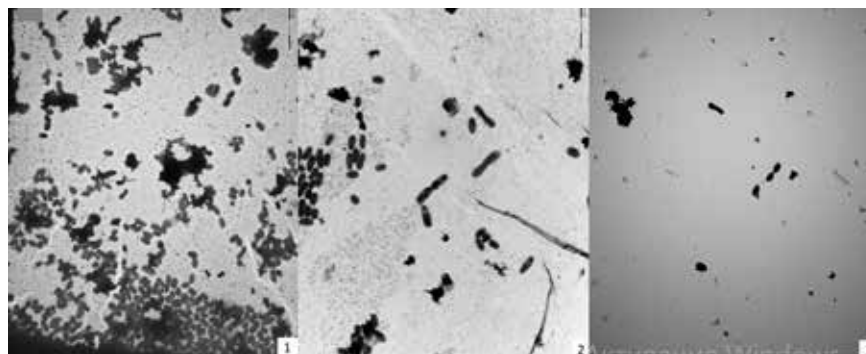


Рис. 4. Образцы 5-дневных монобиопленок; 1 – *E. coli*; 2 – *E. coli* + цинка аспартат 1200 мкг/мл; 3 – *E. coli* + цинка аспартат 2500 мкг/мл; мерный отрезок равен 10 мкм

трольными образцами выявлено не было. Полученные данные об эффектах БАВ на биопленки *S. aureus* и *E. coli* с использованием ТЭМ коррелируют с результатами индикаторного метода после 24-часового инкубирования (рис. 4, табл. 3).

При сравнительном анализе ингибирующих концентраций БАВ для планктонных форм и биопленок видно, что для них соответствующий эффект цинка аспартата наблюдается в концентрации 600 мкг/мл (табл. 1, 2), для биопленок ингибирование наступает в присутствии 2500 мкг/мл (табл. 3). При сравнении ингибирующих концентраций цинка аспартата для микроорганизмов в планктонной форме и в составе биопленок видно, что МИК для биопленки возрастает приблизительно в 4 раза относительно МИК для планктонных форм (табл. 1–3). Одним из клинически значимых свойств бактерий в составе биопленок является более высокая устойчивость к антибиотикам в сравнении с их свободно живущими аналогами. В связи с гетерогенностью консорциума механизмы, отвечающие за резистентность, функционируют в биопленке одновременно, обеспечивая высокие уровни антибиотикоре-

зистентности. Они в корне отличаются от механизмов устойчивости, используемых планктонными клетками [17]. Универсальный подход, с помощью которого аминокислоты препятствуют образованию/разрушают биопленки, маловероятен. Ингибирующие эффекты БАВ могут реализовываться через блокирование синтеза клеточных элементов, нарушение синтеза или разрушение полимерного матрикса, дезорганизацию межклеточного обмена генетической информацией, могут быть направлены на механизмы первоначальной адгезии бактерий к абиотической поверхности, а также сочетаться с собственными бактерицидными агентами (антибиотиками) [19].

Необходимо проведение дальнейших исследований для выявления механизмов действия БАВ и изучения их комбинаций с антибактериальными препаратами с целью поиска синергии. Интерес могут представлять как высокие концентрации веществ, обладающие ингибирующими свойствами, так и те, что стимулируют рост бактерий (табл. 1). Так как до воздействия антибиотика клетки-персисторы находятся в состоянии замедленного метаболизма, это позволяет им

в некоторых случаях предотвратить повреждение клеточной мишени антибиотиком. Предварительное инкубирование бактерий с БАВ в концентрации 150 мкг/мл и ниже способно активизировать метаболизм клеток, проявляющих свойства персистенции [20]. С одной стороны БАВ необходимы для роста и метаболизма микроорганизмов, а с другой – тщательная оптимизация состава и концентрации может оказывать и антибактериальный, и антибиопленочный эффект.

Выводы

Присутствие в среде триптофана, цинка, аргинина, татипацина, таурина в концентрации 1200–20 000 мкг/мл приводит к снижению количества планктонных форм бактерий и деградации биопленок. Низкие концентрации БАВ (150–600 мкг/мл) оказывают модулирующие эффекты на метаболизм микроорганизмов в различных формах существования. Изменения в доступности питательных веществ (БАВ) влияют на качественный и количественный состав микробиома, а также на экспрессию факторов вирулентности, степень патогенности бактерий, их способность к генетической трансформации и образованию клеток-персисторов. Модулирующие эффекты БАВ позволяют рассматривать их в качестве адъювантов/вспомогательных веществ для повышения эффективности антибактериальных препаратов, что может привести к улучшению клинических результатов и снижению распространения антибиотикоустойчивости. ■

■ **Summary.** Biologically active substances (BAS) (tryptophan, zinc aspartate, arginine, tatipacin, taurine) have modulating effects on the metabolism of microorganisms in vitro. The study found that biologically active substances have dose-dependent effects on the metabolic activity of bacteria in planktonic form. Daily incubation of bacteria in the presence of a high concentration of biologically active substances (1200–20 000 µg/ml) led to a decrease in the number of planktonic forms. BAS concentrations in the range of 600–150 µg/ml did not have an inhibitory effect on microorganisms. All test substances at a concentration of 150 µg/ml promoted the growth of *E. coli* strains.

Dose-dependent effects of biologically active substances were also observed in relation to bacteria in biofilms. Zinc aspartate at a concentration of 2500 µg/ml has a bactericidal effect on *S. aureus* and *E. coli* in monobiofilms.

