

Федеральное агентство научных организаций
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт иммунологии и физиологии
Уральского отделения Российской академии наук
ФГБУН ИИФ УрО РАН

УТВЕРЖДАЮ

Директор, академик  В.А. Черешнев



«15» сентября 2015

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Молекулярная биофизика

Направление подготовки: 30.06.01 Фундаментальная медицина

Направленность (профиль подготовки): биофизика

Квалификация выпускника: Исследователь. Преподаватель-исследователь

Форма обучения: очная

Екатеринбург – 2015

1. Цели и задачи дисциплины:

ознакомление с основными достижениями молекулярной биофизики, формирование у аспирантов углубленных представлений о пространственной организации биомолекул, кооперативных свойствах макромолекул и типах взаимодействий в них.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП аспирантуры

Дисциплина «Молекулярная биофизика» относится к специальным дисциплинам отрасли науки и научной специальности, включенной в обязательные дисциплины образовательной составляющей ОПОП по специальности 03.01.02 – «Биофизика».

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать: основной круг задач, встречающихся в области биофизики

Уметь: определять перспективные направления научных исследований в области биофизики, состав исследовательских работ, определяющие их факторы; разрабатывать научно-методологический аппарат и программу научного исследования; отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования; работать с источниками патентной информации; использовать указатели Международной патентной классификации для определения индекса рубрики; проводить информационно-патентный поиск; осуществлять библиографические процессы поиска; формулировать научные гипотезы, актуальность и научную новизну планируемого исследования

Владеть: навыками составления плана научного исследования; навыками информационного поиска; навыками написания аннотации научного исследования

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 ак. часов. Время проведения 1,2 семестры

Таблица 1

Структура дисциплины, виды и объем учебной работы

№ п/п	Разделы дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Коды компетенций	Формы текущего контроля успеваемости и (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Л	ЛР	ПЗ (С)	СР		
1	Пространственная организация биополимеров	1	2	-	2	6	УК-1, УК-2, УК-3, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4	УО
2	Стабильность конфигурации макромолекул	1	2	-	2	6	УК-1, УК-2, УК-3, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4	УО
3	Межмолекулярные взаимодействия	1	2	-	2	6	УК-1, УК-2, УК-3, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4	УО
4	Динамические свойства глобулярных белков	1	2	-	2	6	УК-1, УК-2, УК-3, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4	УО
5	Липидные надмолекулярные системы	2	2	-	2	6	УК-1, УК-2, УК-3, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4	УО
6	Выделение и очистка биополимеров	2	2	-	-	4	УК-1, УК-2, УК-3, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4	УО
7	Физико-химические методы в биологии. Определение вязкости растворов.	2	2	-	-	6	УК-1, УК-2, УК-3, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4	УО
8	Адсорбция. Физические основы хроматографии средства.	2	2	-	-	6	УК-1, УК-2, УК-3, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4	УО
	Итого		16		10	46		зачет

ПРИМЕЧАНИЕ: КР- контрольная работа, Л – лекции, ПЗ – практические занятия, ЛР – лабораторные работы; СР – самостоятельная работа аспиранта.

5. Содержание разделов дисциплины

Таблица 2

Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела	Содержание раздела
1	Пространственная организация биополимеров	Третичная и четвертичная структура белковых молекул
2	Стабильность конфигурации макромолекул	Понятие денатурации, ренатурации
3	Межмолекулярные взаимодействия	Ионные, координационные, гидрофобные, водородные связи
4	Динамические свойства глобулярных белков	Конформации белковых молекул
5	Липидные надмолекулярные системы	Мембраны
6	Выделение и очистка биополимеров	Электрофорез. Жидкостная хроматография
7	Физико-химические методы в биологии. Определение вязкости растворов.	Круговой дихроизм, дифференциальная сканирующая калориметрия
8	Адсорбция. Физические основы хроматографии средства.	Сорбаты и сорбенты. Механизм удерживания

