

Специализированный выпуск по материалам V Международной конференции „Физика – наукам о жизни“ Санкт-Петербург, 15–19 октября 2023 г.

Настоящий выпуск Журнала технической физики составлен из работ, подготовленных по материалам V Международной конференции „Физика-наукам о жизни“ со Школой молодых ученых, организованными ФТИ им. А.Ф. Иоффе при поддержке Общероссийской общественной организации „Федерация анестезиологов и реаниматологов“, проходившими 15–19 октября 2023 г. в очном формате с трансляцией в сети Интернет. Регулярность проведения Конференции отражает интерес ученых физико-химического, медицинского, биологического и сельскохозяйственного профилей к междисциплинарным исследованиям в области наук о жизни.

Сопутствующая Конференции Школа молодых ученых собрала более 50 слушателей и дала им возможность ознакомиться с 10 докладами-лекциями по таким актуальным проблемам, как биофотоника молекулярного кислорода, особенности колебательной спектроскопии и ЭПР биообъектов, анализ и прогнозирование электропроводности волокнистых композиционных материалов, специфику микро- и наноструктурированных люминофоров для биомедицинских применений, биофизику клеточных мембран и особенности фазового разделения биополимеров в организации внутриклеточного пространства, перспективы развития биоэлектроники, а также проблемы селекции растений в условиях глобального изменения климата. Школа получила высокую оценку участников Конференции.

В рамках Конференции были проведены две научно-прикладные секции: „Физические методы в агро- и генетико-селекционных технологиях“ (модераторы — В.А. Драгавцев, М.В. Архипов) и „Технологии медицинского мониторинга и визуализации“ (модератор — К.М. Лебединский). Число очных участников превысило 170 человек, среди них ученые из ведущих научных центров Москвы, Санкт-Петербурга, Новосибирска, Екатеринбурга, Красноярска, Казани, Томска, Калининграда, Нидерландов и др., в числе которых было 26 докторов наук, 39 кандидатов, 55 участников моложе 35 лет. Было сделано 7 приглашенных докладов по актуальным вопросам биологии, генетики, медицины, агрофизических наук и междисциплинарных исследований, 78 устных докладов, 44 постерных. Прошла дискуссия по проблемам пандемии COVID-19. В институте-организаторе (ФТИ им. А.Ф. Иоффе) сформировалось научное сообщество, доклады от которого были представлены на 6-ти из 8 секций Конференции.

Организаторы получили отзывы о высоком уровне и полезности Конференции, а также предложения по улучшению ее работы. Согласно решению Программного комитета, следующая VI Конференция будет проведена в 2025 г. в Санкт-Петербурге.

Ниже представлены аннотации о работе секций, опирающиеся на материалы, любезно представленные их координаторами Т.Е. Сухановой, Е.С. Корниловой, К.М. Лебединским, О.С. Васютинским и А.В. Нашекиным.

На секции „Наноматериалы и нанодиагностика в биологии и медицине“, обсуждались проблемы создания наноматериалов и наноструктур на основе плазмонно-резонансных наночастиц серебра и золота, суперпарамагнитных наночастиц оксидов железа, и алмазных наночастиц для диагностики и терапии заболеваний, визуализации внутриклеточных процессов, а также костной ткани на субклеточном уровне и процессов ее регенерации; разработки средств доставки лекарств с контролируемым высвобождением содержимого с помощью дистанционного вскрытия нанокомпозитных полиэлектролитных капсул под действием различных физических воздействий; создания генетически модифицированных клеток с использованием методов трансфекции (механопорации) и массива нитевидных нанокристаллов. Были представлены результаты разработки математических моделей кинетики распределения препаратов в биологических объектах при помощи случайно-неоднородных сред с целью ускорения доклинических испытаний, оптимизации протоколов химиотерапевтического и радиологического лечения онкопатологий; разработки эффективных адсорбентов для очистки воды на основе циклических биополимеров: целлюлозы, лигнина, коры деревьев, стеблей борщевика; разработки новых способов иммобилизации бактерий, в частности, *Lactobacillus brevis*, для производства пробиотических препаратов для медицины и ветеринарии.

В 2023 г. в Программе появилась секция „Наносенсорика в биологии и медицине“, поскольку задачи изучения молекулярных механизмов функционирования тканей и клеток в последние годы спустились с микро- на наноуровень. Потребовалось создание наноразмерных сенсоров, способных локализоваться во вне- или внутриклеточном пространстве, и разработка соответствующих методов детекции. Такие сенсоры активно разрабатываются в мире, в основном, на базе люминесцентных соединений с использованием оптических методов детекции. Были представлены доклады по созданию и характеристике наноразмерных металлизированных комплексов, реагирующих на уровень кислорода и pH, а также по люминесценции биметаллических комплексов f-элементов с N-гетероциклическими лигандами. Ряд работ был посвящен проблемам определения внутриэндосомного pH с помощью интернализуемых таргетных квантовых точек и оценке уровня активных форм кислорода в цитоплазме клеток с помощью генетически кодируемых белков *НuPer*, сенсоров перекиси водорода. Представлены результаты оценки кислородного статуса опухолевых

клеток в моделях *in vitro* и *in vivo* методом PLIM с помощью сенсоров кислорода. Несколько докладов было посвящено использованию сенсоров на основе графена, в частности, в диагностике болезни Альцгеймера, детектированию вирусных инфекций и визуализации вирусов гриппа методами АСМ и РЭМ на поверхности графена, оптимизации сенсорного отклика в графеновых транзисторах для детектирования биологических веществ в растворах.