The identity of metabolic flows leads to competition between body cells and microorganisms for nutrient substrates, which is important in the development of the infectious process, and also indicates the need to study the effects of biologically active substances in animal models.

■ **Keywords:** biologically active substances, antibacterial effect, *S. aureus*, *E. coli*, planktonic forms, microbial biofilms.

■ <https://doi.org/10.29235/1818-9857-2022-12-73-80>

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. D.N. Lesperance. Microbiomes as modulators of *Drosophila melanogaster* homeostasis and disease / D.N. Lesperance, N.A. Broderick // *Curr Opin Insect Sci*. 2020. Vol. 39. P. 84–90.
2. T. Miyamoto. D-Amino acid metabolism in bacteria / T. Miyamoto, H. Homma // *J Biochem*. 2021. Vol. 170, N.1. P. 5–13.
3. A.J. Lawler. A Revised Understanding of *Clostridioides difficile* Spore Germination / A.J. Lawler [et al.] // *Trends Microbiol*. 2020. Vol. 28, N.9. P. 744–752.
4. G. Coquant. Gossip in the gut: Quorum sensing, a new player in the host-microbiota interactions / G. Coquant [et al.] // *World J Gastroenterol*. 2021. Vol. 27, N.42. P. 7247–7270.
5. Y. Huang. The Roles of Microbial Cell-Cell Chemical Communication Systems in the Modulation of Antimicrobial Resistance / Y. Huang [et al.] // *Antibiotics (Basel)*. 2020. Vol. 9, N.11. P. 779.
6. T. Miyamoto. Involvement of penicillin-binding proteins in the metabolism of a bacterial peptidoglycan containing a non-canonical D-amino acid / T. Miyamoto [et al.] // *Amino Acids*. 2020. Vol. 52, N.3. P. 487–497.
7. P. Cardoso. Molecular engineering of antimicrobial peptides: microbial targets, peptide motifs and translation opportunities aid / P. Cardoso [et al.] // *Biophys Rev*. 2021. Vol. 13, N.1. P. 35–69.
8. Regulation of peptidoglycan synthesis and remodelling / A. Egan [et al.] // *Nature reviews microbiology*. 2020. Vol. 18. P. 446–460.
9. M. Kumar. Recent Breakthroughs in Various Antimicrobial Resistance Induced Quorum Sensing Biosynthetic Pathway Mediated Targets and Design of their Inhibitors / M. Kumar [et al.] // *Comb Chem High Throughput Screen*. 2020. Vol. 23, N.6. P. 458–476.
10. Т.В. Артюх. Изменение чувствительности грамположительных микроорганизмов к доксициклину в присутствии цинка аспартата и триптофана / Т.В. Артюх, В.М. Шейбак, О.Б. Островская // *Вестн. Смоленской МА*. 2022. Т. 20, №1. С. 46–54.
11. A.P. MacGowan. A new time-kill method of assessing the relative efficacy of antimicrobial agents alone and in combination developed using a representative β -lactam, aminoglycoside and fluoroquinolone / A.P. MacGowan [et al.] // *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*. 1996. Vol. 38. P. 193–203.
12. Т.В. Артюх. Современные способы исследования микробных биопленок кишечника / Т.В. Артюх, Т.Н. Соколова, В.М. Шейбак // *Гепатология и гастроэнтерология*. 2021. Т. 5, №1. С. 30–36.
13. M.D. Macià. Antimicrobial susceptibility testing in biofilm-growing bacteria / M.D. Macià, E. Rojo, A. Oliver // *Clin Microbiol Infect*. 2014. Vol. 20, N.10. P. 981–90.
14. G.K. Auer. Bacterial Cell Mechanics / G.K. Auer, D.B. Weibel // *Biochemistry*. 2017. Vol. 56, N.29. P. 3710–3724.
15. Relation between chemotaxis and consumption of amino acids in bacteria / Y. Yang [et al.] // *Mol Microbiol*. 2015. Vol. 96, N.6. P. 1272–1282.
16. Optimization of resazurin-based viability staining for quantification of microbial biofilms / F. Driessche [et al.] // *Journal of Microbiological Methods*. 2014. V. 98. P. 31–34.
17. Т.В. Артюх. Особенности резистентности клинических изолятов *E. coli* и *C. albicans* образующих биопленку / Т.В. Артюх, Т.Н. Соколова, О.Б. Островская // *Вестн. ВГМУ*. 2021. Т. 20, №1. С. 46–54.
18. Биопленки: основные принципы организации и методы исследования: учебн. пособие / А.М. Марданова [и др.]; под ред. О.Н. Ильинской. – Казань, 2016.
19. C. Beloin. Speciality Grand Challenge for “Biofilms” / C. Beloin, D. McDougald // *Front Cell Infect Microbiol*. 2021. Vol. 11 // <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7937965/>.
20. Т.В. Артюх. Персистенция как механизм устойчивости к антибактериальным препаратам / Т.В. Артюх, Т.Н. Соколова, Е.А. Сидорович // *Актуальные вопросы микробиологии, инфектологии и иммунологии: сборник материалов межвузовской научно-практической конференции.* – Гродно, 2021.

Статья поступила в редакцию 06.04.2022 г.

Список публикаций за 2022 год

№2 (228)

- Новости науки и техники. С. 4.

№3 (229)

- Новости науки и техники. С. 4.

№4 (230)

- Новости науки и техники. С. 4.

№9 (235)

- Новости науки и техники. С. 4.

ИНТЕГРАЦИОННОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

№1 (227)

- Михаил Мясникович. Актуальные вопросы экономической политики Евразийского экономического союза на современном этапе интеграции. С. 45.

№5 (231)

- Михаил Мясникович. Экономическое развитие: особенности текущего периода. С. 4.

№7 (233)

- Владимир Турко, Федор Аржаев. Системная модернизация индустриального базиса Союзного государства. С. 52.

ТРЕНДЫ ГЛОБАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ

№6 (232)

- Владимир Гусаков. Экономика должна отражать экономические интересы государства. С. 4.

№7 (233)

- Владимир Гусаков. Успех науки и востребованность ее результатов. С. 4.

ОСНОВЫ НАЦИОНАЛЬНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

№8 (234)

- Владимир Гусаков. Микроэлектроника – гарант устойчивости и конкурентоспособности отечественной промышленности. С. 4.
- Валерий Байнев, Татьяна Гораева. Проблемы обеспечения технологической безопасности Республики Беларусь. С. 12.

СТРАТЕГИЧЕСКИЕ ИМПЕРАТИВЫ

№11 (237)

- Владимир Гусаков. В чем состоит производительная сила науки. С. 4.
- Ирина Емельянович. Импульс для развития высоких технологий. С. 20.

ТЕМА НОМЕРА

№1 (227) К СТОЛЕТИЮ БЕЛОРУССКОЙ АКАДЕМИЧЕСКОЙ НАУКИ

- Владимир Гусаков. 100 лет белорусской академической науке. С. 4.
- Александр Груша. Институт белорусской культуры: начало деятельности. С. 14.
- Андрей Максимчик. Малоизвестный сюжет CURRICULUM VITAE Инбелкульту. С. 24.

- Ирина Кандрацкая, Алена Лапцёнак. Вытокі і здабыткі сучаснай беларускай лексікаграфіі і тэрмінаграфіі. С. 31.
- Марина Глеб. Становление исследований в аграрной области. С. 36.
- Сергей Витязь, Ольга Гапоненко, Андрей Киштымов. От Инбелкульту к научно-технологическим кластерам. С. 42.

№2 (228) БИОМЕДИЦИНСКИЕ АСПЕКТЫ ИММУНОЛОГИИ

- Андрей Гончаров. Будущее иммунологии и аллергологии. С. 8.
- Наталья Антаневич, Андрей Гончаров, Оксана Тимохина, Елена Рында, Яна Минич, Александр Прохоров, Татьяна Мохорт, Константин Чиж. Новые биомедицинские клеточные продукты для иммунотерапии заболеваний человека. С. 15.
- Дарья Бобрукевич, Наталья Антаневич, Андрей Гончаров, Елена Рында, Оксана Тимохина, Яна Минич, Елена Головач, Марина Доценко, Эдуард Доценко. Характеристика состояния системы иммунитета у пациентов с пневмонией, ассоциированной с COVID-19. С. 24.
- Людмила Кабашникова. Иммунитет сельскохозяйственных растений и возможности его корректировки. С. 36.

№3 (229) ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ ПРИБОРОСТРОЕНИЕ

- Сергей Осипенко, Алексей Козлов, Сергей Соловьев. Цифровая трансформация промышленного сектора. С. 6.
- Анатолий Белоус. Микроэлектроника как технологический базис интеллектуального приборостроения. С. 15.
- Сергей Сандомирский. Интеллектуальная составляющая приборов для магнитного структурного анализа. С. 21.
- Вячеслав Длузюнович, Анатолий Исаевич, Сергей Никоненко. Национальная система метрологического обеспечения в области лазерной техники и оптики. С. 29.

№4 (230) ЛЕСНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ

- Наталья Минакова. Лесные экосистемы для жизни, экономики, души. С. 8.
- Александр Ковалевич, Владимир Падуютов, Олег Баранов, Александр Сидор, Дмитрий Казан, Светлана Ивановская. Сохранение и рациональное использование лесов на селекционно-генетической основе. С. 12.
- Владимир Усена. Проблема усыхания сосновых лесов Беларуси и способы ее решения. С. 18.
- Валерий Люштык, Вячеслав Сипач, Алексей Новиков, Олег Семенов, Наталья Тупицына. Геоинформационные технологии в деятельности национального парка «Нарочанский». С. 23.
- Виктор Колесникович. Анализ природно-ресурсного комплекса «Ружанская пуща». С. 26.
- Татьяна Павлюк, Сергей Тумель, Дмитрий Тарайковский. Восстановление популяции глухарей в Налибокском заказнике. С. 32.

№5 (231) ЦИРКУЛЯРНАЯ ЭКОНОМИКА

- Светлана Дирко. Инновационные бизнес-модели и технологии циркулярной экономики: зарубежный и отечественный опыт. С. 8.
- Вадим Китиков, Иван Барановский. Состояние и перспективы переработки полимерных отходов. С. 14.
- Ирина Вага. Утилизация органических отходов в ЖКХ. С. 17.
- Виталий Шаблов. Пиролизная и биогазовая технологии для переработки навоза крупного рогатого скота. С. 22.

№6 (232) ЦИФРОВОЕ СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

- Петр Казакевич, Андрей Пилипук, Анатолий Такун. Концептуальные основы развития цифрового сельского хозяйства. С. 10.
- Александр Шаренко. Государственная поддержка и стимулирование цифровых и высоких технологий в АПК. С. 16.
- Николай Артюшевский, Светлана Макрак. Развитие электронной торговли материально-техническими ресурсами в АПК. С. 22.
- Ольга Пашкевич. Кадровое обеспечение процессов цифровизации в сельском хозяйстве. С. 31.
- Николай Дайнеко, Сергей Тимофеев. Использование беспилотного летательного аппарата для изучения пойменных лугов реки Сож. С. 36.

