

### КАФЕДРЕ БИОФИЗИКИ И БИОТЕХНОЛОГИИ ВОРОНЕЖСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА – 60 ЛЕТ

Кафедра биофизики была организована в Воронежском государственном университете в 1963 г. Ректор ВГУ профессор Б.И. Михантьев пригласил для организации на биолого-почвенном факультете кафедры биофизики кандидата биологических наук, доцента кафедры физиологии человека и животных Львовского госуниверситета Ивана Антоновича Медяника в качестве заведующего кафедрой, кандидата медицинских наук Владимира Павловича Шмелева на должность доцента и Юрия Артемьевича Жукова на должность старшего преподавателя. Активное участие в создании кафедры биофизики ВГУ принял заведующий кафедрой биофизики МГУ, профессор Б.Н. Тарусов — один из выдающихся организаторов биофизического образования в нашей стране. В 1963 г кафедра биофизики ВГУ имела 5 сотрудников и 9 студентов.

В период с 1966 по 1984 гг кафедру биофизики возглавлял доцент В.П. Шмелев. За это время укрепился штат кафедры, расширилась материально-техническая база, активизировалась подготовка учебно-методической литературы и научных статей, были разработаны учебные программы теоретических дисциплин, лабораторных и практических занятий, коллоквиумов. Сформировались базы учебных и производственных практик студентов, были налажены производственные и научные контакты сотрудников кафедры биофизики ВГУ с руководителями и сотрудниками других кафедр биофизического профиля нашей страны. Производственная практика студентов кафедры биофизики ВГУ в течение ряда лет, начиная с 1964 г, осуществлялась в лабораториях кафедры биофизики МГУ.

Преподавание биофизики в 60-70-е годы XX века осложнялось недостатком учебной литературы. Первые учебные пособия по биофизике для студентов были созданы под руководством проф.

Б.Н. Тарусова на базе кафедры биофизики МГУ: «Основы биофизики и биофизической химии» (1960), «Практикум по общей биофизике» (1958-1964) – 8 выпусков, учебное пособие «Биофизика» (1968).

В 1964 г сотрудниками кафедры биофизики ВГУ для студентов биолого-почвенного факультета на основе созданной Б.Н. Тарусовым программы общего курса биофизики был организован «Малый практикум по биофизике», а затем для студентов-биофизиков – «Большой практикум». В ходе освоения программы «Большого практикума» студенты изучали различные физико-химические методы анализа: спектральные, люминесцентные, хроматографические, электрофоретические, потенциометрические и др. На спецпрактикуме по фотобиологии обучающиеся осваивали методы, применяемые в фотобиологических исследованиях.

Кафедра биофизики всегда готовила специалистов-экспериментаторов, не только владеющих теоретическими знаниями, но и способных проводить самостоятельные экспериментальные исследования. Одним из принципов реализации учебной работы на кафедре было и остается максимальное развитие навыков самостоятельной работы и овладение экспериментальным мастерством. В 60-70-е гг XX века в условиях недостатка готовых приборов студенты принимали непосредственное участие в создании и эксплуатации лабораторных установок, предназначенных для решения конкретных научных задач.

Еще одним принципом профессиональной подготовки студентов на кафедре биофизики стала ранняя ориентация обучающихся на выполнение научно-исследовательской работы (НИР), которая начинается с 1-2 курсов. Во время выполнения НИР, курсовых и выпускных квалификационных работ студенты приобретают навыки планирова-

ния эксперимента и анализа полученных результатов, выдвигают научные гипотезы и проверяют возможность их реализации на практике.

Для чтения лекций на кафедре всегда привлекались ведущие специалисты г. Москвы, Пушкино-на-Оке, Санкт-Петербурга (А.Б. Рубин, О.Р. Кольс, А.А. Болдырев, С.Э. Шноль, Г.Ю. Ризниченко, А.А. Красновский и др.).

