

**Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Московский физико-технический институт
(национальный исследовательский университет)»**

УТВЕРЖДЕНО

**Директор физтех-школы
биологической и медицинской
физики**

Д.В. Кузьмин

Рабочая программа дисциплины (модуля)

по дисциплине:	Перспективные направления физико-химической биологии и биотехнологии
по направлению:	Прикладные математика и физика
профиль подготовки:	Биоинженерия и биоинформатика Физтех-школа Биологической и Медицинской Физики кафедра физико-химической биологии и биотехнологии
курс:	1
квалификация:	магистр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 2 (весенний) - Дифференцированный зачет

Аудиторных часов: 30 всего, в том числе:

лекции: 0 час.

семинары: 30 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 60 час.

Всего часов: 90, всего зач. ед.: 2

Программу составил: Т.В. Овчинникова, д-р хим. наук, профессор

Программа обсуждена на заседании кафедры физико-химической биологии и биотехнологии 04.06.2020

Аннотация

Физико-химическая биология - это одно из фундаментальных направлений биологии, представляющее собой союз биохимии, биофизики, молекулярной биологии и биотехнологии, призванное изучить принципы функционирования живых систем, их конструирования и применения. Генетическая, белковая, клеточная инженерия и инженерная энзимология - это главные области и методы физико-химической биологии, которые определяют результативность новейшей биотехнологии и в целом прогресса в области медицины и биологии. Особенность физико-химической биологии - широкое использование экспериментальных методов, сочетающих строгие физико-химические методы анализа с традиционными биологическими подходами. Данная дисциплина знакомит с основными направлениями современно физико-химической биологии, дает представление о новых биотехнологических методах изучения проблем белковых структур, их конструирования и селекции в сочетании с фундаментальными знаниями протеомики. Дисциплина знакомит с проблемой старения и маркерами, а также современными методами изучения процессов старения. В программе курса освещается ряд тем: третичная структура белка и доменная организация белков; современные медицинские технологии и эволюция человека; проблемы технологий долголетия; вторичной структуре белка; молекулярная селекция и направленная эволюция в биотехнологии; биотехнологии и биологическая эволюция; функции белка. В результате курса студент освоит базовые закономерности между структурой и функцией различных биологически активных соединений, в особенности белков, научится оперировать данными знаниями в применении к различным современным проблемам физико-химической биологии и биотехнологии.

1. Цели и задачи

Цель дисциплины

- дать студентам наиболее важные представления об актуальных вызовах в области физико-химической биологии и биотехнологии.

Задачи дисциплины

- формирование базовых знаний о закономерностях взаимосвязи между структурой и функцией белков, пептидов, нуклеиновых кислот, углеводов, липидов и других биологически активных соединений;
- формирование у студентов основных навыков презентации научной работы перед экспертной аудиторией.

2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-2 Имеет представление об актуальных проблемах науки и техники в области своей профессиональной деятельности, способен на научном языке формулировать профессиональные задачи	ОПК-2.1 Имеет представление о современном состоянии исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности
	ОПК-2.2 Способен оценивать актуальность исследований в области своей профессиональной деятельности и их практическую значимость
	ОПК-2.3 Владеет профессиональной терминологией, используемой в современной научно-технической литературе, обладает навыками устного и письменного изложения результатов научной деятельности в рамках профессиональной коммуникации

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- актуальные задачи, стоящие перед физико-химической биологией и биотехнологией;
- основные приемы подачи научной информации;
- основные понятия физико-химической биологии и биотехнологии.

уметь:

- грамотно презентовать результаты научной деятельности перед аудиторией;
- оформлять научную работу в виде презентации, стендового сообщения или реферата.