№7 (233) НЕМАТЕРИАЛЬНАЯ СПАДЧИНА

- Дзяніс Філіпчык. Беларускія музеі ў справе захавання нематэрыяльнай культурнай спадчыны. С. 13.
- Тацяна Кухаронак. Традыцыйныя радзінныя звычкі і абрады беларусаў. С. 21.
- Аляксандра Гурко (Верашагіна). Хрысціянскія святочныя традыцыі Беларусі ў мінулым і сучаснасці. С. 26.
- Анатоль Трафімчык. Сучаснае жыццё фальклорнай казкі ў фармаце драматургі. С. 32.
- Валерия Казакова. Региональные особенности туристской репрезентации нематериального культурного наследия. С. 38.

№8 (234) ТАЙНЫЙ МИР МИКРОБОВ

- Игорь Стома, Екатерина Малаева. Микробиом-ассоциированная медицина: как связаны мир микробов и мир людей? С. 18.
- Евгений Воропаев, Алексей Ковалев, Александр Шафорост, Алексей Зятков, Ольга Осипкина, Игорь Стома. Микробное разнообразие при различных заболеваниях желудка. С. 23.
- Елена Михаленко, Елена Гузенко, Александр Кильчевский. Центр изучения микробиома: фундаментальные и прикладные исследования. С. 27.
- Анастасия Сидоренко, Екатерина Охремчук, Леонид Валентович, Екатерина Скопонец, Наталья Кирсанова. Кишечный микробиом как индикатор патологических процессов в организме человека. С. 32.
- Олег Баранов, Станислав Пантелеев, Любовь Иващенко. Метагеномные исследования лесных видов в Беларуси. С. 38.

№9 (235) ОСОБЕННОСТИ НАЦИОНАЛЬНОГО ПЧЕЛОВОЖДЕНИЯ

- Жанна Комарова. Пчеловодство – большой мир маленькой пчелы. С. 7.
- Елена Гузенко. Темная лесная пчела – аборигенный подвид фауны Беларуси. С. 17.
- Павел Пашкевич, Инна Савич, Ирина Тычина, Владимир Титок. Цветочно-нектарный конвейер для эффективности пчеловодства. С. 23.
- Максим Черник, Николай Захарик, Ольга Гуринович, Дмитрий Рахматуллин. Ветеринарный препарат «Талпан» от варроатоза пчел. С. 28.
- Иван Дормаченко. Продукция пчеловодства будет востребована всегда. С. 31.
- Василий Корбан. Пчела – лучший маленький друг человека. С. 34.

№10 (236) ДЕНЬ НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК БЕЛАРУСИ

- Владимир Гусаков. Национальная академия наук Беларуси: прошлое и настоящее. С. 4.

- Александр Шумилин. Наука – неисчерпаемый источник инноваций. С. 16.
- Сергей Щербаков. На пути к технологическому суверенитету. С. 22.
- Валентина Рассадина, Жанна Анисова, Олег Баранов. Основные результаты научно-инновационной деятельности в области биологических наук. С. 32.
- Василий Богдан. Приоритеты и перспективы академической медицинской науки. С. 39.
- Владимир Левашкевич. Значимые достижения химической науки и наук о Земле. С. 45.
- Александр Коваленя. Гуманитарная наука – беларускому грамадству. С. 48.
- Владимир Азаренко, Светлана Касьянчик. Высокозначимые разработки для сельского хозяйства. С. 54.
- Оксана Сикорская, Мария Боевунович. НАН Беларуси в специализированных системах оценки научных исследований. С. 61.
- Римма Муравецкая, Дмитрий Бабарико. Публикационная активность отделения аграрных наук НАН Беларуси. С. 64.

№11 (237) ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ НАУКИ

- Жанна Комарова. Наука, «переход» в цифровую форму. С. 26.
- Ирина Римашевская. ГСНТИ в общем векторе цифрового развития. С. 35.
- Вероника Князькова. Наука и образование – главные драйверы развития цифровой экономики. С. 39.
- Надежда Бондарева, Наталья Денисова, Анастасия Колозина. Цифровые навыки и компетенции научного сообщества Республики Беларусь. С. 44.
- Наталья Минакова. Альтметрики будущего. С. 52.

№12 (238) МЕХАНИЗМЫ ЭМОЦИЙ

- Ирина Емельянович. Генетические корреляты эмоционального реагирования. С. 4.
- Тамара Чернышева. Эмоции и эмоциональный интеллект. С. 9.
- Елена Саваневская, Анатолий Чумак. Перспективы применения электроэнцефалографии в традиционной физиологии. С. 13.
- Владимир Кульчицкий. Ученые и эмоции. С. 16.

ИННОВАЦИОННАЯ ЭКОНОМИКА

№1 (227)

- Екатерина Господарик, Михаил Ковалев. Единое инновационное пространство ЕАЭС – фундамент устойчивого экономического роста. С. 50.

№2 (228)

- Василий Гурский. Что дает реальной экономике фундаментальная экономическая наука? С. 41.
- Родион Морозов, Анна Огинская. «Скрытые чемпионы» Беларуси. С. 46.

№4 (230)

- Анна Аксенович. Ключевые показатели эффективности зарубежных субъектов товаропроводящих сетей. С. 45.