Учебная и производственная практики студентов проходили на базе академических научных институтов г. Москвы (Институт биохимии, Институт химической физики, Институт молекулярной биологии), Пушкино-на-Оке (Институт биофизики клетки, Институт теоретической и экспериментальной биофизики, Институт фундаментальных проблем биологии, Институт белка, Институт биоорганической химии), Дубны (Международный центр ядерных исследований) и др.

Первый выпуск специалистов-биофизиков ВГУ состоялся в 1965 г, так как первая группа студентов была сформирована из третькурсников. Далее группы биофизиков создавали из студентов 2 курса. В течение 5 лет на биолого-почвенном факультете работало биофизическое отделение, и группа студентов-биофизиков была организована уже на 1 курсе.

Кафедра биофизики выпускала ежегодно от 10 до 17 человек и за 60 лет (1963–2023) ее окончили свыше 800 студентов с учетом выпускников очной и очно-заочной форм обучения.

Выпускники кафедры биофизики и биотехнологии сыграли большую роль в развитии биофизических исследований в нашей стране. В процессе дальнейшей работы биофизики ВГУ в большинстве своём защитили кандидатские диссертации (около 50 человек), а 12 выпускников — и докторские. Многие из них стали заведующими лабораториями научно-исследовательских институтов РАН и заведующими кафедрами различных вузов страны (Институт биофизики клетки РАН, Институт теоретической и экспериментальной биофизики РАН, Институт биохимии РАН, Институт фундаментальных проблем биологии РАН, Институт молекулярной биологии РАН, Институт химической физики РАН, МГУ, Пушинский, Воронежский, Белгородский, Волгоградский и др. университеты).

С 1984 г кафедрой биофизики руководит Заслуженный деятель науки РФ, профессор Валерий Григорьевич Артюхов.

В.Г. Артюхов работал на кафедре биофизики с окончания биолого-почвенного факультета ВГУ в

1965 г. До 1972 г он занимал должность ассистента кафедры. В 1970 г им была защищена кандидатская диссертация «Изучение фотохимических изменений гемоглобина и его составных частей», а в 1986 г – докторская диссертация «Закономерности и особенности фотохимических превращений гемопротеидов, их составных частей в условиях различного микроокружения».

При подготовке диссертаций и в последующих научных исследованиях В.Г. Артюховым и его сотрудниками были проведены комплексные систематические исследования структурно-функционального состояния белковых компонентов крови человека (гемоглобина, каталазы, пероксидазы, сывороточного альбумина, цитохрома с, белков системы комплемента, лактатдегидрогеназы, супероксиддисмутазы, церулоплазмينا, антигенов и рецепторов плазматических мембран клеток крови) в условиях воздействия физико-химических факторов (УФ-излучения, активных форм кислорода, биологически активных веществ). Изучено влияние УФ-света на кинетику и процессы связывания молекулярного кислорода гемоглобином человека в растворе, в составе мембран и в цитозоле эритроцитов; окислительно-восстановительный гомеостаз, антигенпрезентирующие и антигенраспознающие функции иммуноцитов (лимфоцитов, нейтрофилов, макрофагов) в присутствии биогенных соединений. Исследованы особенности функционирования белков системы интерферонов в условиях фотомодификации и их влияние на структурно-функциональное состояние иммунокомпетентных клеток крови человека. Исследовано биологическое действие вакуумного УФ-света и низкоэнергетического лазерного излучения на белковые молекулы. Изучены механизмы клеточной гибели лимфоцитов. Разработаны математические модели кислородсвязывающей функции интактного и УФ-модифицированного гемоглобина человека. Исследованы структурно-функциональные свойства протеолитических и амилолитических ферментов в свободном состоянии и после их мобилизации на нерастворимых носителях.

Под руководством В.Г. Артюхова выполнен проект «Исследование молекулярных механизмов протекания процессов гибели иммуноцитов человека в условиях воздействия УФ-излучения и активных форм кислорода» Федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014–2020 годы».

