



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Биологический факультет
Кафедра биохимии и биофизики



«Утверждаю»
Проректор по научной работе и
инновациям

Н.А. Ашурбеков

« 15 » марта 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Дисциплина научной специальности: Биофизика»

по направлению подготовки: 06.06.01 Биологические науки

Профиль подготовки
03.01.02 Биофизика


Уровень образования: подготовка кадров высшей квалификации
(аспирантура)

Квалификация (степень) выпускника:
«Исследователь. Преподаватель-исследователь»

Статус дисциплины: обязательная дисциплина

Махачкала - 2021

Рабочая программа дисциплины составлена в 2021 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 06.06.01 – Биологические науки, уровень высшего образования – подготовка кадров высшей квалификации: «Исследователь. Преподаватель-исследователь» от 30 июля 2014 г. № 871

Разработчик: кафедра биохимии и биофизики, Кличханов Н. К., д.б.н., профессор 

Рабочая программа дисциплины одобрена:
на заседании кафедры биохимии и биофизики от 26 января 2021 г., протокол № 5

Зав. кафедрой  Халилов Р. А.

на заседании Методической комиссии биологического факультета от 27 января 2021 г., протокол №5

Председатель  Рамазанова П.Б.

Рабочая программа дисциплины согласована с Управлением аспирантуры и докторантуры «15» марта 2021 г.  Э. Т. Рамазанова

Дисциплина входит в вариативную часть блока 1 «Обязательные дисциплины (модули)». Объём курса – 9 зачетных единиц (324 академических часа): 18 академических часов лекций; 30 академических часов практических занятий; 276 академических часа самостоятельной внеаудиторной работы аспирантов. Форма промежуточной аттестации – зачет, экзамен.

Дисциплина реализуется кафедрой биохимии и биофизики.

Целью курса является формирование у аспирантов системных знаний о физических принципах функционирования биологических систем.

Задачи изучения дисциплины заключаются в формировании знаний:

- о физических основах важнейших биологических процессов: размножения, роста, транспорта, возбудимости, рецепции, ферментативного катализа
- о физике биологических структур молекулярного и клеточного уровней организации
- о закономерностях протекания процессов в сложных биофизических системах
- о способах физического, математического моделирования при изучении биологических объектов и процессов
- о применении физических методов при исследовании биологических систем на разных уровнях организации
- об основных проблемах, стоящих перед различными разделами биофизики

Содержание дисциплины охватывает весь круг вопросов, связанных с основными физическими и физико-химическими закономерностями, лежащих в основе функционирования биологических систем; с динамическими моделями биологических процессов; с физическими основами ферментативного катализа, рецепции, фотобиологических и мембранных процессов. Для изучения дисциплины студенты должны обладать базовыми знаниями по фундаментальным разделам биологии (биохимии, молекулярной биологии и физиологии), физической химии, математики и физики.

В рамках данной дисциплины углубляются и развиваются следующие компетенции

Универсальные компетенции

УК-1, УК-3, УК-4, УК-5

Общепрофессиональные компетенции

ОПК-2

Профессиональные компетенции

ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5

По окончании изучения дисциплины аспиранты должны:

Знать: 31(УК-1), 31(УК-3), 31(УК-4), 32(УК-4), 31(УК-5), 31(ОПК-2), 32(ОПК-2), 31(ПК-1), 32(ПК-1), 33(ПК-1), 31(ПК-2), 32(ПК-2), 33(ПК-2), 31(ПК-3), 32(ПК-3), 31(ПК-4), 32(ПК-4), 31(ПК-5), 32(ПК-5)

Уметь: У1(УК-1), У2(УК-1), У1(УК-3), У2(УК-3), У1(УК-4), У1(УК-5), У2(УК-5), У1(ОПК-2), У2(ОПК-2), У1(ПК-1), У2(ПК-1), У1(ПК-2), У2(ПК-2), У1(ПК-3), У1(ПК-4), У2(ПК-4), У1(ПК-5), У2(ПК-5)

Владеть: В1(УК-1), В2(УК-1), В1(УК-3), В2(УК-3), В3(УК-3), В4(УК-3), В1(УК-4), В2(УК-4), В3(УК-4), В1(УК-5), В2(УК-5), В1(ОПК-2), В2(ОПК-2), В1(ПК-1), В2(ПК-1), В1(ПК-2), В1(ПК-3), В1(ПК-4), В2(ПК-4), В1(ПК-5), В2(ПК-5)

Настоящая программа учебной дисциплины устанавливает минимальные требования к знаниям и умениям обучающегося в аспирантуре по направлению подготовки кадров высшей квалификации и определяет содержание и виды учебных занятий и отчетности.

Программа предназначена для преподавателей, ведущих данную дисциплину, и обучающихся направления подготовки 06.06.01. Биологические науки, изучающих дисциплину «Дисциплина научной специальности: Биофизика».

Программа разработана в соответствии с:

- Федеральным государственным образовательным стандартом <http://science.dgu.ru/eduprogram/06.06.01.pdf>, утвержденным приказом Министерства образования и науки РФ №871 от 30 июля 2014 г.;
- Образовательной программой 06.06.01 – Биологические науки.
- Учебным планом университета по направлению подготовки 06.06.01 Биологические науки утвержденным Ученым советом ДГУ протокол №7 от 29.03 2018 г.

Объем дисциплины 9 зачетных единиц, в том числе в академических часах по видам учебных занятий:

Год	Учебные занятия						СРС, в том числе экзамен	Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет, экзамен)
	Все го	в том числе контактная работа обучающихся с преподавателем, из них						
		лек-ции	лабораторные занятия	практические занятия	КСР	консультации		
2, 3	324	18		30	-	-	276	зачет, экзамен

Цели задачи изучения освоения дисциплины.

Целью курса является формирование у аспирантов системных знаний о физических принципах функционирования биологических систем.

Задачи изучения дисциплины заключаются в формировании знаний:

- о физических основах важнейших биологических процессов: размножения, роста, транспорта, возбудимости, рецепции, ферментативного катализа;
- о физике биологических структур молекулярного и клеточного уровней организации;
- о закономерностях протекания процессов в сложных биофизических системах;
- о способах физического, математического моделирования при изучении биологических объектов и процессов;
- о применении физических методов при исследовании биологических систем на разных уровнях организации;
- об основных проблемах, стоящих перед различными разделами биофизики.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре

В результате освоения программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Компетенции	Результаты освоения ОПОП	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)
УК-1	Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	<p><i>Знать:</i> методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</p> <p><i>Уметь:</i> анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов; при решении исследовательских и практических задач генерировать новые идеи</p> <p><i>Владеть:</i> навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях; навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</p>

УК-3	<p>Готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач</p>	<p><i>Знать:</i> особенности представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме при работе в российских и международных исследовательских коллективах</p> <p><i>Уметь:</i> следовать нормам, принятым в научном общении при работе в российских и международных исследовательских коллективах с целью решения научных и научно-образовательных задач; осуществлять личностный выбор в процессе работы в российских и международных исследовательских коллективах, оценивать последствия принятого решения и нести за него ответственность перед собой, коллегами и обществом</p> <p><i>Владеть:</i> навыками анализа основных мировоззренческих и методологических проблем, в.т.ч. междисциплинарного характера, возникающих при работе по решению научных и научно-образовательных задач в российских или международных исследовательских коллективах; технологиями оценки результатов коллективной деятельности по решению научных и научно-образовательных задач, в том числе ведущейся на иностранном языке; технологиями планирования деятельности в рамках работы в российских и международных коллективах по решению научных и научно-образовательных задач; различными типами коммуникаций при осуществлении работы в российских и международных коллективах по решению научных и научно-образовательных задач</p>
УК-4	<p>Готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках</p>	<p><i>Знать:</i> методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках; стилистические особенности представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме на государственном и иностранном языках.</p> <p><i>Уметь:</i> следовать основным нормам, принятым в научном общении на государственном и иностранном языках</p> <p><i>Владеть:</i> навыками анализа научных текстов на государственном и иностранном языках; навыками критической оценки эффективности различных методов и технологий научной коммуникации на государственном и иностранном языках; различными методами, технологиями и типами коммуникаций при осуществлении профессиональной деятельности на государственном и иностранном языках</p>

УК-5	Способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития	<p><i>Знать:</i> содержание процесса целеполагания профессионального и личностного развития, его особенности и способы реализации при решении профессиональных задач, исходя из этапов карьерного роста и требований рынка труда</p> <p><i>Уметь:</i> формулировать цели личностного и профессионального развития и условия их достижения, исходя из тенденций развития области профессиональной деятельности, этапов профессионального роста, индивидуально личностных особенностей; осуществлять личностный выбор в различных профессиональных и морально-ценностных ситуациях, оценивать последствия принятого решения и нести за него ответственность перед собой и обществом</p> <p><i>Владеть:</i> приемами и технологиями целеполагания, целереализации и оценки результатов деятельности по решению профессиональных задач; способами выявления и оценки индивидуально личностных, профессионально значимых качеств и путями достижения более высокого уровня их развития</p>
ОПК-2	Готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования	<p><i>Знать:</i> нормативно-правовые основы преподавательской деятельности в системе высшего образования; основные принципы построения образовательных программ, в том числе с учетом зарубежного опыта</p> <p><i>Уметь:</i> доносить до обучающихся в доступной и ясной форме содержание выбранных дисциплин биологических наук; осуществлять отбор и использовать оптимальные методы преподавания оценивания успеваемости обучающихся в области биологических наук</p> <p><i>Владеть:</i> технологией проектирования образовательного процесса на уровне высшего образования; методиками и технологиями преподавания и оценивания успеваемости обучающихся (биологические науки)</p>
ПК-1	Способность к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по направлению подготовки	<p><i>Знать:</i> современное состояние науки в области биологии; порядок организации, планирования и проведения научно-исследовательской работы с использованием современных научно-исследовательских, образовательных и информационных технологий; методы исследования и проведения экспериментальных работ.</p> <p><i>Уметь:</i> самостоятельно формулировать конкретные задачи научных исследований и проводить углубленную их разработку;</p>

		<p>представлять результаты НИР (в том числе диссертационной работы) академическому и бизнес-сообществу.</p> <p><i>Владеть:</i> методами планирования, подготовки, проведения НИР, анализа полученных данных, формулировки выводов и рекомендаций по направленности (профилю); методами и приемами экспериментальных исследований в области биологии.</p>
ПК-2	<p>Обладание представлениями о системе фундаментальных понятий и методологических аспектов биологии, форм и методов научного познания</p>	<p><i>Знать:</i> теоретические методы научного познания; формы научного познания; проблемы, гипотезы, теории методы поиска необходимой информации</p> <p><i>Уметь:</i> использовать современные методы сбора, анализа и обработки научной информации; анализировать и систематизировать полученную информацию</p> <p><i>Владеть:</i> методами работы с основными базами данных биологической информации</p>
ПК-3	<p>Способность приобретать новые знания с использованием современных научных методов и владение ими на уровне, необходимом для решения задач, возникающих при профессиональной деятельности</p>	<p><i>Знать:</i> теоретические основы технологий, используемых в современной научно-исследовательской практике в области биологии; базовые принципы знаний, основные приемы, используемые в биологии.</p> <p><i>Уметь:</i> выбирать необходимые методы и оборудование для проведения исследований; работать с научно-технической информацией.</p> <p><i>Владеть:</i> навыками использования электронных библиотек и биоинформатических интернет-ресурсов, соответствующих пакетов программного обеспечения.</p>
ПК-4	<p>Обладание опытом профессионального участия в научных дискуссиях, способность проводить обработку и анализ научных результатов, умение представлять полученные в исследованиях результаты в виде отчетов и научных публикаций (стендовые доклады, рефераты и статьи в ведущих профильных журналах</p>	<p><i>Знать:</i> нормативные требования к оформлению результатов научной работы, заявок на финансирование научных проектов; требования к содержанию и правила оформления рукописей к публикации в рецензируемых научных изданиях.</p> <p><i>Уметь:</i> представлять научные результаты по теме диссертационной работы в виде отчетов и публикаций в рецензируемых научных изданиях; готовить заявки на финансирование НИР в области биологии по соответствующему профилю.</p> <p><i>Владеть:</i> навыками представления научных результатов по теме диссертационной работы в виде отчетов и публикаций.</p>
ПК-5	<p>Владение методами отбора материала, преподавания и основами управления процессом обучения фундаментальной биологии в школе и Вузе</p>	<p><i>Знать:</i> современное состояние науки в области биологических наук; способы представления и методы передачи информации для различных контингентов слушателей.</p> <p><i>Уметь:</i> преподавать учебные предметы, курсы, дисциплины; разрабатывать научно-методическое обеспечение реализации курируемых учебных предметов, курсов, дисциплин.</p> <p><i>Владеть:</i> методами и технологиями меж-</p>