владеть:

- навыками презентации научных данных перед аудиторией экспертов в данной области;
- навыками быстрого усвоения информации из научного доклада.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкости по видам учебных занятий

№	Тема (раздел) дисциплины	Трудоемкость по видам учебных занятий, включая самостоятельную работу, час.			
		Лекции	Семинары	Лаборат. работы	Самост. работа
1	Биотехнологии и биологическая эволюция		6		14
2	Молекулярная селекция и направленная эволюция в биотехнологии		4		16
3	От вторичной к третичной структуре белка		4		15
4	От пространственной структуры белка к его функциям		4		
5	Проблемы технологий долголетия		4		
6	Современные медицинские технологии и эволюция человека		4		15
7	Третичная структура белка и доменная организация белков		4		
Итого часов			30		60
Подготовка к экзамену		0 час.			
Общая трудоёмкость		90 час., 2 зач.ед.			

4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

Семестр: 2 (Весенний)

1. Биотехнологии и биологическая эволюция

Самопроизвольная эволюция и проблемы сохранности биотехнологически ценного материала. Стратегии направленной эволюции *in vitro*. Методы диверсификации: химическая рандомизация, случайный мутагенез, склонные к ошибкам ДНК-полимеразы, направленная рекомбинация.

2. Молекулярная селекция и направленная эволюция в биотехнологии

Методы селекции *in vitro*: Эволюция дназимов и рибозимов *in vitro*. Рациональный дизайн как дополнительный этап получения молекул с желаемыми свойствами. Использование рекомбинантных антител в медицине.

3. От вторичной к третичной структуре белка

Физико-химические основы формирования третичной структуры. Часто встречаемые типы укладки и мотивы пространственной организации белков. β -Структурные мотивы. α -Спиральные мотивы Ca^{2+} -связывающий мотив, укладка Россманна, лейцин-богатый мотив. Пространственная структура пептидов: роль дисульфидных связей, наиболее распространенные структурные типы.

4. От пространственной структуры белка к его функциям

Вторичная структура белка. Физико-химические основы формирования вторичной структуры белка; типы канонической и неканонической вторичной структуры: строение, стабилизирующие взаимодействия, частота встречаемости, способы схематического изображения; карты Рамачандрана, топологические диаграммы.

5. Проблемы технологий долголетия

Экспериментальные модели для изучения старения. Теория программируемой смерти, гипотеза фенотипа. Некоторые изученные механизмы старения: предел клеточного деления, роль активных форм кислорода. Долгоживущие мутанты. Влияние продолжительности жизни на приспособленность.

6. Современные медицинские технологии и эволюция человека

Распространенность основных генетических заболеваний. Методы детекции наследственных заболеваний. Хромосомные aberrации и выкидыши – эволюционное значение, проблемы диагностики болезни Дауна. Гаметный отбор. Значение генетического многообразия и возможное влияние новейших биомедицинских технологий на эволюцию человека.

7. Третичная структура белка и доменная организация белков

Водорастворимые глобулярные, фибриллярные и мембранные белки. Структурные классы доменов: α -спиральные, β -структурные, α/β -, $\alpha+\beta$ -домены. α -Спиральные белки: глобины, циклины, гистоны, Ca^{2+} -связывающие белки. β - и α/β - структурные белки. Четвертичная структура белка. Белковые комплексы. Аллостерия.

5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Учебная аудитория, оснащенная компьютером и мультимедийным оборудованием (проектор, звуковая система).

6. Перечень рекомендуемой литературы

Основная литература

1. Основы математической генетики [Текст] / Ю. М. Свирежев, В. П. Пасеков - М. Наука, 1982
2. Биоорганическая химия, учебник для вузов / Н. А. Тюкавкина, Ю. И. Бауков. Москва, Дрофа, 2010

Дополнительная литература

Данные книги выдаются в электронном виде лично кафедрой:

1. Л.И. Патрушев. Искусственные генетические системы. Т.1. Генная и белковая инженерия. М. Наука. 2004.
2. Ю.А. Овчинников. Биоорганическая химия. М., Просвещение, 1987.
3. A.Kessel, N. Ben-Tal. Introduction to Proteins: Structure, Function, and Motion. CRC Press, 2010.

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Для части занятий потребуется Zoom. Google Drive для доступа к материалам курса.