В.Г. Артюховым создана научно-педагогическая школа в области биофизики «Закономерности функционирования белковых систем, надмолекулярных комплексов (биомембран) и клеток в условиях различного микроокружения». Под его руководством защищено 35 кандидатских и 7 докторских диссертаций. В 2011 г. Президиум Российской Академии Естествознания присвоил В.Г. Артюхову звание «Руководитель научной школы» в направлении «Биологические науки». В 2022 г. В.Г. Артюхов стал Победителем всероссийского конкурса «Золотые Имена Высшей Школы» в номинации «За подготовку научных и педагогических кадров». В.Г. Артюховым лично и в соавторстве с коллегами получены 30 патентов, опубликовано более 1500 научных работ, в том числе целый ряд монографий, учебников, учебных и учебно-методических пособий с грифами Министерства образования и науки РФ и Учебно-методического объединения (УМО) по биологии Минвуза РФ. Наиболее известными среди них являются: «Биофизика» (1994, Гриф Минвуза РФ), «Гемопротеиды: закономерности фотохимических превращений в условиях различного микроокружения» (1995), «Оптические методы анализа интактных и модифицированных биологических систем» (1996, Гриф Минвуза РФ), «Олигомерные белки: структурно-функциональные модификации и роль субъединичных контактов» (1997), «Основы фотобиофизики» (1997, Гриф УМО Университетов России), «Биологические мембраны: структурная организация, функции, модификация физико-химическими агентами» (2000, Гриф Минобразования РФ), «Практикум по биофизике» (2001), «Структурно-функциональное состояние биомембран и межклеточные взаимодействия» (2008), «Биофизика: Учебник для вузов» (2009, гриф УМО по биологическим наукам Минобрнауки РФ), «Молекулярная биофизика: механизмы протекания и регуляции внутриклеточных процессов» (2012), «Бионанотехнологии: достижения, проблемы, перспективы развития» (2015), «Теоретические основы и практическое применение математической статистики в биологических исследованиях и образовании» (2016, гриф Учебно-методического совета по биологии Федерального Учебно-методического объединения в системе высшего образования), «Практикум по биофизике» (2016), «Микробные биотехнологии: теоретический и практический аспекты» (2017), «Практикум по биотехнологии: иммобилизованные биологические объекты в системе лаборатор-

ных работ» (2017), «Инулиназы в условиях различного микроокружения: физико-химические, кинетические и структурно-функциональные свойства» (2017), «Общая и системная биология», «Механизмы клеточной гибели: апоптоз, аутофагия, некроз» (2019), «Биофизические аспекты строения, функционирования и регуляции активности ферментов» (2019), «Биоинжиниринг: молекулярно-генетические основы, аналитические и синтетические методы» (2021), «Клеточные технологии: современное состояние, методы, биофизические аспекты» (2022).

В связи со значительным расширением спектра научных направлений кафедра биофизики в 1997 г была переименована и стала называться кафедрой биофизики и биотехнологии.

В настоящее время штат профессорско-преподавательского состава кафедры биофизики и биотехнологии состоит из 12 человек, в том числе 5 профессоров, докторов биологических наук (В.Г. Артюхов, О.В. Путинцева, М.А. Наквасина, М.Г. Холявка, С.С. Антипов), 3 доцентов, кандидатов биологических наук (О.В. Башарина, Е.А. Калаева, И.А. Колтаков), 2 преподавателей (ассистенты, кандидаты биологических наук Ю.А. Лысенко, Е.В. Шилова). Совместители – 2 человека. Учебно-вспомогательный персонал включает в себя 4 штатные единицы. При кафедре успешно функционирует аспирантура. В настоящее время диссертационные работы выполняют 4 аспиранта. Всего научными руководителями кафедры подготовлено свыше 40 кандидатов биологических и медицинских наук и 6 докторов биологических наук.

Сотрудниками кафедры успешно выполнен проект «Биохимические и молекулярные механизмы адаптивной реакции окислительного метаболизма у растений в стрессовых условиях» в рамках государственного задания ВУЗам в сфере научной деятельности на 2020-2022 годы.