В результате изучения дисциплины обучающийся осваивает следующие компетенции:

Компетенция	Код по ФГОС	Дескрипторы – основные признаки освоения (показатели достижения результата)	Формы и методы обучения, способствующие формированию и развитию компетенции
Универсальные	УК-1	<p>Знает методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</p> <p>Умеет анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов; при решении исследовательских и практических задач генерировать новые идеи</p> <p>Владеет навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;</p> <p>Способен к критическому анализу и оценке современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</p>	<p>тест, контрольная работа: выполнение заданий позволяет выявить объем материала, обработанного обучающимися, и определить уровень сформированности навыков поиска информации и ее использования в научной работе</p>
	УК-3	<p>Знает особенности представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме при работе в российских и международных исследовательских коллективах.</p> <p>Способен следовать нормам, принятым в научном общении при работе в российских и международных исследовательских коллективах с целью решения научных и научно-образовательных задач.</p> <p>Может осуществлять личный выбор в процессе работы в российских и международных исследовательских коллективах, оценивать последствия принятого решения и нести за него ответственность перед собой, коллегами и обществом.</p> <p>Владеет навыками анализа основных мировоззренческих и методологических проблем, в.т.ч. междисциплинарного характера, возникающих при работе по решению научных и научно-образовательных задач в российских или международных исследовательских кол-</p>	<p>тест, контрольная работа: выполнение заданий позволяет выявить объем материала, обработанного обучающимися, и определить уровень сформированности навыков поиска информации и ее использования в научной работе</p>

	<p>лективах.</p> <p>Владеет технологиями оценки результатов коллективной деятельности по решению научных и научно-образовательных задач, в том числе ведущейся на иностранном языке; технологиями планирования деятельности в рамках работы в российских и международных коллективах по решению научных и научно-образовательных задач;</p> <p>Способен пользоваться различными типами коммуникаций при осуществлении работы в российских и международных коллективах по решению научных и научно-образовательных задач.</p>	
УК-4	<p>Знает методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках; стилистические особенности представления результатов научной деятельности в устной и письменной формах на государственном и иностранном языках.</p> <p>Способен следовать основным нормам, принятым в научном общении на государственном и иностранном языках.</p> <p>Демонстрирует навыки анализа научных текстов на государственном и иностранном языках.</p> <p>Владеет навыками критической оценки эффективности различных методов и технологий научной коммуникации на государственном и иностранном языках; различными методами, технологиями и типами коммуникаций при осуществлении профессиональной деятельности на государственном и иностранном языках</p>	<p>тест, контрольная работа: выполнение заданий позволяет выявить объем материала, обработанного обучающимися, и определить уровень сформированности навыков поиска информации и ее использования в научной работе</p>
УК-5	<p>Знает содержание процесса целеполагания профессионального или личностного развития, его особенности и способы реализации при решении профессиональных задач, исходя из этапов карьерного роста и требований рынка труда.</p> <p>Способен формулировать цели личного и профессионального развития и условия их достижения, исходя из тенденций развития области профессиональной деятельности, этапов профессионального роста, индивидуально-личностных особенностей.</p> <p>Умеет осуществлять личный выбор в различных профессиональных и морально-ценностных ситуациях, оценивать последствия принятого решения и нести за него ответственность перед собой и обществом.</p> <p>Владеет приемами и технологиями целеполагания, целереализации и оценки результатов деятельности по решению</p>	<p>тест, контрольная работа: выполнение заданий позволяет выявить объем материала, обработанного обучающимися, и определить уровень сформированности навыков поиска информации и ее использования в научной работе</p>

		<p>профессиональных задач; способами выявления и оценки индивидуально личностных, профессионально значимых качеств и путями достижения более высокого уровня их развития.</p>	
Общепрофессиональные	ОПК-2	<p>Демонстрирует знание нормативно-правовых основ преподавательской деятельности в системе высшего образования; основных принципов построения образовательных программ, в том числе с учетом зарубежного опыта.</p> <p>Способен доносить до обучающихся в доступной и ясной форме содержание выбранных дисциплин биологических наук; осуществлять отбор и использовать оптимальные методы преподавания оценивания успеваемости обучающихся в области биологических наук.</p> <p>Владеет технологией проектирования образовательного процесса на уровне высшего образования; методиками и технологиями преподавания и оценивания успеваемости обучающихся (биологические науки).</p>	<p>тест, контрольная работа: выполнение заданий позволяет выявить объем материала, обработанного обучающимися, и определить уровень сформированности навыков поиска информации и ее использования в научной работе</p>
Профессиональные	ПК-1	<p>Демонстрирует понимание современного состояния науки в области биологии.</p> <p>Знает порядок организации, планирования и проведения научно-исследовательской работы с использованием современных научно-исследовательских, образовательных и информационных технологий.</p> <p>Применяет современные методы исследования и проведения экспериментальных работ.</p> <p>Умеет самостоятельно формулировать конкретные задачи научных исследований и проводить углубленную их разработку.</p> <p>Может представлять результаты НИР (в том числе диссертационной работы) академическому и бизнес-сообществу.</p> <p>Владеет методами планирования, подготовки, проведения НИР, анализа полученных данных, формулировки выводов и рекомендаций по направленности (профилю); методами и приемами экспериментальных исследований в области биологии.</p>	<p>Собеседование, тест, контрольная работа, доклад, реферат: выполнение заданий позволяет выявить объем материала, обработанного обучающимися, и определить уровень сформированности навыков использования современных методов исследования и проведения экспериментальных работ</p>
	ПК-2	<p>Знает теоретические методы научного познания; формы научного познания; проблемы, гипотезы, теории методы поиска необходимой информации</p> <p>Использует современные методы сбора, анализа и обработки научной информации; анализировать и систематизировать полученную информацию</p>	<p>Собеседование, тест, контрольная работа, реферат, отчет: выполнение заданий позволяет выявить объем материала, обработанного обучающимися</p>

	<p>Владеет методами работы с основными базами данных биологической информации</p>	<p>щимися, и определить уровень сформированности навыков преподавания учебных дисциплин и подготовки учебно-методических материалов</p>
ПК-3	<p>Применяет теоретические основы технологий, используемых в современной научно-исследовательской практике в области биологии, а также базовые принципы знаний, основные приемы, используемые в биологии.</p> <p>Демонстрирует навыки выбирать необходимые методы и оборудование для проведения исследований.</p> <p>Использует научно-техническую информацию.</p> <p>Демонстрирует владение навыками использования электронных библиотек и биоинформатических интернет-ресурсов, соответствующих пакетов программного обеспечения.</p>	<p>Собеседование, тест, контрольная работа, презентация, реферат: выполнение заданий позволяет выявить объем материала, обработанного обучающимися, и определить уровень сформированности навыков выбирать необходимые методы и оборудование для проведения исследований и использования научно-технической информации</p>
ПК-4	<p>Демонстрирует знание нормативных требований к оформлению результатов научной работы, заявок на финансирование научных проектов.</p> <p>Знает требования к содержанию и правила оформления рукописей к публикации в рецензируемых научных изданиях.</p> <p>Умеет представлять научные результаты по теме диссертационной работы в виде отчетов и публикаций в рецензируемых научных изданиях;</p> <p>Использует свои знания для подготовки заявок на финансирование НИР в области биологии по соответствующему профилю.</p> <p>Владеет навыками представления научных результатов по теме диссертационной работы в виде отчетов и публикаций</p>	<p>Собеседование, тест, контрольная работа, реферат: выполнение заданий позволяет выявить объем материала, обработанного обучающимися, и определить уровень сформированности навыков оформления рукописей научных работ и представления результатов в виде отчетов и публикаций</p>
ПК-5	<p>Демонстрирует знания современного состояния науки в области биологии.</p> <p>Понимает способы представления и методы передачи информации для различных контингентов слушателей.</p> <p>Владеет методами преподавания учебных предметов, курсов, дисциплин.</p> <p>Демонстрирует навыки разработки научно-методического обеспечения реализации курируемых учебных предметов, курсов, дисциплин.</p> <p>Использует методы и технологиями межличностной коммуникации.</p>	<p>Собеседование, тест, контрольная работа, реферат, отчет: выполнение заданий позволяет выявить объем материала, обработанного обучающимися, и определить уровень сформированности навыков преподавания учебных</p>

			дисциплин и подготовки учебно-методических материалов
--	--	--	---

3. Место дисциплины в структуре ООП аспирантуры

Дисциплина входит в обязательные дисциплины базовой части блока 1 «Дисциплины (модули)». Изучение данной дисциплины базируется на принципах преемственности Программы подготовки магистров, а также закрепляет знания, умения, навыки, сформированные у аспирантов в результате освоения базовых дисциплин (Блок 1). Навыки и умения, приобретённые в результате изучения дисциплины «Биофизика», необходимы аспиранту как предшествующие при освоении дисциплин по выбору, а также Блока 2 «Практики», Блока 3 «Научные исследования», Блока 4 «Государственная итоговая аттестация».

4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 9 зачетных единиц, 324 академических часа.

4.2. Структура дисциплины.

№ п/п	Разделы и темы дисциплины	Год	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практич. занятия	Лаборатор.	Контроль самост. раб.		
Модуль 1. Термодинамика биологических процессов									
1	Равновесная термодинамика	2	1	1	2			10	устный и письменный опрос
2	Линейная неравновесная термодинамика	2	1	1				10	устный и письменный опрос, лабораторная работа
3	Нелинейная неравновесная термодинамика	2	2	1	2			9	устный и письменный опрос
	<i>Итого по модулю 1</i>			3	4			29	
Модуль 2. Кинетика ферментативного катализа									
4	Кинетика химических реакций. Молекулярность и порядок реакции. Теория абсолютных скоростей химических реакций	2	3	1				7	устный и письменный опрос
5	Кинетика односубстратной фермен-								устный и письменный опрос,

	тативной реакции. Модель Михаэлиса для прямой и обратной реакции	2	4	1	2			7	тестирование
6	Кооперативная кинетика ферментативных реакций	2	4	1				7	реферат, кейс-опрос
7	Влияние различных физико-химических факторов на скорость ферментативных реакций	2	4		2			8	решение ситуационных задач, письменный опрос
	<i>Итого по модулю 2</i>			3	4			29	
Модуль 3. Математическое моделирование биологических процессов									
8	Основы теории моделирования. Базовые модели математической биофизики. Модель «Хищник-жертва». Модель «Гликолиз»	2	5	1	2			10	устный и письменный опрос
9	Колебания и ритмы в биологических системах. Самоорганизация биологических систем. Автоволны и диссипативные структуры. Триггеры	2	5	1	2			10	устный и письменный опрос, тестирование
10	Математическая модель «Брюсселя-тор». Точечные и распределенные системы	2	6	1	2			8	реферат, программированный опрос
	<i>Итого по модулю 3</i>			2	6			28	
Модуль 4. Физика биополимеров									
11	Пространственная организация биополимеров	2	7	1				10	реферат, подготовка презентаций,
12	Динамика белков. Фазовые переходы в биополимерах	2	8					10	реферат, кейс-опрос
13	Электронные уровни и спектральные свойства биополимеров	2	9	1	2			12	реферат, подготовка презентаций,
	<i>Итого по модулю 4</i>			2	2			32	
Модуль 5. Биофизика мембранных процессов									
14	Структура и функционирование биологических мембран. Фазовые переходы	3	1	1				10	программированный опрос, выполнение контрольных заданий
15	Молекулярные ме-	3	1		2			11	реферат, подго-