№5 (231)

- Лариса Тригубович. Стимулирование инновационного развития экономики: международный анализ. С. 35.
- Алексей Чечко. Методические аспекты организации научной деятельности в условиях инновационной экономики. С. 42.

№6 (232)

- Елена Преснякова. Межрегиональное сотрудничество Беларуси и КНР в производственной сфере. С. 40.
- Михаил Ковалев, Хэ Яньхай. Китайский опыт международного научно-технического сотрудничества и его вклад в экономику знаний. С. 46.
- Чжан Кан, Вадим Голик. Стратегии продвижения китайских автомобилей на международный рынок. С. 53.

№8(234)

- Екатерина Рожковская. Отраслевые структурные сдвиги в белорусской экономике: направления и оценка. С. 44.
- Ольга Жуковская. Сущность, формирование и особенности оценки национальных инновационных экосистем. С. 51.

№9(235)

- Александр Баранов. Информационная экономика и ее институциональные элементы. С. 36.
- Екатерина Рожковская. Отраслевые структурные сдвиги в белорусской экономике: направления и оценка. С. 45.
- Наталья Синяевская. Медиативные реабилитационные соглашения как инновационный способ разрешения конфликта интересов. С. 53.

№12(238)

- Александр Брасс. Планирование и маркетинг как функции управления персоналом научной организации. С. 18.

ТЕОРИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

№3 (229)

- Виктория Дершень, Владимир Пархименко. Концепции поведенческой экономики в маркетинге. С. 53.

№7(233)

- Виталий Калининвич. «Поведенческая» политика в управлении предпринимательской деятельностью. С. 59.
- Элеонора Лутохина. Мотивационное управление в условиях цифровой трансформации. С. 65.

№8 (234) ВНЕШНЕТОРГОВЫЕ КОНТАКТЫ

- Павел Шведко, Екатерина Тавгень. Выход белорусских экспортеров на конголезские рынки. С. 74.

ЦИФРОВАЯ ПЕРСПЕКТИВА

№1 (227)

- Ирина Емельянович. От электронного к умному правительству. С. 56.

№2 (228)

- Петр Лемещенко, Ольга Трясунова. Сектор ИКТ как движущая сила институционального развития. С. 52.
- Татьяна Зорина, Станислав Прусов. Цифровая трансформация электроэнергетики Беларуси в рамках общих подходов к цифровизации ТЭК стран СНГ. С. 59.

№3 (229)

- Ирина Емельянович. Рейтинги электронных правительств. С. 35.
- Евгений Якушкин. Потребительские кооперативы в условиях цифровой экономики. С. 40.

№4 (230)

- Ирина Емельянович. Государственные данные: валюта для электронного правительства. С. 36.
- Виктор Саверченко, Александр Мовчан. Инновационная беспriorитетная маркетинговая платформа для белорусского бизнеса и экономики. С. 41.

№5 (231)

- Сергей Абламейко. Искусственный интеллект в Беларуси – история и перспективы. С. 26.
- Ирина Емельянович. EdTech: императив будущего. С. 32.

№8(234)

- Ирина Емельянович. Новая норма образования. С. 57.
- Николай Ишин, Владимир Адашкевич, Аркадий Гоман, Андрей Скороходов. Мониторинг состояния 4.0 – интеллектуализация оценки ресурса машин. С. 61.
- Тамара Чернышева. Роботы и экономическое развитие. С. 69.

№9(235)

- Александр Косенков. TikTok: новые возможности и вызовы информационному обществу. С. 70.
- Валерий Миленский, Валерий Козлов. Проблемы цифровой трансформации транспортной и логистической деятельности. С. 79.

№11(237)

- Сергей Кругликов, Галина Матюшенко, Наталья Муха. Модель управления проектом «умный город» в Беларуси. С. 58.
- Юлдуз Салимова. Разработка концепции развития и регулирования урбанизации в Узбекистане. С. 65.

№12(238)

- Владимир Савченко, Сергей Поддубко. Высокоавтоматизированные и беспилотные автомобили: основные тренды. С. 26.

ПАТЕНТНЫЙ КОМПАС (поиск, анализ, прогноз)

№1 (227)

- Владимир Рябоволов. Интеллектуальная собственность как инструмент устойчивого роста. С. 62.

№3 (229)

- Жанна Комарова. Аналитические возможности патентных исследований. С. 45.

№4 (230)

- Петр Витязь. Нарращивание потенциала нематериальных активов. С. 50.
- Юрий Нечепуренко. Система управления интеллектуальной собственностью в НАН Беларуси. С. 52.

УГОЛ ЗРЕНИЯ

№1 (227)

- Юлия Василишина. Фундаментальная наука: кризис или новая миссия? С. 67.

№6 (232)

- Юлия Василишина. Трансформация среды: экология и здоровье в условиях новых вызовов. С. 58.

№9 (235)

- Тамара Чернышева. Повестка дня технологической эпохи. С. 58.

ОТКРЫТЫЕ ДВЕРИ

№10 (236)

- Ирина Емельянович. Аэрокосмические горизонты ИТМО. С. 68.
- Николай Павлюкевич. Теплофизические исследования для космоса. С. 69.
- Юлия Василишина. Космические возможности земных задач. С. 71.
- Павел Гринчук, Андрей Акулич, Михаил Степкин, Михаил Кышко, Дмитрий Соловей. Карбид кремния: от экстремальных задач на Земле до звездного неба над головой. С. 74.
- Валентин Асташинский. Высокоэнергетическая плазма в науке и технологиях. С. 78.