При кафедре успешно функционирует группа сотрудников под руководством доктора биологических наук М.Г. Холявка, в состав которой входят старшие научные сотрудники – кандидат биологических наук М.С. Кондратьев и кандидат химических наук М.С. Лавлинская, младшие научные сотрудники – В.А. Королева, С.М. Панкова, А.В. Сорокин, С.С. Гончарова. Группой получены 15 научных грантов, 23 патента, 4 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ. Опубликовано 160 статей в ведущих российских и зарубежных научных изданиях. Методами компьютерного моделирования выполнен

виртуальный скрининг лигандов для иммобилизации инулиназы. Созданы математические модели зависимости активности свободной и иммобилизованной инулиназ от значений температуры, pH, концентрации инулина, а также модель учета кинетики реакции как инструмент для понимания и прогнозирования характеристик энзима в реакционной среде. Оценены генотоксические и цитотоксические свойства иммобилизованных инулиназ из *Kluyveromyces marxianus* и *Helianthus tuberosus*. Разработаны гибридные ферментные препараты на основе протеаз и полисахаридов, которые будут выступать в роли действующего вещества лекарственных средств, применяющихся локально для лечения ранений, ожогов, язв, послеоперационных швов и шрамов. Осуществлена иммобилизация бромелина, фицина, папаина на хитозанах различной степени ацетилирования и полимеризации, а также его производных. Исследованы физико-химические свойства фицина, папаина и бромелина, иммобилизованных на хитозане и его производных. Установлено, что цистеиновые протеазы являются перспективными соединениями для разрушения биопленок *S. aureus* и *S. epidermidis* и уменьшения риска повторного инфицирования организма, а их иммобилизация на хитозане и его производных повышает стабильность ферментов.

М.Г. Холявка – лауреат стипендии президента Российской Федерации молодым ученым и аспирантам, осуществляющим перспективные научные исследования и разработки по приоритетным направлениям модернизации российской экономики на 2015-2017 годы. В 2022 году она стала лауреатом премии Совета ректоров высших учебных заведений Воронежской области.

В настоящее время кафедра биофизики и биотехнологии Воронежского госуниверситета является выпускающей для обучающихся по направлениям 06.03.01 Биология, профиль Биофизика (очная и очно-заочная форма обучения), 06.04.01 Биология, профиль Биофизика, 06.06.01 Биологические науки, профиль Биофизика и специальностям 30.05.02 Медицинская биофизика и 30.05.03 Медицинская кибернетика.

Выпускники-бакалавры по профилю «Биофизика» готовятся к исследовательской и научно-производственной деятельности в области биотехнологии, медицины, сельского хозяйства, экологии и охраны природы, молекулярно-клеточной биологии, иммунологии. План подготовки бакалавров (2-4 курсы) включает дисциплины:

«Современные методы биофизических исследований», «Биофизика мембранных и клеточных процессов», «Физика ферментов», «Компьютерные исследования и моделирование биопроцессов», «Спецпрактикум», «Структура и функции биомакромолекул и их комплексов», «Радиационная и фотобиофизика», «Биофизика неионизирующих излучений». Арсенал разнообразных практик включает и учебную научно-исследовательскую на базе кафедры и академических институтов РАН в г. Пущино-на-Оке.

Выпускники магистратуры по направлению подготовки «Биология» по программе «Биофизика» подготовлены к исследовательской и научно-производственной деятельности в области медицинской биофизики, биоинформатики, молекулярной биологии, биотехнологии. План подготовки магистров включает спецдисциплины: «Молекулярная биология и биофизика», «Регуляция межклеточных процессов и взаимодействий», «Фотофизика, фотохимия и фотоиммунология компонентов крови», «Внутриклеточные сигнальные пути и способы их регуляции», «Основы коммерциализации биофизических исследований». В течение всего периода обучения осуществляется научно-исследовательская работа.

Обучение по укрупненной группе специальностей 30.00.00 «Фундаментальная медицина» началось на медико-биологическом факультете Воронежского госуниверситета в 2016 г., в 2022 г. состоялся первый выпуск врачей-биохимиков и кибернетиков, в 2023 г. будут выпущены первые врачи-биофизики.