	механизмы процессов энергетического сопряжения в биомембранах								товка презентаций,
16	Биофизика процессов транспорта веществ через биомембраны	3	2	1	2			9	устный и письменный опрос, тестирование
	<i>Итого по модулю 5</i>			2	4			30	
Модуль 6. Физические основы биоэлектrogenеза, мышечного сокращения и рецепции									
17	Физические основы возникновения биопотенциалов.	3	2	1	2			5	решение ситуационных задач, письменный опрос
18	Распространение возбуждения. Синаптическая передача нервных импульсов	3	3					10	устный и письменный опрос, тестирование
19	Биофизика мышечного сокращения	3	4	1				5	программированный опрос, выполнение контрольных заданий
20	Физические основы биорецепции	3	5		2			10	реферат, подготовка презентаций,
	<i>Итого по модулю 6</i>			2	4			30	
Модуль 7. Физические основы фотобиологических процессов									
21	Механизмы трансформации энергии в первичных фотобиологических процессах	3	6					10	программированный опрос, выполнение контрольных заданий
22	Биофизика фотосинтеза	3	6	1	2			5	устный и письменный опрос, тестирование
23	Фоторегуляторные и фотодеструктивные процессы	3	7	1	2			5	реферат, подготовка презентаций,
24	Основы экологической биофизики	3	7					10	решение ситуационных задач, письменный опрос
	<i>Итого по модулю 7</i>			2	4			30	
Модуль 8. Радиобиология									
25	Электромагнитные излучения и поля в природе, технике и жизни человека	3	8	1				10	решение ситуационных задач, письменный опрос
26	Биологические эффекты неионизирующих излучений	3	9	1	2			9	устный и письменный опрос, тестирование
27	Биологическое действие ионизи-	3	9					13	устный и письменный опрос

	рующих излучений								
	<i>Итого по модулю 8</i>			2	2		–	32	
	Экзамен	3						36	
	ИТОГО:			18	30			276	

4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).

Модуль 1. Термодинамика биологических процессов

Тема 1. Равновесная термодинамика.

Значение термодинамики для анализа биологических процессов. Виды энергии, важные для функционирования биологических систем; химическая, электрическая, осмотическая, механическая, тепловая энергии. Качество энергии. Основные термодинамические функции; энергия, энтальпия, энтропия, свободная энергия, химический потенциал. Равновесная термодинамика.

Первый закон термодинамики. Экспериментальная проверка первого закона в биологических системах.

Второй закон термодинамики различные формулировки второго закона. Концентрационные градиенты в биологических системах и активный транспорт.

Тема 2. Линейная неравновесная термодинамика.

Линейная неравновесная термодинамика биологических процессов. Основные понятия неравновесной термодинамики; силы и потоки, линейные соотношения, степень сопряжения, эффективность сопряжения. Стационарные состояния вблизи равновесия. Теорема Пригожина. Описание сопряжения процессов в клетке в рамках линейной термодинамики.

Тема 3. Нелинейная неравновесная термодинамика

Нелинейная термодинамика. Свойства термодинамических систем вдали от равновесия. Самоорганизация в термодинамических системах. Диссипативные структуры. Дарвиновский отбор и нелинейная термодинамика. Информационные процессы в биологических системах. Термодинамика информационных процессов.

Модуль 2. Кинетика ферментативного катализа

Тема 4. Кинетика химических реакций. Молекулярность и порядок реакции. Теория абсолютных скоростей химических реакций

Кинетика химических реакций. Молекулярность реакций. Порядок реакции. Методы измерения скорости ферментативной реакции. Единицы измерения ферментативной активности. Катализ прямой и обратной реакций. Активированный комплекс. Принцип детального равновесия. Энергия и энтропия активации. Стерический фактор и частота столкновения. Уравнение Аррениуса. Энергия активации ферментативных реакций. Влияние физико-химических факторов (рН, температура, давление) на активационные параметры ферментов. Связь кинетических параметров ферментов с энтропией и энергией активации.

Тема 5. Кинетика односубстратной ферментативной реакции. Модель Михаэлиса для прямой и обратной реакции

Схема простейшей односубстратной ферментативной реакции. Фермент-субстратный комплекс. Уравнение Михаэлиса. Константа Михаэлиса. Максимальная скорость. Насыщение. Линейные анаморфозы для определения кинетических характеристик ферментативной реакции. Координаты Лайнуивера-Берка. Кинетика двухсубстратных реакций. Графические методы определения кинетических характеристик двухсубстратных реакций.

Тема 6. Кооперативная кинетика ферментативных реакций

Кооперативная кинетика ферментативных реакций. Аллостерические центры. Роль четвертичной структуры в регуляции активности ферментов. Положительная и отрицательная кооперативность. Модель Хилла. Уравнение Хилла. Качественное описание моделей Полинга-Уаймена, Моно-Уаймена-Шанже, Кошланда-Немети-Филмера. Роль кооперативных взаимодействий в регуляции ферментативных реакций.

Тема 7. Влияние различных физико-химических факторов на скорость ферментативных реакций

Роль водородных ионов в ферментативном катализе. Ионогенные группировки в белках. Уравнение Гендерсона-Хассельбалха. Зависимость скорости ферментативных реакций от pH. Влияние pH на V_{max} . Влияние pH на K_m .

Влияние температуры на скорость ферментативных реакций. Температурная зависимость биологических процессов. Пойкилотермия и гомойотермия. Математическое описание температурных зависимостей биологических процессов. Коэффициент Вант-Гоффа. Уравнение Аррениуса и эффективные энергии активации биологических процессов. Зависимость активности ферментов от температуры. Оптимумы. Температурные зависимости V_{max} и K_m . Температурные адаптации на уровне ферментов. Температурная компенсация метаболизма у пойкилотермов. Температурные адаптации на уровне ферментов у рыб. Температурные адаптации на уровне ферментов при зимней спячке млекопитающих. Температурная компенсация активности глутаминазы в мозге при глубокой гипотермии.

Виды ингибирования. Конкурентное и неконкурентное ингибирования. Кинетика односубстратной ферментативной реакции при конкурентном ингибировании. Кинетика ферментативной реакции при неконкурентном ингибировании. Смешанное ингибирование. Определение констант ингибирования графическим методом. Ингибирование высокими концентрациями субстрата (субстратное ингибирование). Необратимое ингибирование.

Модуль 3. Математическое моделирование биологических процессов

Тема 8. Основы теории моделирования. Базовые модели математической биофизики. Модель «Хищник-жертва». Модель «Гликолиз»

Математические модели. Задачи математического моделирования в биологии. Общие принципы построения математических моделей биологиче-

ских систем. Понятие адекватности модели реальному объекту. Динамические модели биологических процессов. Линейные и нелинейные процессы. Методы качественной теории дифференциальных уравнений в анализе динамических свойств биологических процессов. Понятие о фазовой плоскости и фазовом портрете системы. Временная иерархия и принцип «узкого места» в биологических системах. Управляющие параметры. Быстрые и медленные переменные. Способы математического описания пространственно неоднородных систем. Модель В. Вольтерры «хищник-жертва». Модель «Гликолиз».

Тема 9. Колебания и ритмы в биологических системах. Самоорганизация биологических систем. Автоволны и диссипативные структуры. Триггеры.

Стационарные состояния биологических систем. Множественность стационарных состояний. Устойчивость стационарных состояний.

Сопряжение процесса диффузии и реакции с субстратным ингибированием. Свойства систем с множественностью стационарных состояний; гистерезис, триггерность, колебательный режим. Модели триггерного типа. Примеры. Силовое и параметрическое переключение триггера. Гистерезисные явления. Колебательные процессы в биологии. Автоколебательные режимы. Предельные циклы и их устойчивость. Примеры. Биологические часы. Анализ работы биологических часов с помощью понятия о предельном цикле.

Тема 10. Математическая модель «Брюсселятор». Точечные и распределенные системы

Модель брюсселятора, точечные и распределенные системы. Представления о пространственно неоднородных стационарных состояниях (диссипативных структурах) и условиях их образования. Модель морфогенеза.

Модуль 4. Физика биополимеров

Тема 11. Пространственная организация биополимеров

Молекулы – основа биологических структур. Основные физико-химические характеристики белков, нуклеиновых кислот и полисахаридов и их биологическое значение. Роль межмолекулярных взаимодействий в функционировании макромолекул. Первичная, вторичная, третичная и четвертичная структуры белков. Силы, стабилизирующие структуру биополимеров; ковалентные связи, диполь-дипольные взаимодействия, дисперсионные силы, водородные связи. Влияние физико-химических условий на прочность различных связей. Модель свободно-сочлененной полимерной цепи. Роль вандерваальсовых взаимодействий в формировании белковой глобулы. Теоретические предсказания вторичной и третичной структуры на основе первичной структуры. Расчет энергии молекул биополимеров в различных конформациях.

Тема 11. Динамика белков. Фазовые переходы в биополимерах

Структурные и энергетические факторы, определяющие динамическую подвижность белков. Гиперповерхности уровней конформационной энергии.

Динамическая структура олигопептидов и глобулярных белков; конформационная подвижность. Методы изучения конформационной подвижности: изотопный обмен, люминесцентные методы, ЭПР, гамма-резонансная спектроскопия, ЯМР высокого разрешения, импульсные методы ЯМР, методы молекулярной динамики. Авто- и кросскорреляционные функции торсионных углов и межатомных расстояний. Карты уровней свободной энергии пептидов.

Результаты исследования конформационной подвижности. Ограниченная диффузия. Типы движения в белках. Иерархия амплитуд и времен релаксации конформационных движений. Связь характеристик конформационной подвижности белков с их функциональными свойствами. Динамика электронно-конформационных переходов. Роль воды в динамике белков. Роль конформационной подвижности в формировании ферментов и транспортных белков.

Кооперативные свойства молекул биополимеров. Фазовые переходы в биополимерах. Переходы спираль-клубок. Биологическое значение кооперативных свойств белков

Тема 12. Электронные уровни и спектральные свойства биополимеров

Электронные уровни в биополимерах. Основные типы молекулярных орбиталей и электронных состояний, л-электроны, энергия делокализации. Схема Яблонского для сложных молекул. Принцип Франка - Кондона и законы флуоресценции. Люминесценция биологически важных молекул. Механизмы миграции энергии: резонансный механизм, синглет-синглетный и триплет-триплетный переносы, миграция экситона. Природа гиперхромного и гипохромного эффектов. Оптическая плотность.

Возбужденные состояния и трансформация энергии в биоструктурах. Перенос электрона в биоструктурах. Различные физические модели переноса электрона. Туннельный эффект. Туннелирование с участием виртуальных уровней. Электронно-конформационные взаимодействия и релаксационные процессы в биоструктурах.

Современные представления о механизмах ферментативного катализа. Электронно-конформационные взаимодействия в фермент-субстратном комплексе. Образование многоцентровой активной конфигурации.

Модуль 5. Биофизика мембранных процессов

Тема 13. Структура и функционирование биологических мембран. Фазовые переходы

Мембрана как универсальный компонент биологических систем. Развитие представлений о структурной организации мембран. Характеристика мембранных белков. Характеристика мембранных липидов. Динамика структурных элементов мембраны. Белок-липидные взаимодействия. Вода как составной элемент биомембран.

Модельные мембранные системы. Монослой на границе раздела фаз. Бислойные мембраны. Протеолипосомы.

Физико-химические механизмы стабилизации мембран. Особенности фазовых переходов в мембранных системах. Вращательная и трансляционная подвижность фосфолипидов, флип-флоп переходы. Подвижность мем-

бренных белков. Влияние внешних (экологических) факторов на структурно-функциональные характеристики биомембран.

Поверхностный заряд мембранных систем; происхождение электрокинетического потенциала. Явление поляризации в мембранах. Дисперсия электропроводности, емкости, диэлектрической проницаемости. Зависимость диэлектрических потерь от частоты. Особенности структуры живых клеток и тканей, лежащие в основе их электрических свойств.