№12 (238)

- Ирина Емельянович. У истоков отечественной ветеринарии. С. 33.

КАДРОВЫЙ ПОТЕНЦИАЛ НАУКИ

№1 (227)

- Сергей Гапоненко. БРФОИ: 30 лет поддержки новых идей и ярких людей в науке. С. 74.

- *Алеся Соловей*. Социально-демографический и профессиональный портрет ученых НАН Беларуси в зеркале социологии. С. 78.

НАУЧНЫЕ ГИПОТЕЗЫ

№12 (238)

- *Виктор Саверченко*. Релятивистские эффекты – основа космонавтики будущего. С. 46.

ДЕМОГРАФИЧЕСКИЕ ТРЕНДЫ

№11 (237)

- *Анатолий Злотников*. Перепись населения Республики Беларусь: репродуктивные процессы. С. 72.

К СТОЛЕТИЮ БЕЛОРУССКОЙ АКАДЕМИЧЕСКОЙ НАУКИ

№3 (229)

- *Александр Груша*. Институт белорусской культуры в 1925 – первой половине 1926 г.: открывающиеся перспективы. С. 60.

№4 (230)

- *Александр Груша*. Институт белорусской культуры в 1925 – первой половине 1926 г.: открывающиеся перспективы. С. 65.

№5 (231)

- *Александр Груша*. Институт белорусской культуры (1922–1928): в направлении к реорганизации в Белорусскую Академию наук. С. 50.

№6 (232)

- *Александр Груша*. Институт белорусской культуры (1922–1928): в направлении к реорганизации в Белорусскую Академию наук. С. 71.

ЛАБОРАТОРИЯ НАДЕЖД

№4 (230)

- *Татьяна Жданович*. Хранители сокровищ. Как молодая белорусская исследовательница возрождает одну из старейших фольклорных традиций. С. 59.

№6 (232)

- *Татьяна Жданович*. Торжество жизни. Как молодые белорусские ученые бережно защищают растения ради процветания людей. С. 66.

№9 (235)

- *Татьяна Жданович*. Исцеляющий микрокосмос, или Генетика как вид прекрасного. С. 75.

№12 (238)

- *Татьяна Жданович*. Бесконечный магнетизм обновления. С. 41.

БИОРАЗНООБРАЗИЕ

№2 (228)

- *Олег Масловский, Анастасия Левкович, Леонид Чумаков*. Государственный кадастр растительного мира Республики Беларусь как инструмент управления его объектами. С. 70.

СПАДЧИНА

№2 (228)

- *Татьяна Кухаронак*. Грамніцы – палавіна зіміцы... Традыцы святкавання Стрэнчання (Грамніц) у беларусаў. С. 66.

№5 (231)

- *Яўген Сахута*. Сонечныя ўзоры рухаўскіх дываноў. С. 57.

№12 (238)

- *Аляксей Капліў*. Хуткая медыцынская дапамога ў Беларусі: гісторыя ўзнікнення. С. 62.

ИНФОЛИНИЯ

№6 (232)

- *Дарья Баканова, Маргарита Водейко, Оксана Таврыкина*. Результаты инвентаризации поверхностных водных объектов в бассейне реки Припять. С. 77.
- *Андрей Урбанович, Александр Кадан, Светлана Зайкова*. Кроссплатформенное приложение для диагностики и профилактики тиннитуса. С. 80.

№12 (238)

- *Юлия Василюшина*. Хранитель царства флоры. С. 52.
- *Людмила Маркова*. Во имя качества. С. 56.

ДИССЕРТАЦИОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

№2 (228)

- *Эрна Гусаковская, Наталия Максимович*. Развитие остроугольного перитонита при введении L-АРГИНИНА. С. 78.

№3 (229)

- *Владимир Падутов*. Метагеномный анализ грибных фитопатогенов посадочного материала берез. С. 66.
- *Людмила Рубанич, Николай Полещук*. Новый патоген *WADDLIA CHONDROPHILA*: актуальность обнаружения и изучения. С. 71.
- *Кирилл Сенько, Александр Федюлов*. Предикторы трехмесячного функционального исхода системной тромбоцитической терапии при инфаркте головного мозга. С. 77.

№4 (230)

- *Андрей Гончаров*. Визуализирующая проточная цитометрия для медико-биологических исследований. С. 71.
- *Эрна Гусаковская, Наталия Максимович*. Эффекты L-NAME при остром экспериментальном перитоните. С. 79.

№5 (231)

- *Елена Ходько*. Триада компонентов устойчивого развития Республики Беларусь. С. 62.
- *Татьяна Куделина, Ольга Молчан*. LED освещение – эффективный инструмент регуляции морфогенеза растений. С. 67.
- *Лариса Зенькова, Александр Земцов*. Эффективность инноваций в системе здравоохранения Великобритании: сравнительный анализ с ведущими странами Европы и Беларусью. С. 73.
- *Елизавета Бонь, Наталия Максимович, Иосиф Дремза, Ольга Карнюшко, Сергей Зиматкин, Александра Койко, Виолетта Шевчук, Мария Лычковская*. Коррекция ω-3-полиненасыщенными жирными кислотами нарушений энергетических процессов в тканях головного мозга крыс при субтотальной церебральной ишемии. С. 78.

№7 (233)

- *Шамсия Мамедова, Саида Гасанова, Салтанат Агаева*. Сравнительное исследование показателей продуктивности новой коллекции чечевницы на основе структурного анализа. С. 68.
- *Олег Кузнецов, Владимир Цыркунов*. Участие микробиома кишечника в опухолевом процессе желудочно-кишечного тракта. С. 74.
- *Ирина Лазовская, Раиса Андреева*. Продукты нефтепереработки для производства серобетона. С. 80.