Организация учебного процесса студентов медицинского отделения Воронежского госуниверситета отличается от такового в медицинских вузах, поскольку обучающиеся в большей степени, чем выпускники «классических» медицинских институтов и университетов, ориентированы на научно-исследовательскую деятельность. Последнее подразумевает преподавание фундаментальных дисциплин (биологии, химии, физики, информатики и т.д.) не только и не столько в качестве обязательной базы высшего образования, а их тесную интеграцию с классическими клиническими дисциплинами, наличие синтетических курсов («Медицинская биофизика», «Математическая статистика в медицине», «Физиологическая кибернетика», «Клиническая кибернетика», «Биофизические основы функциональной диагностики», «Информационные медицинские системы», «Компьютерный анализ медицинских данных и изображений» и т.д.).

Реализация качественного биофизического образования в университете невозможна в настоящее время без участия внешних партнеров: муниципальных образовательных учреждений среднего общего образования (10-11 классы), потенциальных работодателей, академических научно-исследовательских институтов.

Так, сотрудники кафедры биофизики и биотехнологии ВГУ проводят лекционные и практические занятия с учащимися старших классов, участвуют в подготовке индивидуальных исследовательских проектов со старшеклассниками на базе кафедры. Это позволяет не только расширить и углубить знания учащихся в области физико-химической биологии, но и сформировать индивидуальный научно-образовательный трек будущего абитуриента, а также адаптировать его к научно-исследовательской работе в университете. Старшеклассники представляют индивидуальные научно-исследовательские проекты на университетских конференциях естественно-научного цикла (в частности, «Лиге инноваций» ВГУ), победа в которых дает дополнительные баллы для поступления.

Привлечение потенциальных работодателей к осуществлению учебного процесса в бакалавриате позволяет значительно повысить уровень профессиональной компетентности выпускников. Примером взаимовыгодного сотрудничества является взаимодействие кафедры биофизики и биотехнологии ВГУ с компаниями «Эфко», «BioCad» и другими биотехнологическими и фармацевтическими предприятиями реального сектора экономики. Студенты кафедры получают возможность пройти стажировку на базе этих предприятий без отрыва от учебного процесса в период каникул с компенсацией расходов на проживание и оплату труда.

На этапе подготовки магистров и аспирантов помимо привлечения предприятий реального сектора экономики, академических научно-исследовательских институтов целесообразно привлечение студентов к деятельности профессиональных научных сообществ, участию в конкурсах на выполнение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ.

Результаты такого сотрудничества – трудоустройство и эффективное продвижение по «карьерной лестнице» квалифицированных выпускников кафедры в ведущие академические НИИ и предприятия реального сектора экономики, интеграция научной деятельности кафедры в решение прикладных задач предприятий и крупные фундаментальные исследования академических органи-

заций на территории России и за ее пределами.

Материально-техническая база кафедры позволяет выполнять глубокие по содержанию научно-исследовательские работы с опубликованием их материалов в ведущих российских и международных научных журналах («Биофизика», «Радиационная биология. Радиоэкология», «Бюллетень экспериментальной биологии и медицины», «Иммунология», «Медицинская иммунология», «Цитология», «Гематология и трансфузиология», «Биотехнология», «Биофармацевтический журнал», «Химико-фармацевтический журнал», «Вестник биотехнологии и физико-химической биологии им. Ю.А. Овчинникова», «Прикладная биохимия и микробиология», «Биоорганическая химия», «Успехи современного естествознания», «Гены и Клетки», «Известия Академии наук. Серия химическая», «Компьютерные исследования и моделирование», «Технологии живых систем», «Сорбционные и хроматографические процессы», «Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии», «Вестник Воронежского государственного университета», «European Journal of Clinical Investigation», «Chemistry Proceedings», «International Journal of Biological Macromolecules», «Acta Naturae (русскоязычная версия)», «FEBS Open Bio», «Journal of Biotechnology», «Polymers», «Biotechnology and Biotechnological Equipment» «FEBS Journal», «Biocatalysis and Biotransformation», «Bulletin of Mathematical Biology», «Computers in Biology and Medicine», «European Journal of Natural History», «Journal of Biomolecular Structure and Dynamics», «Journal of Molecular Catalysis B: Enzymatic», «Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology», «Marine Drugs», «MolBank», «Scientific Reports», «Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy»).