Свободные радикалы при цепных реакциях окисления липидов в мембранах и других клеточных структурах. Образование свободных радикалов в тканях в норме и при патологических процессах. Роль активных форм кислорода. Антиоксиданты, механизм их биологического действия. Естественные антиоксиданты тканей и их биологическая роль.

Тема 15. Молекулярные механизмы процессов энергетического сопряжения в биомембранах

Связь транспорта ионов и процесса переноса электрона в хлоропластах и митохондриях. Локализация электронтранспортных цепей в мембране; структурные аспекты функционирования связанных с мембраной переносчиков; асимметрия мембраны.

Основные положения теории Митчела; электрохимический градиент протонов; энергизированное состояние мембран; роль векторной 1-Г-АТФазы. Сопрягающие комплексы, их локализация в мембране; функции отдельных субъединиц; конформационные перестройки в процессе образования макроэрга. Протеолипосомы как модель для изучения механизма энергетического сопряжения. Бактериородопсин как молекулярный фотоэлектрический генератор. Физические аспекты и модели энергетического сопряжения.

Тема 16. Биофизика процессов транспорта веществ через биомембраны

Пассивный и активный транспорт веществ через биомембраны. Транспорт неэлектролитов. Проницаемость мембран для воды. Простая диффузия. Ограниченная диффузия. Связь проницаемости мембран с растворимостью проникающих веществ в липидах. Облегченная диффузия. Транспорт сахаров и аминокислот через мембраны с участием переносчиков. Пиноцитоз.

Транспорт электролитов. Электрохимический потенциал. Ионное равновесие на границе мембрана-раствор. Профили потенциала и концентрации ионов в двойном электрическом слое. Равновесие Доннана. Пассивный транспорт; движущие силы переноса ионов. Электродиффузионное уравнение Нернста-Планка. Уравнения постоянного поля для потенциала и ионного тока. Проницаемость и проводимость. Соотношение односторонних потоков (соотношение Уссинга).

Активный транспорт. Электрогенный транспорт ионов. Участие АТФаз в активном транспорте ионов через биологические мембраны. Ионные каналы; теория однорядного транспорта. Ионфоры: переносчики и каналобразующие агенты. Ионная селективность мембран (термодинамический и кинетический подходы). Модель параллельно функционирующих пассивных и активных путей переноса ионов.

Модуль 6. Физические основы биоэлектrogenеза, мышечного сокращения и рецепции

Тема 17. Физические основы возникновения биопотенциалов

Роль биопотенциалов в физиологии клетки. Механизмы разделения электрических зарядов в биологических системах. Концентрационная разность потенциалов. Формула Нернста. Потенциал покоя. Уравнение Гольдмана. Электрическая эквивалентная схема электровозбудимой мембраны.

Потенциал действия. Динамика ионных токов в процессе развития потенциала действия. Работы Ходжкина, Хаксли и Каца. Математическое описание потенциала действия в модели Ходжкина-Хаксли. Кинетика изменений потоков ионов при возбуждении. Механизмы активации и инактивации каналов. Воротные токи. Математическая модель нелинейных процессов мембранного транспорта. Флуктуации напряжения и проводимости в модельных и биологических мембранах.

Тема 18. Распространение возбуждения. Синаптическая передача нервных импульсов

Распространение возбуждения. Кабельные свойства нервных волокон. Проведение импульса по немиелиновым и миелиновым волокнам. Математические модели процесса распространения нервного импульса. Физико-химические процессы в нервных волокнах при проведении рядов импульсов (ритмическое возбуждение). Энергообеспечение процессов распространения возбуждения. Основные понятия теории возбудимых сред.

Тема 19. Биофизика мышечного сокращения

Основные типы сократительных и подвижных систем. Молекулярные механизмы подвижности белковых компонентов сократительного аппарата мышц. Принципы преобразования энергии в механохимических системах. Термодинамические, энергетические и мощностные характеристики сократительных систем.

Функционирование поперечнополосатой мышцы позвоночных. Модели Хаксли, Дещеревского, Хилла. Молекулярные механизмы немышечной подвижности.

Тема 20. Физические основы биорецепции

Гормональная рецепция. Общие закономерности взаимодействия лигандов с рецепторами; равновесное связывание гормонов. Роль структуры плазматической мембраны в процессе передачи гормонального сигнала. Рецептор - опосредованный внутриклеточный транспорт. Представления о цитоплазматическом транспорте. Методы исследования гормональных рецепторов.

Сенсорная рецепция. Проблема сопряжения между первичным взаимодействием внешнего стимула с рецепторным субстратом и генерацией рецепторного (генераторного) потенциала. Общие представления о структуре и функции рецепторных клеток. Место рецепторных процессов в работе сенсорных систем.

Фоторецепция. Строение зрительной клетки. Молекулярная организация фоторецепторной мембраны; динамика молекулы зрительного пигмента в мембране. Зрительные пигменты: классификация, строение, спектральные характеристики; фотохимические превращения родопсина. Ранние и поздние рецепторные потенциалы. Механизмы генерации позднего рецепторного потенциала.

Механорецепция. Рецепторные окончания кожи, проприорецепторы. Механорецепторы органов чувств: органы боковой линии, вестибулярный аппарат, кортиева орган внутреннего уха. Общие представления о работе органа слуха. Современные представления о механизмах механорецепции; генераторный потенциал. Электрорецепция.

Хеморецепция. Обоняние. Восприятие запахов: пороги, классификация запахов.

Вкус. Вкусовые качества. Строение вкусовых клеток. проблема вкусовых рецепторных белков.

Рецепция медиаторов и гормонов. Проблема клеточного узнавания. Механизмы взаимодействия клеточных поверхностей.

Модуль 7. Физические основы фотобиологических процессов

Тема 21. Механизмы трансформации энергии в первичных фотобиологических процессах

Взаимодействие квантов с молекулами. Эволюция волнового пакета и результаты фемтосекундной спектроскопии. Первичные фотохимические реакции. Основные стадии фотобиологического процесса. Механизмы фотобиологических и фотохимических стадий. Кинетика фотобиологических процессов.

Проблемы разделения зарядов и переноса электрона в первичном фотобиологическом процессе. Роль электронно-конформационных взаимодействий.

Тема 22. Биофизика фотосинтеза

Структурная организация и функционирование фотосинтетических мембран. Фотосинтетическая единица. Два типа пигментных систем и две световые реакции. Организация и функционирование фотореакционных центров. Проблемы первичного акта фотосинтеза. Электронно-конформационные взаимодействия. Фотоинформационный переход.

Кинетика и физические механизмы переноса электрона в электрон-транспортных цепях при фотосинтезе. Механизмы сопряжения окислительно-восстановительных реакций с трансмембранным переносом протона. Механизмы фотоингибирования.

Особенности и механизмы фотоэнергетических реакций бактериородопсина и зрительного пигмента родопсина.

Тема 23. Фоторегуляторные и фотодеструктивные процессы

Основные типы фоторегуляторных реакций растительных и микробных организмов: фотоморфогенез, фототропизм, фототаксис, фотоиндуцирован-

ный каротиногенез. Спектры действия, природа фоторецепторных систем, механизмы первичных фотореакций.

Фитохром - универсальная фоторецепторная система регуляции метаболизма растений. Молекулярные свойства и спектральные характеристики фитохрома. Механизм обратимой фотоконверсии двух форм фитохрома. Понятие о фотохромных молекулах и фотохромном механизме фотоактивации ферментов.

Фотохимические реакции в белках, липидах и нуклеиновых кислотах. ДНК как основная внутриклеточная мишень при летальном и мутагенном действии ультрафиолетового света. Фотосенсибилизированные и двухквантовые реакции при повреждении ДНК. Механизмы фотодинамических процессов. Защита ДНК некоторыми химическими соединениями.

Эффекты фоторепарации и фотозащиты. Ферментативный характер и молекулярный механизм фотореактивации. Роль фотоиндуцированного синтеза биологически активных соединений в процессе фотозащиты. Механизм фотосинергетических реакций при комбинированном действии разных длин волн ультрафиолетового света.

Тема 24. Основы экологической биофизики

Адаптация, устойчивость и надежность биологических систем разного уровня организации: клеток, организмов, популяций. Разнообразие ответных реакций индивидуумов в клеточных ансамблях и популяциях. Энергетическая стоимость физиологических процессов и ее изменения в неблагоприятных условиях. Структура популяции как отражение ее функционального состояния. Типизация особей в популяциях. Прогнозирование динамики численности популяции.

Классификация воздействий. Слабые (фоновые) воздействия. Космические и периодические воздействия. Естественный радиационный фон и уровень радона в среде. Проблема озоновой дыры. ЭМ-излучения космических и земных источников. Магнитные поля Солнца, звезд, галактик и других объектов Вселенной. Циклы солнечной активности, их влияние на Землю. Свет и биоритмы. Биологические часы.

Действие оптического излучения. Фотосинтез в море. Причины лимитирования первичной продукции. Фотоингибирование и фотодеструкция. Фоторегуляция роста растения. Оптические свойства листьев высших растений и спектральные методы оценки функционального состояния фотосинтетического аппарата.

Действие УФ-излучения. Молекулярные механизмы фотоповреждения ДНК при действии УФ-излучения экологического диапазона. Клеточные системы репарации ДНК. Фотоповреждение и фотореактивация микроорганизмов. Комбинированное действие излучения разных длин волн на клетку. Ферментативная реактивация. Молекулярные механизмы действия фотолиазы.

Окислительный стресс. Молекулярные механизмы повреждающего действия кислорода. Пути световой и темновой активации молекулярного кислорода. Ферментативные и неферментативные реакции. Роль свободно-радикальных реакций и синглетного кислорода. Методы изучения окислительных деструктивных процессов в биологических системах. Природные фотосенсибилизаторы фотодеструктивных процессов. Повреждения растений

при действии гербицидов, загрязнителей атмосферы, токсических веществ, заболеваний. Фагоцитоз и сверхчувствительность в связи с иммунитетом животных и растительных организмов. Старение растений, продукты деградации липидов и пигментов.

Молекулярные механизмы адаптации живых организмов к экстремальным факторам внешней среды (температурам, освещению, засолению, действию ксенобиотиков, гипоксии и гипероксии). Оценка состояния среды обитания. Предельно допустимые концентрации и биотестирование. Методология биотестирования. Дистанционные методы. Практическое использование биотестирования для оценки качества среды.

Модуль 8. Радиобиология

Тема 25. Электромагнитные излучения и поля в природе, технике и жизни человека

Общая физическая характеристика ионизирующих и неионизирующих излучений. Излучения как инструмент исследований структуры и свойств молекул. Гамма- и рентгеновские лучи. Рентгеноструктурный анализ, лучевая ультрамикрометрия, радиационно-химические методы. Ультрафиолетовое и видимое излучения. Спектроскопия в УФ и видимой области. Лазерная спектроскопия, исследования электронно-вращательных спектров, фотохимические методы исследования. Инфракрасное излучение, инфракрасная спектроскопия. Радиочастоты: СВЧ, УВЧ, ВЧ НЧ. Микроволновая спектроскопия, спектроскопия ЭПР, ЯМР, диэлектрическая спектроскопия, методы электропроводности.

Использование различных видов излучений в медицине, технике и сельском хозяйстве.

Естественный радиационный фон и уровень радона в среде. Проблема озоновой дыры. ЭМИ и ЭМП космических и земных источников. Магнитные поля Солнца, звезд, галактик и других объектов Вселенной. Циклы Солнечной активности, их влияние на Землю. Свет и биоритмы. Биологические часы.

Специфика первичных (физических) механизмов действия различных видов излучений на молекулы. Поглощение и обмен энергии. Конечный биологический эффект при действии ионизирующих и неионизирующих излучений на биологические объекты и системы.

Тема 26. Биологические эффекты неионизирующих излучений

Общая физическая характеристика ионизирующих и неионизирующих излучений. Излучения как инструмент исследований структуры и свойств молекул. Гамма- и рентгеновские лучи. Рентгеноструктурный анализ, лучевая ультрамикрометрия, радиационно-химические методы. Ультрафиолетовое и видимое излучения. Спектроскопия в УФ и видимой области. Лазерная спектроскопия, исследования электронно-вращательных спектров, фотохимические методы исследования. Инфракрасное излучение, инфракрасная спектроскопия. Радиочастоты: СВЧ, УВЧ, ВЧ НЧ. Микроволновая спектроскопия, спектроскопия ЭПР, ЯМР, диэлектрическая спектроскопия, методы электропроводности.