№8 (234)

- *Ольга Овечкина, Валерия Крипан*. Тенденции экспортного ценообразования белорусских производителей молочных товаров. С. 79.

№11 (237)

- *Алеся Становая, Мария Терехова, Виктор Абашкин, Мехмет Одабаши, Дмитрий Щербин*. Наночастицы в биологии и медицине. С. 78.

№12 (238)

- *Олег Панасюк, Эдуард Мозилевец, Андрей Копыцкий*. Прогнозирование исходов интраингвинальных реваскуляризирующих операций у пациентов с заболеваниями артерий нижних конечностей. С. 68.
- *Татьяна Артюх, Елена Сидорович, Оксана Островская*. Влияние аминокислот и солей цинка на кинетику роста бактерий рода *Escherichia* и *Staphylococcus*. С. 73.

Iryna Yemelyanovich

Genetic correlates of emotional response 4

It's the interview with the head of the Laboratory of neurophysiology, Institute of Physiology, National Academy of Sciences of Belarus, Candidate of Biological Sciences, associate professor Svetlana Pashkevich about the hormone influence on human emotions.

Tamara Chernysheva

Emotions and emotional intelligence 9

The article considers the study of emotions and emotional intelligence, as well as analyses their mutual influence. The main states and models describing the interaction of the emotional and intellectual spheres are also being considered.

Elena Savanevskaya, Anatoly Chumak

Prospects for the use of electroencephalography in traditional physiology 13

By the example of taste reception, the authors consider the modern aspects and prospects for the use of neuroimaging technologies in research of the higher stages of sensory processes.

Vladimir Kulchitsky

Scientists and emotions 16

The author considers the formation of emotions and their significance for the scientific community members.

Alexander Brass

Planning and marketing as functions of scientific institution personnel management 18

The article considers the most important marketing components necessary for the successful operation of a scientific institution.

Vladimir Savchenko, Sergey Poddubko

Highly automated and unmanned vehicles: Main trends. Part 1. Onboard information and analytical system 26

The authors consider the global trend of increasing the level of vehicle automation, focused on improving the efficiency and safety of cars, as well as the developments of the Joint Institute of Mechanical Engineering, National Academy of Sciences of Belarus, aimed at creating domestic driver assistance systems, in particular, an on-board information and analytical system.

Irina Yemelyanovich

At the origins of domestic veterinary medicine 33

The section "Open doors" presents the achievements of the Institute of Experimental Veterinary Medicine named after S.N. Vysheslesky, which celebrated its 100th anniversary.

Tatsiana Zhdanovich

Infinite renewal magnetism. How a young researcher thought out a new way to unite the heterogeneous and different 41

It's the essay about Alexandra Serokurova, a laureate of the Zh. Alferov prize for young scientists of the National Academy of Sciences of Belarus, about her life choice and path to science, as well as why miracles are not fiction.

Victor Saverchenko

Relativistic effects as a basis for future astronautics 46

The article considers a problem of self-motion and presents hypothetical relativistic isolated systems that can change their positions and momentum in space without interacting with surrounding bodies.

Yulia Vasilishina

The custodian of the flora kingdom 52

The article is devoted to the 100-year of the Herbarium of the Institute of Experimental Botany, National Academy of Sciences of Belarus, which is a scientific object recognized as a national treasure. In the interview, the senior researcher of the Institute Arkady Skuratovich mentioned the problems of history, preservation and replenishment of the collection.

Liudmila Markova

In the name of quality 56

The article is devoted to the 25-year work of the Testing Center of the Academician O.V. Roman Powder Metallurgy Institute, whose main task is to study metals, alloys, ceramic and composite materials and products for compliance with international and national standards.

Alexey Kapliyev

Ambulance service in Belarus: The history of establishment 62

The article considers the emergency service formation in the context of historical events in Eastern Europe and around the world, the role of prominent individuals in its creation, as well as features that have survived to present day in the work of emergency service in our country and abroad.

Oleg Panasyuk,

Eduard Mogilevets, Andrey Kopytsky

Prediction of the infrainguinal revascularizing surgery outcomes in patients with diseases of the lower limb arteries 68

The article presents the results of developing and validating a prognostic model of revascularization operations below the inguinal ligament. In the early stages after this surgical intervention, patients with a progressive course of the lower limb arteries disease may experience reocclusion. The proposed model suggests placing a patient to a group with highly possible complications.

Tatyana Artyukh,

Elena Sidorovich, Oksana Ostrovskaya

The effect of amino acids and zinc salts on the growth kinetics of bacteria of the genus Escherichia and Staphylococcus 73

The authors presented a study showing that some biologically active substances can affect the metabolic activity of bacteria. This allows us to consider these substances as auxiliary to increase the effectiveness of antibacterial drugs.



История развития дружественных отношений Беларуси и Китая / А. А. Коваленя [и др.] ; Национальная академия наук Беларуси, Академия общественных наук Китайской Народной Республики провинции Ганьсу. – Минск : Беларуская навука, 2022. – 463 с.

ISBN 978-985-08-2925-2.

Коллективная монография посвящена 30-летию плодотворного сотрудничества Китайской Народной Республики и Республики Беларусь. В издании отражены результаты взаимодействия в сферах политики, экономики, образования, медицины, энергетики, науки и технологий, реализации инициативы «Один пояс и один путь», сотрудничества ученых НАН Беларуси и Академии общественных наук провинции Ганьсу, а также история становления отношений между двумя странами.