Приветствуется наличие во время занятий смартфонов/ноутбуков для участия в интерактивных упражнениях.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Успешное освоение курса требует:

- посещения всех выступлений, предусмотренных программой конференции;
- ведения конспекта занятий;
- активное участие в обсуждении научного доклада.

Важно добиться понимания изучаемого материала, а не механического его запоминания. При затруднении изучения отдельных тем, вопросов, следует обращаться за консультациями к преподавателю или докладчику.

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

по направлению:	Прикладные математика и физика
профиль подготовки:	Биоинженерия и биоинформатика Физтех-школа Биологической и Медицинской Физики кафедра физико-химической биологии и биотехнологии
курс:	1
квалификация:	магистр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 2 (весенний) - Дифференцированный зачет

Разработчик: Т.В. Овчинникова, д-р хим. наук, профессор

1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-2 Имеет представление об актуальных проблемах науки и техники в области своей профессиональной деятельности, способен на научном языке формулировать профессиональные задачи	ОПК-2.1 Имеет представление о современном состоянии исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности
	ОПК-2.2 Способен оценивать актуальность исследований в области своей профессиональной деятельности и их практическую значимость
	ОПК-2.3 Владеет профессиональной терминологией, используемой в современной научно-технической литературе, обладает навыками устного и письменного изложения результатов научной деятельности в рамках профессиональной коммуникации

2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Перспективные направления физико-химической биологии и биотехнологии» обучающийся должен:

знать:

- актуальные задачи, стоящие перед физико-химической биологией и биотехнологией;
- основные приемы подачи научной информации;
- основные понятия физико-химической биологии и биотехнологии.

уметь:

- грамотно презентовать результаты научной деятельности перед аудиторией;
- оформлять научную работу в виде презентации, стендового сообщения или реферата.

владеть:

- навыками презентации научных данных перед аудиторией экспертов в данной области;
- навыками быстрого усвоения информации из научного доклада.

3. Перечень типовых (примерных) вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю

Во время текущего контроля студент должен уметь ответить на следующие вопросы:

1. Примеры использования природных токсинов как молекулярных инструментов в нейробиологии
2. Токсин-подобные белки семейства LY-6/UPAR: от модуляции рецепторов центральной нервной системы до паракринной/аутокринной регуляции клеток эпителия
3. Потенциал-зависимые катионные каналы: от структуры отдельных доменов до механизмов работы и регуляции
4. Убиквитин-независимый протеолиз основного белка миелина протеасомой и его роль в норме и патологии
5. Аутофагические белки семейства ATG8 *Triticum aestivum*: идентификация и анализ структуры
6. Новая биолюминесцентная система червя *Fridericia heliota*
7. Моделирование молекулярной динамики белков оболочки флавивирусов
8. Биологически активные дисахаридные нуклеозиды. Синтез и свойства
9. Эндоканнабиноиды и эндованилоиды: как липиды защищают нас от рака
10. Взаимодействие противоопухолевых липосом несущих углеводный лиганд селективных, с эндотелиальными клетками кровеносных сосудов
11. Биомедицинские клеточные технологии: перспективы развития
12. Использование методов комбинаторной химии и биологии для создания новых биокатализаторов
13. Антимикробные пептиды как молекулярные факторы врожденного иммунитета
14. Биофизические механизмы навигации клеток
15. Применение наночастиц золота для получения антител к туберкулину, иммуноанализа микобактерий и вакцинации животных

16. Получение и свойства монооксигеназ *Mycobacterium tuberculosis*: CYP124 и CYP136
17. Надгенетические механизмы регуляции активности генов у позвоночных
18. Выделение, описание и геномный анализ новых видов магнитотактических бактерий
19. Метагеномные исследования подземной биосферы
20. Гены углеводного обмена растений: идентификация, филогения, эволюция
21. Новый модельный объект для изучения взаимодействия растений и фитопатогенных бактерий
22. Хитозан - перспективный полимер для создания систем доставки лекарств

Во время занятий могут проходить интерактивные обсуждения в чатах курса, что будет являться домашним заданием. Возможно выполнение патентного поиска в качестве самостоятельной задачи. Успешное выполнение всех заданий по курсу и выполнение контрольных срезов знаний дает преимущество на дифференцированном зачете.