Использование различных видов излучений в медицине, технике и сельском хозяйстве.

Естественный радиационный фон и уровень радона в среде. Проблема озоновой дыры. ЭМИ и ЭМП космических и земных источников. Магнитные поля Солнца, звезд, галактик и других объектов Вселенной. Циклы Солнечной активности, их влияние на Землю. Свет и биоритмы. Биологические часы.

Специфика первичных (физических) механизмов действия различных видов излучений на молекулы. Поглощение и обмен энергии. Конечный биологический эффект при действии ионизирующих и неионизирующих излучений на биологические объекты и системы.

Тема 27. Биологическое действие ионизирующих излучений

Первичные и начальные биологические процессы поглощения энергии ионизирующих излучений. Механизмы поглощения рентгеновских и гамма-излучений, нейтронов, заряженных частиц. Экспозиционные и поглощенные дозы излучений. Единицы активности радионуклеотидов. Единицы доз ионизирующих излучений. Фактор изменения дозы облучения. Зависимость относительной биологической эффективности от линейных потерь энергии излучений. Индивидуальные и стационарные дозиметры.

Понятия «малые» и «большие» дозы радиации. Стохастические и статистические эффекты.

Инактивация молекул в результате прямого и непрямого действия ионизирующих излучений. Дозовые зависимости. Прямое действие радиации на ферменты, белки, нуклеиновые кислоты, липиды, углеводы. Первичные процессы, приводящие к инаktivации макромолекул при прямом действии радиации. Первичные продукты радиолиза и дальнейшая судьба облученных макромолекул. Радиочувствительность молекул. Радиолиз воды и липидов. Взаимодействие растворенных молекул с продуктами радиолиза растворителей. Эффект Дейла. Образование возбужденных молекул, ионов и радикалов. Количественная характеристика непрямого действия радиации в растворах. Роль модификаторов в радиолизе молекул.

Радиационная биофизика клетки. Количественные характеристики гибели облученных клеток. Репродуктивная и интерфазная гибель клеток. Апоптоз. Принцип попадания, концепция мишени. Эволюция этих понятий. Стохастические модели.

Основы микродозиметрии ионизирующих излучений. Первичные физико-химические процессы в облученной клетке. Анализ механизмов лучевого поражения клеток. Роль молекулярных механизмов репарации ДНК и репарационных ферментов в лучевом поражении клетки. Роль повреждения биологических мембран в радиационных нарушениях клетки. Окислительные процессы в липидах и антиокислительные системы, участвующие в первичных биофизических и последующих лучевых реакциях.

Восстановительные процессы при лучевом поражении клетки.

Модификация лучевого поражения клетки.

Радиационная биофизика сложных систем. Временные и дозовые эффекты радиации. Сравнительная радиочувствительность биологических объектов и систем. Действие малых доз и хронического облучения. Отдаленные последствия малых доз радиации на организм. Особенности действия внеш-

него и инкорпорированного, общего и локального, острого и хронического, однократного и многократного облучения организмов разными типами радиации.

Этапы ответных реакций на острое облучение: физический, биофизический и общебиологический. Синдромы острого лучевого поражения: костно-мозговой, кишечный и церебральный. Критические органы и системы. Критические процессы лучевого поражения. Лучевой токсический эффект. Роль биофизических исследований сложных систем в анализе первичных и последующих лучевых процессов. Проблема риска. Факторы, модифицирующие лучевое поражение: радиопротекторы и радиосенсибилизаторы, их химическая природа и биологическое действие. Эндогенный фон радиорезистентности. Лучевые реакции и стресс. Кислородный эффект и механизмы его проявления.

Особенности химической защиты организма от действия малых доз и хронического облучения.

4.4. Темы практических (семинарских) занятий

№	Вопросы к теме	Кол-во часов
1	<p>Тема 1. Равновесная линейная термодинамика.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Термодинамика, как наука. 2. Классификация термодинамических систем. 3. Энтальпия. Энтропия. Свободная энергия. 4. 1-й закон термодинамики. Справедливость для биологических систем. 5. 2-й закон термодинамики. Справедливость для биологических систем. 	2
2	<p>Тема 2. Линейная и нелинейная неравновесная термодинамика</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Термодинамический поток и термодинамическая сила. Примеры линейных соотношений в физике. 2. Диссипативная функция 3. Степень сопряжения и эффективность сопряжения 4. Теорема Пригожина. Следствия из теоремы. 5. Диссипативные структуры. 6. Информация. Связь между информацией и энтропией. 	2
3	<p>Тема 3. Кинетика односубстратной ферментативной реакции. Модель Михаэлиса для прямой и обратной реакции</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Схема простейшей односубстратной ферментативной реакции. 2. Уравнение Михаэлиса. Константа Михаэлиса. Максимальная скорость. 3. Линейные анаморфозы для определения кинетических характеристик ферментативной реакции. Координаты Лайнуивера-Берка. 4. Кинетика двухсубстратных реакций. 5. Графические методы определения кинетических характеристик двухсубстратных реакций. 	2
4	<ol style="list-style-type: none"> 1. Тема 4. Влияние различных физико-химических факторов на скорость ферментативных реакций 2. Зависимость скорости ферментативных реакций от pH 3. Влияние pH на V_{max}. Влияние pH на K_m. 4. Влияние температуры на скорость ферментативных реакций. Температурная зависимость биологических процессов. Матема- 	2

	<p>тическое описание температурных зависимостей биологических процессов</p> <ol style="list-style-type: none"> Уравнение Аррениуса и эффективные энергии активации биологических процессов. Виды ингибирования. Конкурентное и неконкурентное ингибирования. Смешанное ингибирование. Определение констант ингибирования графическим методом. Ингибирование высокими концентрациями субстрата (субстратное ингибирование). 	
5	<p>Тема 5. Основы теории моделирования. Базовые модели математической биофизики. Модель «Хищник-жертва». Модель «Гликолиз»</p> <ol style="list-style-type: none"> Математические модели. Общие принципы построения математических моделей биологических систем. Динамические модели биологических процессов. Методы качественной теории дифференциальных уравнений в анализе динамических свойств биологических процессов. Временная иерархия и принцип «узкого места» в биологических системах Управляющие параметры. Быстрые и медленные переменные. Способы математического описания пространственно неоднородных систем. Модель В. Вольтерры «хищник-жертва». Модель «Гликолиз». 	2
6	<p>Тема 6. Колебания и ритмы в биологических системах. Самоорганизация биологических систем. Автоволны и диссипативные структуры. Триггеры</p> <ol style="list-style-type: none"> Множественность стационарных состояний. Сопряжение процесса диффузии и реакции с субстратным ингибированием. Свойства систем с множественностью стационарных состояний; гистерезис, триггерность, колебательный режим. Модели триггерного типа. Силовое и параметрическое переключение триггера. Гистерезисные явления. Колебательные процессы в биологии. Автоколебательные режимы. Биологические часы. 	2
7	<p>Тема 7. Математическая модель «Брюсселятор». Точечные и распределенные системы</p> <ol style="list-style-type: none"> Модель брюсселятора, точечные и распределенные системы Представления о пространственно-неоднородных стационарных состояниях (диссипативных структурах) и условиях их образования. Модели морфогенеза 	2
8	<p>Тема 8. Электронные уровни и спектральные свойства биополимеров</p> <ol style="list-style-type: none"> Электронные уровни в биополимерах. Основные типы молекулярных орбиталей и электронных состояний, л-электроны, энергия делокализации. Схема Яблонского для сложных молекул. Принцип Франка - Кондона и законы флуоресценции. Люминесценция биологически важных молекул. Механизмы миграции энергии: резонансный механизм, синглет-синглетный и триплет- триплетный переносы, миграция 	2

	<p>экситона.</p> <ol style="list-style-type: none"> 6. Природа гиперхромного и гипохромного эффектов. Оптическая плотность. 7. Перенос электрона в биоструктурах. Туннельный эффект. Электронно-конформационные взаимодействия и релаксационные процессы в биоструктурах 	
9	<p>Тема 9. Молекулярные механизмы процессов энергетического сопряжения в биомембранах</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Связь транспорта ионов и процесса переноса электрона в хлоропластах и митохондриях. 2. Локализация электронтранспортных цепей в мембране 3. Основные положения теории Митчела 4. Сопрягающие комплексы, их локализация в мембране. Протеолипосомы как модель для изучения механизма энергетического сопряжения. 5. Бактериородопсин как молекулярный фотоэлектрический генератор. 6. Физические аспекты и модели энергетического сопряжения. 	2
10	<p>Тема 10. Биофизика процессов транспорта веществ через биомембраны</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Пассивный и активный транспорт веществ через биомембраны. 2. Простая диффузия. Ограниченная диффузия. 3. Облегченная диффузия. Транспорт сахаров и аминокислот через мембраны с участием переносчиков. Пиноцитоз. 4. Транспорт электролитов. Электрохимический потенциал. Равновесие Доннана. 5. Электродиффузионное уравнение Нернста- Планка.. 6. Соотношение односторонних потоков (соотношение Уссинга). 7. Активный транспорт. Электрогенный транспорт ионов. 8. Ионные каналы; теория однорядного транспорта. Ионофоры: переносчики и каналобразующие агенты. Ионная селективность мембран 9. Модель параллельно функционирующих пассивных и активных путей переноса ионов. 	2
11	<p>Тема 11. Физические основы возникновения биопотенциалов</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Механизмы разделения электрических зарядов в биологических системах. 2. Потенциал покоя. Уравнение Гольдмана. 3. Потенциал действия. Динамика ионных токов в процессе развития потенциала действия. 4. Математическое описание потенциала действия в модели Ходжкина-Хаксли. 5. Кинетика изменений потоков ионов при возбуждении. Механизмы активации и инактивации каналов. 6. Воротные токи. 7. Математическая модель нелинейных процессов мембранного транспорта. 8. Флуктуации напряжения и проводимости в модельных и биологических мембранах. 	2
12	<p>Тема 12. Физические основы биорецепции</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Гормональная рецепция. Общие закономерности взаимодей- 	2

	<p>ствия лигандов с рецепторами</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. Сенсорная рецепция. Проблема сопряжения между первичным взаимодействием внешнего стимула с рецепторным субстратом и генерацией рецепторного (генераторного) потенциала. 3. Фоторецепция. Молекулярная организация фоторецепторной мембраны. Ранние и поздние рецепторные потенциалы. 4. Современные представления о механизмах механорецепции; генераторный потенциал. Электрорецепция. 5. Хеморецепция. Обоняние. Восприятие запахов: пороги, классификация запахов. 	
13	<p>Тема 13. Биофизика фотосинтеза</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Структурная организация и функционирование фотосинтетических мембран. 2. Организация и функционирование фотореакционных центров. 3. Проблемы первичного акта фотосинтеза. 4. Кинетика и физические механизмы переноса электрона в электрон-транспортных цепях при фотосинтезе. 5. Механизмы сопряжения окислительно-восстановительных реакций с трансмембранным переносом протона. 6. Механизмы фотоингибирования. 	2
14	<p>Тема 14. Фоторегуляторные и фотодеструктивные процессы</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Основные типы фоторегуляторных реакций растительных и микробных организмов 2. Спектры действия, природа фоторецепторных систем, механизмы первичных фотореакций. 3. Фитохром - универсальная фоторецепторная система регуляции метаболизма растений. 4. Фотохимические реакции в белках, липидах и нуклеиновых кислотах. 5. Фотосенсибилизированные и двухквантовые реакции при повреждении ДНК. 6. Эффекты фоторепарации и фотозащиты. 	2
15	<p>Тема 15. Биологические эффекты неионизирующих излучений</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Общая физическая характеристика ионизирующих и неионизирующих излучений. 2. Гамма- и рентгеновские лучи. 3. Ультрафиолетовое и видимое излучения. 4. Инфракрасное излучение, инфракрасная спектроскопия. Радиочастоты: СВЧ, УВЧ, ВЧ НЧ. 5. Микроволновая спектроскопия, спектроскопия ЭПР, ЯМР, диэлектрическая спектроскопия 6. Естественный радиационный фон и уровень радона в среде. ЭМИ и ЭМП космических и земных источников. 7. Магнитные поля Солнца, звезд, галактик 8. Специфика первичных (физических) механизмов действия различных видов излучений на молекулы. 	2
	Итого:	30