Будет полезна экспертам в области белорусско-китайских отношений, научным работникам, студентам.



Краса, і праўда, і змаганне : літаратурна-крытычныя артыкулы / М. У. Мікуліч. – Минск : Беларуская навука, 2022. – 403 с. : [8] л. іл.

ISBN 978-985-08-2936-8.

Кнігу склалі выбраныя літаратурныя партрэты Казіміра Сваяка, Уладзіміра Жылкі, Міхася Васілька, Максіма Танка, Валянціна Таўлая, Міколы Арочкі, Ніла Гілевіча і іншых беларускіх паэтаў са складанай і пакручастай жыццёвай біяграфіяй. Іх творчасць вызначаецца самабытнасцю мастацкага светаўспрымання і мыслення, ахвярнасцю служэння свайму духоўна-маральнаму ідэалу і грамадзянска-патрыятычнаму абавязку.

Выкарыстоўваючы архіўныя і эпістальныя першакрыніцы, прыводзячы фрагменты сваіх гутарак з пісьменнікамі, аўтар асвятляе новыя старонкі літаратурнай спадчыны Заходняй Беларусі, іх сувязі з літаратурна-мастацкім працэсам у БССР, разглядае асноўныя этапы ідэйна-эстэтычнага развіцця паэтаў, аналізуе асаблівасці іх духоўна-філасофскіх поглядаў, выяўляе ўклад мастакоў у літаратурную гісторыю Беларусі.

Адрасуецца літаратуразнаўцам, культурологам, выкладчыкам і студэнтам ВНУ, настаўнікам, усім, хто цікавіцца беларускай інтэлектуальна-творчай спадчынай.



Субмикроскопическая структура и свойства дисперсионно-твердеющих сплавов с упругими межфазовыми деформациями / М. И. Гитгарц, В. А. Кукаренко, А. В. Толстой ; Объединенный ин-т машиностроения Нац. акад. наук Беларуси. – Минск : Беларуская навука, 2022. – 395 с.

ISBN 978-985-08-2938-2.

Монография посвящена развитию методов рентгеноструктурного анализа – основного инструмента исследования атомно-кристаллического строения искаженных кристаллов, составляющих основу современных конструкционных материалов. Основываясь на представлениях теории дифракции рентгеновских лучей неидеальными кристаллами, изучена реальная субмикроскопическая структура характерных дисперсионно-твердеющих сплавов на Ni–Cr и Fe–Ni–Cr основах, бериллиевых бронз, а также цирконий-ниобиевого сплава, являющегося перспективным материалом для использования в атомной энергетике и медицине. Установлены качественные и количественные связи между структурными параметрами и основными свойствами материалов, выполнен анализ влияния структурных параметров на служебные свойства материалов.

Рассчитана на специалистов в области материаловедения, работающих в научно-исследовательских организациях, университетах и на промышленных предприятиях, занимающихся исследованиями, разработкой и использованием дисперсионно-твердеющих сплавов. Может быть полезна преподавателям, готовящим специалистов в области физики конденсированного состояния, материаловедения и в смежных областях, а также при подготовке специалистов высшей квалификации.

РУП «ИЗДАТЕЛЬСКИЙ ДОМ «БЕЛОРУССКАЯ НАУКА»

предлагает литературу

- по медицине
- искусствоведению
- литературоведению
- языкознанию
- этнографии
- фольклору
- естественным наукам

принимает заказы на печать

- бланки формата А₅, А₄, А₃
 - грамоты ● дипломы
 - канцелярские книги
 - блокноты ● блоки для записей
 - календари ● буклеты
 - проспекты (с разработкой дизайна)
- тираж от 1 экземпляра*

Получить информацию об изданиях и оформить заказы можно по телефонам:
(+37517) 396-83-27,
370-64-17, 267-03-74.

*Адрес: ул. Ф. Скорины, 40,
220141, г. Минск,
Республика Беларусь
belnauka@mail.ru
www.belnauka.by*



Бабиана прямая 2014 г.
(*Babiana stricta* (Aiton) Ker Gawl.)



Безвременник прекрасный 2010 г.
(*Colchicum speciosum* Steven)



Пион гибридный 2010 г.
(*Paeonia x hybrida* hort.)



Касатик гибридный 2010 г.
(*Iris hybrida* hort.)



Кувшинка Марлика 2020 г.
(*Nymphaea x marliacea* hort.
ex Latour-Marliac)

Национальное достояние Республики Беларусь – ГЕРБАРИЙ Института экспериментальной ботаники НАН Беларуси



Мак ложновосточный 2010 г.
(*Papaver pseudo-orientale*
(Fedde) Medw.)



Мышиный гиацинт армянский
2011 г. (*Muscari armeniacum*
Leichtlin ex Baker)



Нарцисс ложнонарциссовый 2010 г.
(*Narcissus pseudonarcissus* L.)



Рябчик императорский 2010 г.
(*Frutillaria imperialis* L.)



Кандык сибирский 2010 г.
(*Erythronium sibiricum*
(Fisch. et C.A. Mey.) Krylov)



Пион гибридный 2010 г.
(*Paeonia x hybrida* hort.)



Хоста подорожниковая 2010 г.
(*Hosta plantaginea* (Lam.) Aschers.)



Хоста Форчуна 2010 г.
(*Hosta x fortunei* (Baker) L.H. Bailey)



Щирица хвостатая 2006 г.
(*Amaranthus caudatus* L.)