4. Перечень типовых (примерных) вопросов и тем для проведения промежуточной аттестации обучающихся

1. Примеры использования природных токсинов как молекулярных инструментов в нейробиологии
2. Токсин-подобные белки семейства LY-6/UPAR: от модуляции рецепторов центральной нервной системы до паракринной/аутокринной регуляции клеток эпителия
3. Потенциал-зависимые катионные каналы: от структуры отдельных доменов до механизмов работы и регуляции
4. Убиквитин-независимый протеолиз основного белка миелина протеасомой и его роль в норме и патологии
5. Аутофагические белки семейства ATG8 *Triticum aestivum*: идентификация и анализ структуры
6. Новая биолюминесцентная система червя *Fridericia heliota*
7. Моделирование молекулярной динамики белков оболочки флавивирусов
8. Биологически активные дисахаридные нуклеозиды. Синтез и свойства
9. Эндоканнабиноиды и эндованилоиды: как липиды защищают нас от рака
10. Взаимодействие противоопухолевых липосом несущих углеводный лиганд селектинов, с эндотелиальными клетками кровеносных сосудов
11. Биомедицинские клеточные технологии: перспективы развития
12. Использование методов комбинаторной химии и биологии для создания новых биокатализаторов
13. Антимикробные пептиды как молекулярные факторы врожденного иммунитета
14. Биофизические механизмы навигации клеток
15. Применение наночастиц золота для получения антител к туберкулину, иммуноанализа микобактерий и вакцинации животных
16. Получение и свойства монооксигеназ *Mycobacterium tuberculosis*: CYP124 и CYP136
17. Надгенетические механизмы регуляции активности генов у позвоночных
18. Выделение, описание и геномный анализ новых видов магнитотактических бактерий
19. Метагеномные исследования подземной биосферы
20. Гены углеводного обмена растений: идентификация, филогения, эволюция
21. Новый модельный объект для изучения взаимодействия растений и фитопатогенных бактерий
22. Хитозан - перспективный полимер для создания систем доставки лекарств

Критерии оценивания

Оценка отлично (10 баллов) - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания темы реферата, проявляющему интерес к данной предметной области, и имеющий хорошо оформленный реферат.

Оценка отлично (9 баллов) - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания темы реферата, проявляющему интерес к данной предметной области, но имеющий незначительные недочеты в оформлении реферата.

Оценка отлично (8 баллов) - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания темы реферата, проявляющему интерес к данной предметной области, но имеющий недочеты в оформлении реферата.

Оценка хорошо (7 баллов) - выставляется студенту, если он твердо знает материал реферата, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но недостаточно грамотно обосновывает полученные результаты.

Оценка хорошо (6 баллов) - выставляется студенту, если он твердо знает материал реферата, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе некоторые неточности.

Оценка хорошо (5 баллов) - выставляется студенту, если он в основном знает материал реферата, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе достаточно большое количество неточностей.

Оценка удовлетворительно (4 балла) - выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении реферата, но при этом он освоил основные разделы темы реферата.

Оценка удовлетворительно (3 балла) - выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, допускающему ошибки в формулировках базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении реферата, слабо владеет основными понятиями реферата.

Оценка неудовлетворительно (2 балла) - выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания реферата, допускает грубые ошибки в формулировках основных принципов и не умеет обосновать полученные знания.

Оценка неудовлетворительно (1 балл) - выставляется студенту, который не знает основного содержания реферата, допускает грубейшие ошибки в формулировках базовых понятий и вообще не имеет навыков обоснования полученных знаний.

5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

При проведении устного экзамена обучающемуся предоставляется 30 минут на подготовку. Опрос обучающегося по билету на дифференцированном зачете не должен превышать одного астрономического часа.