5. Оценочные средства для текущего контроля и аттестации обучающегося

5.1. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Разделы и темы для самостоятельного изучения	Источники	Виды и содержание самостоятельной работы
<p>Раздел. Термодинамика биологических процессов Тема. Линейная термодинамика Тема. Нелинейная термодинамика</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Волькенштейн М.В. Биофизика – СПб., 2008. –608с. 2. Рубин А.Б. Биофизика. / Кн. 1, 2. – М.: «Высшая школа», 2000. 3. Ремизов А.Н., Максимица А. Г., Потепенко А. Я. Медицинская и биологическая физика.- М.: Дрофа. , 2008 4. Артюхов В. Г., Ковалева Т. А., Наквасина М. А. Биофизика – Воронеж: Издательско-полиграфический центр, 2009. – 294 с. 	<p>Проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе) и подготовка докладов на семинарах и практических занятиях, к участию в тематических дискуссиях.</p>
<p>Раздел. Кинетика ферментативных реакций</p> <p>Тема. Кинетика химических реакций. Молекулярность и порядок реакции. Теория абсолютных скоростей химических реакций</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Булидорова Г.В. Кинетика сложных реакций [Электронный ресурс] : учебное пособие / Г.В. Булидорова, К.А. Романова, Ю.Г. Галяметдинов. — Электрон. текстовые данные. — Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2016. – 88 с. — 978-5-7882-1919-6. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/62180.html 2. Холохонова Л.И. Кинетика химических реакций [Электронный ресурс] : учебное пособие / Л.И. Холохонова, Е.В. Короткая. — Электрон. текстовые данные. — Кемерово: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2006. — 80 с. — 5-89289-407-X. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/14367.html 3. Брянский Б.Я. Основы термодинамики и кинетики химических реакций [Электронный ресурс] : учебное пособие / Б.Я. Брянский. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Вузовское образование, 2017. — 111 с. — 978-5-4487-0045-3. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/66637.html 4. Гамаюрова В.С. Ферменты [Электронный ресурс] : лабораторный практикум. Учебное пособие / В.С. Гамаюрова, М.Е. Зиновьева. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Проспект Науки, 2017. — 256 с. — 978-5-903090-53-2. – Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/35819.html 5. Определение порядка, константы скорости и энергии активации элементар- 	<p>Проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе) и подготовка докладов на семинарах и практических занятиях, к участию в тематических дискуссиях.</p> <p>Поиск и обзор научных публикаций и электронных источников информации, подготовка заключения по обзору; Написание рефератов. Работа с тестами и вопросами для самопроверки. Поиск и обзор научных публикаций и электронных источников информации, подготовка заключения по обзору;</p>

	<p>ных реакций [Электронный ресурс] : учебное пособие / Г.В. Булидорова [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2015. — 87 с. — 978-5-7882-1681-2. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/62514.html</p>	
<p>Тема. Кооперативная кинетика ферментативных реакций</p>	<p>1. Бландов А.Н. Кинетика ферментативных реакций [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / А.Н. Бландов. — Электрон. текстовые данные. — СПб.: Университет ИТМО, 2015. — 30 с. — 2227-8397. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/66505.html</p>	
<p>Раздел. Математическое моделирование</p> <p>Тема. Колебания и ритмы в биологических системах. Самоорганизация биологических систем. Автоволны и диссипативные структуры. Триггеры</p>	<p>1.Рубин А.Б. Биофизика. Том 1. Теоретическая биофизика [Электронный ресурс]: учебник / А.Б. Рубин. - Электр. текстовые данные. - М.: Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 2004. - 448 с.-5-211-06110-1.-Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/13075.html</p> <p>2. Биофизика [Электронный ресурс] : учебник для вузов / В.Г. Артюхов [и др.]. - Электрон. текстовые данные. - Москва, Екатеринбург: Академический Проект, Деловая книга, 2016. - 295 с. - 978-5-8291-1081-9. - Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/60018.html</p> <p>3.Ризниченко Г.Ю. Математические модели в биофизике и экологии [Электронный ресурс] / Г.Ю. Ризниченко. - Электрон. текстовые данные. - Москва, Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Ижевский институт компьютерных исследований, 2003. - 184 с. - 5-93972-245-8. - Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/16565.html</p>	<p>Проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе) и подготовка докладов на семинарах и практических занятиях, к участию в тематических дискуссиях.</p> <p>Поиск и обзор научных публикаций и электронных источников информации, подготовка заключения по обзору;</p> <p>Написание рефератов. Работа с тестами и вопросами для само-</p>

		проверки.
<p>Раздел. Физика биополимеров</p> <p>Тема. Динамика белков. Фазовые переходы в биополимерах</p> <p>Тема. Пространственная организация биополимеров</p>	<p>1. Рубин А.Б. Биофизика. В 2-х книгах. М: Высш. шк. – 1999, 2000, 2004.</p> <p>2. Волькенштейн М.В. Биофизика. 3-е изд. – СПб.:Издательство «Лань». – 2008. – 608с.</p> <p>3. Ревин В.В., Максимов Г.В., Кольс О.Р., Рубин А.Б. Биофизика. Саранск: Из-во Мордовского университета. 2002. – 156с.</p> <p>4. Ремизов А.Н., Максина А.Г., Потапенко А.Я. Медицинская и биологическая физика. М.: Дрофа.–2008.–558с.</p> <p>6. Финкельштейн А.В. Физика белковых молекул [Электронный ресурс] / А.В. Финкельштейн. - Электрон. текстовые данные. - Москва, Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Ижевский институт компьютерных исследований, 2014. - 425 с. - 978-5-4344-0193-7. - Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/28921.html</p>	<p>Проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе) и подготовка докладов на семинарах и практических занятиях, к участию в тематических дискуссиях.</p> <p>Поиск и обзор научных публикаций и электронных источников информации, подготовка заключения по обзору;</p>
<p>Раздел. Биофизика мембран</p> <p>Тема. Структура и функционирование биологических мембран. Фазовые переходы</p> <p>Тема. Молекулярные механизмы процессов энергетического сопряжения в биомембранах</p>	<p>1. Биофизика [Электронный ресурс] : учебник для вузов / В.Г. Артюхов [и др.]. - Электрон. текстовые данные. - Москва, Екатеринбург: Академический Проект, Деловая книга, 2016. - 295 с. - 978-5-8291-1081-9. - Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/60018.html</p> <p>2. Самойлов В.О. Медицинская биофизика [Электронный ресурс] / В.О. Самойлов. - Электрон. текстовые данные. - СПб. : СпецЛит, 2013. - 564 с. - 978-5-299-00518-9. - Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/45693.html</p> <p>3. Узденский А.Б. Биоэнергетические процессы [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.Б. Узденский. - Электрон. текстовые данные. - Ростов-на-Дону: Южный федеральный университет, 2011. — 124 с. - 978-5-9275-0829-7. - Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/46922.html</p>	<p>Проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе) и подготовка докладов на семинарах и практических занятиях, к участию в тематических дискуссиях.</p> <p>Поиск и обзор научных публикаций и электронных источников информации, подготовка заключения по обзору;</p> <p>Написание рефератов. Работа с тестами и вопросами для самопроверки.</p>

<p>Раздел. Физические основы биоэлектротрогенеза, мышечного сокращения и рецепции</p> <p>Тема. Распространение возбуждения. Синаптическая передача нервных импульсов</p> <p>Тема. Биофизика мышечного сокращения</p>	<p>1. Максимов Г.В. Биофизика возбудимой клетки [Электронный ресурс] / Г.В. Максимов. - Электрон. текстовые данные. - Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Институт компьютерных исследований, 2016. - 208 с. - 978-5-4344-0372-6. - Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/69341.html</p> <p>2. Самойлов В.О. Медицинская биофизика [Электронный ресурс] / В.О. Самойлов. — Электрон. текстовые данные. - СПб.: СпецЛит, 2013. - 564 с. - 978-5-299-00518-9. - Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/45693.html</p> <p>3. Артюхов В. Г., Ковалева Т. А., Наквасина М. А. Биофизика – Воронеж: Издательско-полиграфический центр, 2009. – 294</p>	<p>Проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе) и подготовка докладов на семинарах и практических занятиях, к участию в тематических дискуссиях.</p> <p>Поиск и обзор научных публикаций и электронных источников информации, подготовка заключения по обзору;</p> <p>Написание рефератов. Работа с тестами и вопросами для самопроверки.</p>
<p>Раздел. Физические основы фотобиологических процессов</p> <p>Тема. Механизмы трансформации энергии в первичных фотобиологических процессах</p> <p>Тема. Биофизика фотосинтеза</p>	<p>1. Лысенко В.С. Фотосинтез в хлорофилл-дефицитных тканях растений: флуоресцентные и фотоакустические исследования [Электронный ресурс]: монография / В.С. Лысенко. - Электрон. текстовые данные. - Ростов-на-Дону: Южный федеральный университет, 2014. - 137 с. - 978-5-9275-1195-2. - Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/68584.html</p> <p>2. Узденский А.Б. Биоэнергетические процессы [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Б. Узденский. - Электрон. текстовые данные. - Ростов-на-Дону: Южный федеральный университет, 2011. - 124 с. - 978-5-9275-0829-7. - Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/46922.html</p>	<p>Проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе) и подготовка докладов на семинарах и практических занятиях, к участию в тематических дискуссиях.</p> <p>Поиск и обзор научных публикаций и электронных источников информации, подготовка заключения по обзору;</p> <p>Написание рефератов. Работа с тестами и вопросами для самопроверки.</p>
<p>Раздел. Радиобиология</p> <p>Тема. Электромагнитные излучения и поля в природе, технике и жизни человека</p>	<p>1. Основы радиобиологии и радиационной медицины [Электронный ресурс] : учебное пособие / АН. Гребенюк [и др.]. — Электрон. текстовые данные. - СПб.: Фолиант, 2015. - 227 с. - 978-5-93929-223-8. - Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/60934.html</p>	<p>Проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе) и подготовка до-</p>

<p>Тема. Биологическое действие неионизирующих и ионизирующих излучений</p>	<p>2.Верещако Г.Г. Радиобиология. Термины и понятия [Электронный ресурс] : энциклопедический справочник / Г.Г. Верещако, А.М. Ходосовская. - Электрон. текстовые данные. - Минск: Белорусская наука, 2016. - 340 с. - 978-985-08-2017-4. - Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/61111.html</p> <p>3.Смирнова О.А. Радиация и организм млекопитающих. Модельный подход [Электронный ресурс] / О.А. Смирнова. - Электрон. текстовые данные. - Москва, Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Ижевский институт компьютерных исследований, 2006. - 224 с. - 5-93972-522-8. - Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/16611.html</p>	<p>кладов на семинарах и практических занятиях, к участию в тематических дискуссиях.</p> <p>Поиск и обзор научных публикаций и электронных источников информации, подготовка заключения по обзору;</p> <p>Написание рефератов. Работа с тестами и вопросами для самопроверки.</p>
---	---	---

5.2. Перечень примерных контрольных вопросов для самостоятельной работы

2. Описание сопряжения процессов в клетке в рамках линейной термодинамики.
3. Свойства термодинамических систем вдали от равновесия. Самоорганизация в термодинамических системах.
4. Диссипативные структуры. Дарвиновский отбор и нелинейная термодинамика.
5. Термодинамика информационных процессов.
6. Кинетика химических реакций. Молекулярность реакций. Порядок реакции.
7. Принцип детального равновесия. Энергия и энтропия активации. Стерический фактор и частота столкновения.
8. Уравнение Михаэлиса. Константа Михаэлиса. Максимальная скорость. Насыщение
9. Графические методы определения кинетических характеристик двухсубстратных реакций.
10. Кооперативная кинетика ферментативных реакций. Аллостерические центры.
11. Качественное описание моделей Полинга-Уаймена, Моно-Уаймена-Шанже, Кошланда-Немети
12. Множественность стационарных состояний. Устойчивость стационарных состояний.
13. Свойства систем с множественностью стационарных состояний; гистерезис, триггерность, колебательный режим.
14. Модели триггерного типа. Примеры. Силовое и параметрическое переключение триггера.
15. Колебательные процессы в биологии.
16. Автоколебательные режимы.
17. Анализ работы биологических часов с помощью понятия о предельном цикле.