Секция „Технологии медицинского мониторинга и визуализации“. В исследовании „Вейвлет-анализ турбулентности частотно-модулированного сигнала сердечного ритма“ предпринята попытка решения практически важной медицинской задачи — анализа ритма сердца в условиях турбулентности, обусловленной теми или иными аритмиями — с помощью непрерывного вейвлет-преобразования. В работе „Особенности исследования конденсированных сред методом ядерного магнитного резонанса по временам релаксации T1 и T2“ продемонстрированы возможности повышения точности измерений при модуляционной методике расхода- и релаксометрии жидкостей.

На секция „Физические методы в агро- и генетико-селекционных технологиях“ были представлены доклады по основам управления генетико-селекционными процессами в растениеводстве, создания и сельскохозяйственного применения кремнезольных наноконпозиций. Продемонстрированы результаты использования физических методов (микрофокусной рентгенографии, L-дифрактометрии, электрохимии, инфракрасной спектроскопии и других) для оперативной диагностики состояния растений, электрогенных процессов в корнеобитаемых средах. Обсуждались научно-методические аспекты одного из актуальных направлений в агрофизике — генерации напряжения в растительных биоэлектрохимических системах в регулируемых агроэкосистемах на примере широко используемого в агрономической практике стимулятора роста корневых систем — гуминовых кислот. Рассмотрены перспективы масштабирования полученных результатов по свойствам биоэлектрохимических систем на основе электрогенных процессов в корнеобитаемой среде салата с учетом различных фаз онтогенеза. Обсуждалось научное наследие ушедшей в ходе работы Конференции Лидии Николаевны Галль — блестящего ученого, организатора и наставника, постоянно зажигавшей коллег своим энтузиазмом.

Секция „Физические аспекты фотобиологии“. При изучении анизотропной релаксации NADH в водно-спиртовых растворах в пикосекундном диапазоне был применен оригинальный поляризационно-модуляционный метод исследования фотопроцессов, происходящих в биологических молекулах при возбуждении фемтосекундными лазерными импульсами для изучения процессов переноса энергии в коферменте NADH, играющем ключевую роль в процессах метаболизма в клетках и тканях. Обнаружен эффект пикосекундной анизотропной релаксации в возбужденных состояниях NADH, который

может быть использован для мониторинга эффективности окислительно-восстановительных реакций в клетках живых организмов. Большим коллективом авторов представлены результаты исследования механизмов гибели клеток с наночастицами оксида железа в ответ на лазерное воздействие. Распределение температуры в ансамблях наночастиц оксида железа в биообразцах измерялось методом флуоресцентной термометрии с временным разрешением. Показано, что при высвобождении захваченной наночастицами энергии внутри клетки возникают „горячие точки“ с температурой более 100°C, распределение которых определяет тепловую реакцию образца, в частности, ведет к пермеабиллизации мембран лизосом и к митохондриальному стрессу. Оценена перспективность использования наночастиц оксида железа в фотодинамической терапии, а также для контролируемого высвобождения лекарств.

Прогресс биотехнологий, связанный с расширением возможностей микроstructuring биоматериалов, созданием скаффолдов (носителей) с заданной геометрией и требуемой механической прочностью, параметрами резорбции и биосовместимости, а также с развитием аддитивных биотехнологий отражает актуальность введения в программу Конференции новой секции: „Функциональные материалы для клеточной инженерии и имплантологии“. В её рамках была представлена информация по созданию новых материалов, формированию скаффолдов и тканеподобных структур на основе биоматериалов и клеток, а также исследования таких конструкций. В частности, подробно освещался ряд проблем доклинических исследований биоматериалов для медицины. Представлен комплексный подход к оценке биосовместимости медицинских материалов *in vitro* на основе высокоинформативных методов исследования: флуоресцентная микроскопия, иммунофенотипирование, иммуноферментный анализ и др., который позволяет снизить стоимость и ускорить выход продуктов на стадию клинических испытаний новых медицинских продуктов. В другой работе сообщается о создании на основе аддитивных биотехнологий и клеточной инженерии гиалинового хряща, состоящего из небольшого количества высокодифференцированных клеток и большого количества внеклеточного матрикса, покрывающего внутреннюю поверхность крупных суставов организма. Показана долговременная жизнеспособность клеточной культуры внутри клеточно-инженерных конструкций. Другой подход к созданию тканеинженерных продуктов основан на использовании в качестве исходного сырья биоматериала пуповины человека, из которого с помощью специальных физико-химических обработок (таких как децеллюляризация, лиофилизация и др.), выделяют продукт, перспективный к биоинтеграции в организм. Материал был подкожно имплантирован мышам, у которых не вызывал воспалительной реакции и постепенно заселялся клетками.

Большинство из представленных выше результатов нашло свое отражение в материалах настоящего специализированного выпуска Журнала технической физики.

Главный редактор Журнала технической физики,
А. Г. Забродский, академик РАН.