Тематика научно-исследовательской работы сотрудников кафедры:

- Исследование структурно-функциональных свойств иммунокомпетентных клеток крови человека в условиях воздействия физико-химических факторов;
- Исследование структурно-функциональных свойств свободных и мембраносвязанных белков крови человека в условиях УФ-облучения и различного микроокружения;
- Исследование механизмов гибели клеток крови, индуцированной воздействием физико-химических факторов;
- Исследование физико-химических свойств и

структурно-функциональных характеристик перспективных для промышленности и биомедицины ферментов: протеаз, гликозидгидролаз, липаз;

- Изучение молекулярных механизмов функционирования и особенностей надмолекулярной организации биомакромолекул с помощью современных инструментальных методов анализа в сочетании с методами компьютерного и математического моделирования.
- Исследование структурно-функциональных модификаций биомакромолекул и клеток крови в присутствии наночастиц;
- Исследование магнитоуправляемых липосом для доставки лекарственных средств к очагам патологии;
- Исследование структурно-функциональных характеристик бактериального ферритинподобного белка Dps и биогибридных наночастиц на его основе;
- Исследование параметров системы крови мышей с асцитной карциномой Эрлиха в ходе развития опухоли при фотодинамическом воздействии на неопластические ткани;

Результаты исследований сотрудников кафедры внедрены в клиническую практику Воронежской городской больницы скорой медицинской помощи, ряда других медицинских учреждений г. Воронежа для ранней диагностики и лечения с использованием методов АУФОК- и ЭЛОК-терапии (АУФОК – аутотрансфузия УФ-облученной крови, ЭЛОК – экстракорпоральное облучение крови) некоторых патологических состояний пациентов (бронхиальная астма, язва желудка, сепсис, аднекситы, облитерирующие заболевания сосудов нижних конечностей и др.).

Преподаватели и научные сотрудники кафедры неоднократно выступали в качестве приглашенных докладчиков на многих Международных и Всероссийских симпозиумах и конференциях. Кафедра регулярно получает научные гранты по ключевым проблемам биофизики и биотехнологии.

В г. Воронеж на базе кафедры биофизики и биотехнологии ВГУ были организованы и проведены Всероссийский съезд биофизиков (2004 г), Съезд фотобиологов РФ (2001), Международная научно-методическая конференция «Современные проблемы биофизики сложных систем. Информационно-образовательные процессы», посвященная 50-летию кафедры и 95-летию Воронежского государственного университета (2013 г.).

Заведующий кафедрой биофизики и биотехнологии, проф. В.Г. Артюхов и преподаватели кафедры поддерживают тесные научные и производственные контакты с сотрудниками различных научных и учебных учреждений страны (МГУ, Санкт-Петербургский, Южный Федеральный, Приволжский Федеральный (Казанский), Пермский, Кубанский, Ставропольский, Белгородский, Тамбовский, Ереванский университеты, Институт биофизики клетки РАН, Институт фундаментальных проблем биологии РАН, Институт биофизики и клеточной инженерии НАН Белоруссии, и другие). Это позволяет поддерживать учебно-научные процессы на кафедре биофизики и биотехнологии ВГУ на уровне современных требований и динамично развиваться.

Сотрудничество с внешними партнерами, интенсивные коммуникации с научными учреждениями, научно-производственными предприятиями, медицинскими организациями, многоуровневая подготовка специалистов-выпускников, постоянное совершенствование научно-педагогической квалификации сотрудников, укрепление материально-технической базы кафедры и повышение уровня финансирования работы – основа современного научно-образовательного процесса кафедры биофизики и биотехнологии Воронежского государственного университета.

Статьи, опубликованные на стр. 28, 34, 40, 46, 61, 75, 82, 89 и 98, посвящены юбилею кафедры биофизики и биотехнологии.

В.Г. Артюхов  
М.А. Наквашина  
Е.А. Калаева  
С.С. Антипов