18. Роль межмолекулярных взаимодействий в функционировании макромолекул.
19. Модель свободно-сочлененной полимерной цепи.
20. Теоретические предсказания вторичной и третичной структуры на основе первичной структуры.
21. Структурные и энергетические факторы, определяющие динамическую подвижность белков.
22. Динамическая структура олигопептидов и глобулярных белков; конформационная подвижность.
23. Методы изучения конформационной подвижности
24. Иерархия амплитуд и времен релаксации конформационных движений.
25. Роль конформационной подвижности в формировании ферментов и транспортных белков.
26. Динамика структурных элементов мембраны. Белок -липидные взаимодействия. Вода как составной элемент биомембран.
27. Модельные мембранные системы. Монослой на границе раздела фаз. Бислойные мембраны. Протеолипосомы.
28. Физико-химические механизмы стабилизации мембран.
29. Особенности фазовых переходов в мембранных системах.
30. Вращательная и трансляционная подвижность фосфолипидов, флип-флоп переходы. Подвижность мембранных белков.
31. Явление поляризации в мембранах. Дисперсия электропроводности, емкости, диэлектрической проницаемости.
32. Особенности структуры живых клеток и тканей, лежащие в основе их электрических свойств.
33. Связь транспорта ионов и процесса переноса электрона в хлоропластах и митохондриях.
34. Сопрягающие комплексы, их локализация в мембране; функции отдельных субъединиц; конформационные перестройки в процессе образования макроэрга.
35. Протеолипосомы как модель для изучения механизма энергетического сопряжения.
36. Бактериородопсин как молекулярный фотоэлектрический генератор.
37. Распространение возбуждения. Кабельные свойства нервных волокон.
38. Проведение импульса по немиелиновым и миелиновым волокнам.
39. Математические модели процесса распространения нервного импульса.
40. Основные понятия теории возбудимых сред.
41. Основные типы сократительных и подвижных систем.
42. Молекулярные механизмы подвижности белковых компонентов сократительного аппарата мышц.
43. Принципы преобразования энергии в механохимических системах. Термодинамические, энергетические и мощностные характеристики сократительных систем.
44. Функционирование поперечнополосатой мышцы позвоночных. Модели Хаксли, Дещеревского, Хилла.
45. Молекулярные механизмы немышечной подвижности.
46. Гормональная рецепция. Рецептор - опосредованный внутриклеточный транспорт.
47. Представления о цитоплазматическом транспорте.
48. Методы исследования гормональных рецепторов.

49. Фоторецепция. Молекулярная организация фоторецепторной мембраны.
50. Механорецепторы органов чувств: органы боковой линии, вестибулярный аппарат, кортиева орган внутреннего уха.
51. Современные представления о механизмах механорецепции; генераторный потенциал.
52. Рецепция медиаторов и гормонов. Проблема клеточного узнавания. Механизмы взаимодействия клеточных поверхностей.
53. Первичные фотохимические реакции.
54. Основные стадии фотобиологического процесса. Механизмы фотобиологических и фотохимических стадий.
55. Кинетика фотобиологических процессов.
56. Структурная организация и функционирование фотосинтетических мембран. Фотосинтетическая единица.
57. Кинетика и физические механизмы переноса электрона в электрон-транспортных цепях при фотосинтезе.
58. Особенности и механизмы фотоэнергетических реакций бактериородопсина и зрительного пигмента родопсина.
59. Общая физическая характеристика ионизирующих и неионизирующих излучений.
60. Излучения как инструмент исследований структуры и свойств молекул
61. Радиочастоты: СВЧ, УВЧ, ВЧ НЧ. Использование различных видов излучений в медицине, технике и сельском хозяйстве.
62. Естественный радиационный фон и уровень радона в среде. Проблема озоновой дыры. ЭМИ и ЭМП космических и земных источников. Магнитные поля.
63. Специфика первичных (физических) механизмов действия различных видов излучений на молекулы.
64. Конечный биологический эффект при действии ионизирующих и неионизирующих излучений на биологические объекты и системы.

5.3. Примерная тематика рефератов

1. Значение термодинамики для анализа биологических процессов
2. Описание сопряжения процессов в клетке в рамках линейной термодинамики.
3. Дарвиновский отбор и нелинейная термодинамика.
4. Термодинамика информационных процессов.
5. Связь кинетических параметров ферментов с энтропией и энергией активации.
6. Кинетика двухсубстратных реакций
7. Роль кооперативных взаимодействий в регуляции ферментативных реакций.
8. Уравнение Аррениуса и эффективные энергии активации биологических процессов.
9. Временная иерархия и принцип «узкого места» в биологических системах.
10. Способы математического описания пространственно неоднородных систем.

11. Колебательные процессы в биологии. Автоколебательные режимы.
12. Биологические часы.
13. Математические модели морфогенеза в биологических системах.
14. Теоретические предсказания вторичной и третичной структуры на основе первичной структуры.
15. Методы изучения конформационной подвижности биополимеров
16. Кооперативные свойства молекул биополимеров. Биологическое значение кооперативных свойств белков
17. Механизмы миграции энергии в биологических системах
18. Протеолипосомы и их применение.
19. Дисперсия электропроводности в биологических системах
20. Бактериородопсин как молекулярный фотоэлектрический генератор.
21. Ионофоры: переносчики и каналообразующие агенты.
22. Ионные каналы. Механизмы активации и инактивации каналов. Воротные токи.
23. Математическая модель нелинейных процессов мембранного транспорта.
24. Молекулярные механизмы мышечной подвижности.
25. Методы исследования гормональных рецепторов.
26. Современные представления о механизмах механорецепции; генераторный потенциал.
27. Хеморецепция. Механизмы трансдукции сигнала в хеморецепторах
28. Структурная организация и функционирование фотосинтетических мембран.
29. Основные типы фоторегуляторных реакций растительных и микробных организмов
30. Фитохром - универсальная фоторецепторная система регуляции метаболизма растений.
31. Действие УФ- излучения на макромолекулы.
32. Природные фотосенсибилизаторы фотодеструктивных процессов.
33. Использование различных видов неионизирующих излучений в медицине, технике и сельском хозяйстве.
34. Механизмы лучевого повреждения клеток. Модификация лучевого поражения клетки.

5.4. Примерный перечень вопросов к экзамену по всему курсу

1. Термодинамика, как наука. Классификация термодинамических систем.
2. Энтальпия. Энтропия. Свободная энергия.
3. 1-й закон термодинамики. Справедливость для биологических систем.
4. 2-й закон термодинамики. Справедливость для биологических систем.
5. Термодинамический поток и термодинамическая сила. Примеры линейных соотношений в физике.
6. Диссипативная функция
7. Степень сопряжения и эффективность сопряжения
8. Теорема Пригожина. Следствия из теоремы.
9. Диссипативные структуры.
10. Информация. Связь между информацией и энтропией.

11. Схема простейшей односубстратной ферментативной реакции.
12. Уравнение Михаэлиса. Константа Михаэлиса. Максимальная скорость.
13. Линейные анаморфозы для определения кинетических характеристик ферментативной реакции. Координаты Лайнуивера-Берка.
14. Кинетика двухсубстратных реакций.
15. Графические методы определения кинетических характеристик двухсубстратных реакций.
16. Зависимость скорости ферментативных реакций от pH. Влияние pH на V_{max} . Влияние pH на K_m .
17. Влияние температуры на скорость ферментативных реакций.
18. Уравнение Аррениуса и эффективные энергии активации биологических процессов.
19. Виды ингибирования. Конкуrentное и неконкуrentное ингибирования. Смешанное ингибирование.
20. Определение констант ингибирования графическим методом.
21. Ингибирование высокими концентрациями субстрата (субстратное ингибирование).
22. Математические модели. Общие принципы построения математических моделей биологических систем.
23. Динамические модели биологических процессов.
24. Методы качественной теории дифференциальных уравнений в анализе динамических свойств биологических процессов.
25. Временная иерархия и принцип «узкого места» в биологических системах
26. Управляющие параметры. Быстрые и медленные переменные.
27. Способы математического описания пространственно неоднородных систем.
28. Модель В. Вольтерры «хищник-жертва».
29. Модель «Гликолиз».
30. Множественность стационарных состояний.
31. Сопряжение процесса диффузии и реакции с субстратным ингибированием.
32. Свойства систем с множественностью стационарных состояний; гистерезис, триггерность, колебательный режим.
33. Модели триггерного типа. Силовое и параметрическое переключение триггера.
34. Гистерезисные явления.
35. Колебательные процессы в биологии. Автоколебательные режимы. Биологические часы.
36. Модель брюсселятора, точечные и распределенные системы
37. Представления о пространственно-неоднородных стационарных состояниях (диссипативных структурах) и условиях их образования. Модели морфогенеза
38. Электронные уровни в биополимерах.
39. Основные типы молекулярных орбиталей и электронных состояний, л-электроны, энергия делокализации.
40. Схема Яблонского для сложных молекул. Принцип Франка - Кондона и законы флуоресценции.
41. Люминесценция биологически важных молекул.
42. Механизмы миграции энергии: резонансный механизм, синглет-

- синглетный и триплет- триплетный переносы, миграция экситона.
43. Природа гиперхромного и гипохромного эффектов. Оптическая плотность.
 44. Перенос электрона в биоструктурах. Туннельный эффект. Электронно-конформационные взаимодействия и релаксационные процессы в биоструктурах
 45. Связь транспорта ионов и процесса переноса электрона в хлоропластах и митохондриях.
 46. Локализация электронтранспортных цепей в мембране. Основные положения теории Митчела
 47. Бактериородопсин как молекулярный фотоэлектрический генератор.
 48. Физические аспекты и модели энергетического сопряжения.
 49. Пассивный и активный транспорт веществ через биомембраны.
 50. Простая диффузия. Ограниченная диффузия.
 51. Облегченная диффузия. Транспорт сахаров и аминокислот через мембраны с участием переносчиков. Пиноцитоз.
 52. Транспорт электролитов. Электрохимический потенциал. Равновесие Доннана. Электродиффузионное уравнение Нернста- Планка..
 53. Соотношение односторонних потоков (соотношение Уссинга).
 54. Активный транспорт. Электрогенный транспорт ионов.
 55. Ионные каналы; теория однорядного транспорта. Иониферы: переносчики и каналобразующие агенты. Ионная селективность мембран
 56. Механизмы разделения электрических зарядов в биологических системах. Потенциал покоя. Уравнение Гольдмана.
 57. Потенциал действия. Динамика ионных токов в процессе развития потенциала действия.
 58. Математическое описание потенциала действия в модели Ходжкина-Хаксли.
 59. Кинетика изменений потоков ионов при возбуждении. Механизмы активации и инактивации каналов. Воротные токи.
 60. Математическая модель нелинейных процессов мембранного транспорта.
 61. Флуктуации напряжения и проводимости в модельных и биологических мембранах.
 62. Гормональная рецепция. Общие закономерности взаимодействия лигандов с рецепторами
 63. Сенсорная рецепция. Проблема сопряжения между первичным взаимодействием внешнего стимула с рецепторным субстратом и генерацией рецепторного (генераторного) потенциала.
 64. Фоторецепция. Молекулярная организация фоторецепторной мембраны. Ранние и поздние рецепторные потенциалы.
 65. Современные представления о механизмах механорецепции; генераторный потенциал. Электрорецепция.
 66. Хеморецепция. Обоняние. Восприятие запахов: пороги, классификация запахов.
 67. Структурная организация и функционирование фотосинтетических мембран.
 68. Организация и функционирование фотореакционных центров. Проблемы первичного акта фотосинтеза.
 69. Кинетика и физические механизмы переноса электрона в электрон-