6. Перечень лекций, семинарских, практических занятий, лабораторных и самостоятельных работ

Таблица 3

Перечень занятий и формы контроля

№ п/п	Наименование раздела	Вид занятия	Тема занятия (самостоятельной работы)	Форма текущего и промежуточного контроля
1	Пространственная организация биополимеров	Л	Третичная структура белковых молекул	КЛ
		С	Четвертичная структура белковых молекул	ГД
		СР	Определение четвертичной структуры белка	Р
2	Стабильность конфигурации макромолекул	Л	Денатурация белка	КЛ
		С	Ренатурация белка	ГД
		СР	Механизмы стабилизации макромолекул	Р
3	Межмолекулярные взаимодействия	Л	Ионные связи	КЛ
		С	Водородные связи	ГД
		СР	Координационные и гидрофобные связи	Р

4	Динамические свойства глобулярных белков	Л	Динамика белков	КЛ
		С	Физические модели динамической подвижности белков	ГД
		СР	Физические модели динамической подвижности белков	Р
5	Липидные надмолекулярные системы	Л	Строение и функции биомембран	КЛ
		С	Методы анализа структуры биомембран	ГД
		СР	Физическое строение биомембран	Р
6	Выделение и очистка биополимеров	Л	Электрофорез	УО
		СР	Жидкостная хроматография	ГД
7	Физико-химические методы в биологии. Определение вязкости растворов.	Л	Круговой дихроизм	УО
		СР	Дифференциальная сканирующая калориметрия	ГД
8	Адсорбция. Физические основы хроматографии средства.	Л	Сорбаты и сорбенты	УО
		СР	Механизм удерживания	ГД
Итоговый контроль				зачет

ПРИМЕЧАНИЕ: Виды занятий: Л – лекции, С – семинары, П – практические занятия, ЛЗ - лабораторные занятия, СР – самостоятельная работа.

Формы текущего контроля: УО - устный опрос (собеседование), Р - реферат, П - проект, Д - доклад, КЛ - конспект лекции, ГД - групповая дискуссия, ОСР – оценка сопоставимости результатов, РИ – результат исследования (контроль качества и статистическая обработка) и др.

7. Информационные ресурсы

Таблица 4

Карта обеспечения учебно-методической литературой

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной и учебно-методической литературы	Количество экземпляров
Основная литература		
1	<u>Бэгшоу К.</u> Мышечное сокращение. Издательство: М.: Мир; 128 страниц; 1985 г. http://www.ozon.ru/context/detail/id/33505868/	1
2	Рубин А.Б. Биофизика: В 2 томах. http://studentam.net/content/view/843/113/	1
3	Основы физики и биофизики / под ред. А. И. Журавлева. – М.: Мир, 2005. – 383 с.	1
4	Джаксон М.Б. Молекулярная и клеточная биофизика / под ред. А. П. Савицкого, А. И. Журавлева. – М.: Мир: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. – 551 с.	1
5	Антонов В.Ф. Физика и биофизика / В.Ф. Антонов, А.В. Коржуев. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2006. – 236 с.	1
Дополнительная литература		