- транспортных цепях при фотосинтезе.
70. Механизмы сопряжения окислительно- восстановительных реакций с трансмембранным переносом протона.
 71. Механизмы фотоингибирования.
 72. Основные типы фоторегуляторных реакций растительных и микробных организмов
 73. Спектры действия, природа фоторецепторных систем, механизмы первичных фотореакций.
 74. Фитохром - универсальная фоторецепторная система регуляции метаболизма растений.
 75. Фотохимические реакции в белках, липидах и нуклеиновых кислотах.
 76. Фотосенсибилизированные и двухквантовые реакции при повреждении ДНК.
 77. Эффекты фоторепарации и фотозащиты.
 78. Общая физическая характеристика ионизирующих и неионизирующих излучений.
 79. Гамма- и рентгеновские лучи. Ультрафиолетовое и видимое излучения.
 80. Инфракрасное излучение, инфракрасная спектроскопия. Радиочастоты: СВЧ, УВЧ, ВЧ НЧ.
 81. Микроволновая спектроскопия, спектроскопия ЭПР, ЯМР, диэлектрическая спектроскопия
 82. Естественный радиационный фон и уровень радона в среде.
 83. ЭМИ и ЭМП космических и земных источников. Магнитные поля Солнца, звезд, галактик
 84. Специфика первичных (физических) механизмов действия различных видов излучений на молекулы.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Основная литература

1. Рубин А.Б. Биофизика. Том 1. Теоретическая биофизика [Электронный ресурс] : учебник / А.Б. Рубин. - Электрон. текстовые данные. - М. : Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 2004. - 448 с. - 5-211-06110-1. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13075.html> (дата обращения 05.02.2018)
2. Биофизика [Электронный ресурс] : учебник для вузов / В.Г. Артюхов [и др.]. - Электрон. текстовые данные. — Москва, Екатеринбург: Академический Проект, Деловая книга, 2016. — 295 с. — 978-5-8291-1081-9. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/60018.html> (дата обращения 05.02.2018)
3. Волькенштейн, М.В. Биофизика : учеб. пособие / Волькенштейн, Михаил Владимирович. - 3-е изд., стер. - СПб. [и др.] : Лань, 2008. - 595 с.
4. Рубин, А.Б. Биофизика : в 2 т.: учеб. для вузов . Т.1 : Теоретическая биофизика / Рубин, Андрей Борисович; Моск. гос. ун-т им. М.В.Ломоносова . - 2-е изд., испр. и доп. - М. :Книж. дом "Университет", 1999. - 448 с.
5. Рубин, А.Б. Биофизика : В 2-х Т.: Учебник для вузов. Т.2 : Биофизика клеточных процессов / Рубин, Андрей Борисович. - 2-е изд., испр. и доп. - М. :Книж. дом "Университет", 2000. - 467 с.
6. Ремизов А.Н., Максиминова А. Г., Потапенко А. Я. Медицинская и биологическая физика.- М.: Дрофа. , 2008

7. Артюхов В. Г., Ковалева Т. А., Наквасина М. А. Биофизика – Воронеж: Издательско-полиграфический центр, 2009. – 294 с.
8. Биофизика : Учеб. для вузов / В.Ф.Антонов, А.М.Черныш, В.И.Пасечник и др. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : ВЛАДОС, 2003. - 287 с.

6.2. Дополнительная литература:

1. Максимов Г.В. Биофизика возбудимой клетки [Электронный ресурс] / Г.В. Максимов. - Электрон. текстовые данные. - Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Институт компьютерных исследований, 2016. - 208 с. - 978-5-4344-0372-6. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/69341.html> (дата обращения 05.02.2018)
2. Шайтан К.В. Проблемы регуляции в биологических системах. Биофизические аспекты [Электронный ресурс] / К.В. Шайтан, А.А. Буздин, А.В. Карговский. - Электрон. текстовые данные. - Москва, Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Ижевский институт компьютерных исследований, 2007. - 480 с. - 978-5-93972-567-5. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16603.html> (дата обращения 05.02.2018)
3. Смирнова О.А. Радиация и организм млекопитающих. Модельный подход [Электронный ресурс] / О.А. Смирнова. — Электрон. текстовые данные. - Москва, Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Ижевский институт компьютерных исследований, 2006. - 224 с. - 5-93972-522-8. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16611.html> (дата обращения 05.02.2018)
4. Финкельштейн А.В. Физика белковых молекул [Электронный ресурс] / А.В. Финкельштейн. - Электрон. текстовые данные. - Москва, Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Ижевский институт компьютерных исследований, 2014. - 425 с. - 978-5-4344-0193-7. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/28921.html> (дата обращения 05.02.2018)
5. Самойлов В.О. Медицинская биофизика [Электронный ресурс] / В.О. Самойлов. - Электрон. текстовые данные. - СПб. : СпецЛит, 2013. - 564 с. - 978-5-299-00518-9. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45693.html> (дата обращения 05.02.2018)
6. Ризниченко Г.Ю. Математические модели в биофизике и экологии [Электронный ресурс] / Г.Ю. Ризниченко. - Электрон. текстовые данные. - Москва, Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Ижевский институт компьютерных исследований, 2003. - 184 с. - 5-93972-245-8. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16565.html> (дата обращения 05.02.2018)
7. Сафонова Л.П. Сборник задач по биофизике [Электронный ресурс]: учебное пособие по курсу «Биофизика» / Л.П. Сафонова, В.Б. Парашин. - Электрон. текстовые данные. - М. : Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2011. - 60 с. - 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31242.html> (дата обращения 05.02.2018)
8. Ризниченко Г.Ю. Математические модели в биофизике и экологии [Электронный ресурс] / Г.Ю. Ризниченко. - Электрон. текстовые данные. - Москва, Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Ижевский институт компьютерных исследований, 2003. - 184 с. - 5-93972-245-8. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16565.html> (дата обращения 05.06.2018)
9. Антонов В. Ф., Черныш А. М., Пасечник В. И. и др. Практикум по биофизике – М.: ВЛАДОС., 2001. – 352с.

10. Мейланов И.С. Исследование молекулярных механизмов гипотермических состояний у млекопитающих: учебное пособие для студентов 3-5 курсов (специальность «Биохимия»). / Мейланов И.С., Кличханов Н.К., Халилов Р.А., Джафарова А.М., Астаева М.Д., Саидов М.Б., Нурмагомедова П.М., Абасова М.О., Абдуллаев В.Р., Эмирбеков Э.З. – Махачкала: Изд. ДГУ -2010. – 162с.
11. Халилов Р. А., Пиняскина Е. В., Джафарова А. М., Абдурахманов Р. Г. Практикум по биофизике/ Махачкала: ИПЦ ДГУ, 2013. 189с.
12. Артюхов В. Г., Наквасина В. Г. Структурно-функциональное состояние биомембран и межклеточные взаимодействия/ Воронеж: Издательско-полиграфический центр, 2008. – 294 с.
13. Абдурахманов Р.Г., Мейланов И.С., Пиняскина Е.В., Джафарова А.М. Радиобиология: учебное пособие для студентов специальности «Биофизика» // Махачкала: Изд.ДГУ. -2010г -147с.
14. Халилов Р. А., Пиняскина Е. В., Джафарова А. М., Абдурахманов Р. Г. Молекулярная биофизика. Учебно-методическое пособие для студентов биологических факультетов/ Махачкала: Изд.ДГУ. -2014г -57с

6.3. Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. ЭБС «IPRbooks»: <http://www.iprbookshop.ru/>. Лицензионный договор № 2693/17 от 02.10.2017 г. об оказании услуг по предоставлению доступа. Доступ открыт с 02.10.2017 г. до 02.10.2018 по подписке (доступ будет продлен до конца 2019 г).
2. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» www.biblioclub.ru, договор № 55_02/16 от 30.03.2016 г. об оказании информационных услуг (доступ продлен до сентября 2019 г).
3. Доступ к электронной библиотеки на <http://elibrary.ru> основании лицензионного соглашения между ФГБОУ ВПО ДГУ и «ООО» «Научная Электронная библиотека» от 15.10.2003 (Раз в 5 лет обновляется лицензионное соглашение).
4. Национальная электронная библиотека <https://нэб.рф/>. Договор №101/НЭБ/101/НЭБ/1597 от 1.08.2017 г. Договор действует в течение 1 года с момента его подписания. доступ продлен до сентября 2019 г.
5. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/> (единое окно доступа к образовательным ресурсам).
6. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/>.
7. Российский портал «Открытого образования» <http://www.openet.edu.ru>.
8. Сайт образовательных ресурсов Даггосуниверситета <http://edu.icc.dgu.ru>.
9. Информационные ресурсы научной библиотеки Даггосуниверситета <http://elib.dgu.ru> (доступ через платформу Научной электронной библиотеки elibrary.ru).
10. Федеральный центр образовательного законодательства <http://www.lexed.ru>.
11. Электронные учебные пособия, изданные преподавателями биологического факультета ДГУ. <http://www.phys.msu.ru/rus/library>.
12. Springer. Доступ ДГУ предоставлен согласно договору № 582-13SP подписанный Министерством образования и науки предоставлен по контрак-

ту 2017-2018 г.г., подписанный ГПНТБ с организациями-победителями конкурса. <http://link.springer.com>. Доступ продлен до конца 2019 г.

13. SCOPUS: <https://www.scopus.com>. Доступ предоставлен согласно лицензионному договору № Scopus/73 от 08 августа 2017 г. подписанный Министерством образования и науки предоставлен по контракту 2017-2018 г.г., подписанный ГПНТБ с организациями-победителями конкурса. Договор действует с момента подписания по 31.12.2017 г. Доступ предоставлен до сентября 2019 г.
14. Web of Science: webofknowledge.com Доступ предоставлен согласно лицензионному договору № WoS/280 от 01 апреля 2017 г. подписанный Министерством образования и науки предоставлен по контракту 2017-2018 г.г., подписанный ГПНТБ с организациями-победителями конкурса Договор действует с момента подписания по 30.03.2017 г.
15. «Pro Quest Dissertation Theses Global» (PQDT Global). – база данных зарубежных диссертаций. Доступ продлен согласно лицензионному договору № ProQuest/73 от 01 апреля 2017 года <http://search.proquest.com/>. Договор действует с момента подписания по 31.12.2018 г.
16. American Chemical Society. Доступ продлен на основании лицензионного договора №ACS/73 от 09.01.2017 г. pubs.acs.org Договор действует с момента подписания по 31.12.2018 г.
17. Консультант студента <http://www.studmedlib.r>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Кафедра биохимии и биофизики, обеспечивающая реализацию образовательной программы, располагает материально-технической базой и аудиторным фондом, обеспечивающим проведение лекций, лабораторных работ, семинаров и иных видов учебной и научно-исследовательской работы аспирантов, предусмотренных учебным планом и соответствующих действующим санитарно-техническим нормам.

На лекционных и практических занятиях используются методические разработки, практикумы, наглядные пособия, тесты, компьютерные программы, а также компьютеры (для обучения и проведения тестового контроля), наборы слайдов и таблиц по темам, оборудование лабораторий кафедры, в том числе лаборатории по молекулярной биологии, а также результаты научных исследований кафедры (монографии, учебные и методические пособия и т.д.).

Перечень необходимых технических средств обучения и способы их применения:

- компьютерное и мультимедийное оборудование, которое используется в ходе изложения лекционного материала;
- пакеты прикладных обучающих и контролирующих программ («Origin», «Statistica», «ChemWin» и др.), используемые в ходе текущей работы, а также для промежуточного контроля, используемых в ходе текущей работы, а также для промежуточного и итогового контроля;
- электронная библиотека курса и Интернет-ресурсы – для самостоятельной работы.

8. Образовательные технологии

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки реализация компетентного подхода дисциплина предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (компьютерных симуляций, разбор конкретных ситуаций, лекция-беседа, лекция-дискуссия, лекция-консультация, проблемная лекция, лекция-визуализация) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся. В рамках учебных курсов предусмотрены мастер-классы экспертов и специалистов.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, составляет не менее 16 часов.