1	Huxley A.F., Niedergerke R. Structural changes in muscle during contraction; interference microscopy of living muscle fibres. Nature . 1954 173(4412):971-3.	1
2	Huxley H.E., Hanson J. Changes in the cross-striations of muscle during contraction and stretch and their structural interpretation. 1954 173(4412):973-6.	1
3	Huxley, A. F., and R. M. Simmons. 1971. Proposed mechanism of force generation in muscle. <i>Nature</i> . 233:533-8.	1
4	Huxley H. E. & W. Brown. 1967. The low-angle x-ray diagram of vertebrate striated muscle and its behavior during contraction and rigor. <i>J Mol Biol</i> 30, 383-434.	1
5	Lymn R.W. and E.W. Taylor. 1971. Mechanism of adenosine triphosphate hydrolysis by actomyosin. <i>Biochemistry</i> 10, 4617-24.	1
6	Holmes, K. C. 1997. The swinging lever arm hypothesis of muscle contraction. <i>Curr. Biol</i> . 7:112–8.	1
7	Bershitsky, S. Y., A. K. Tsaturyan, O. N. Bershetskaya, G. I. Machanov, P. Brown, R. Burns, and M. A. Ferenczi. 1997. Muscle force is generated by myosin heads stereospecifically attached to actin. <i>Nature</i> . 388:186–90.	1
8	Ferenczi, M. A., S. Y. Bershitsky, N. Koubassova, V. Siththanandan, W. I. Helsby, P. Panine, M. Roessle, T. Narayanan, and A. K. Tsaturyan. 2005. The “roll and lock” mechanism of force generation in muscle. <i>Structure</i> . 13:131–41.	1
9	Bershitsky, S. Y., and A. K. Tsaturyan. 2002. The elementary force generation process probed by temperature and length perturbations in muscle fibres from the rabbit. <i>J. Physiol</i> . 540:971–88.	1

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Таблица 5

Перечень печатных, технических и электронных средств обучения

№ п/п	Наименование	Вид	Форма доступа
1	Мультимедийные презентации лекций, семинаров	электронный	Лаборатория биологической подвижности, online-доступ
2	Web-ресурсы: http://www.mrc-lmb.cam.ac.uk/myosin/ http://www.med.upenn.edu/pmi/ Научная электронная библиотека eLibrary (http://www.elibrary.ru) Ресурс научных статей Pubmed (http://www.ncbi.nlm.nih.gov)	электронный	online-доступ

8. Материально-техническое обеспечение

Таблица 6

Обеспеченность помещениями для аудиторных занятий и мультимедийного оборудования

№ п/п	Наименование дисциплины	Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий и пр. с перечнем основного оборудования	Форма владения, пользования (собственность, оперативное управление, аренда и т.п.)
1	Биофизика сократительных систем	ФГБУН Институт иммунологии и физиологии УрО РАН Актальный зал (к. 335), Мультимедийное оборудование (проектор, компьютер) ФГБУН Институт иммунологии и физиологии УрО РАН Лаборатория биологической подвижности (к. 119),	Собственность ИИФ

Таблица 7

Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

№ п/п	Наименование раздела	Содержание самостоятельной работы	Учебно-методическое обеспечение
1	Пространственная организация биополимеров	Анализ реферативных журналов и электронных источников с учетом содержания раздела дисциплины	Рубин А.Б. Биофизика: В 2 томах. http://studentam.net/content/view/843/113/ Джаксон М.Б. Молекулярная и клеточная биофизика / под ред. А. П. Савицкого, А. И. Журавлева. – М.: Мир: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. – 551 с.
2	Стабильность конфигурации макромолекул	Анализ реферативных журналов и электронных источников с учетом содержания раздела дисциплины	Рубин А.Б. Биофизика: В 2 томах. http://studentam.net/content/view/843/113/ Джаксон М.Б. Молекулярная и клеточная биофизика / под ред. А. П. Савицкого, А. И. Журавлева. – М.: Мир: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. – 551 с.
3	Межмолекулярные взаимодействия	Анализ реферативных журналов и электронных источников	Рубин А.Б. Биофизика: В 2 томах. http://studentam.net/content/view/843/113/ Джаксон М.Б. Молекулярная и клеточная биофизика / под ред. А. П. Савицкого, А. И. Журавлева. – М.: Мир: БИНОМ.

		учетом содержания раздела дисциплины	Лаборатория знаний, 2009. – 551 с.
4	Динамические свойства глобулярных белков	Анализ реферативных журналов и электронных источников с учетом содержания раздела дисциплины	Рубин А.Б. Биофизика: В 2 томах. http://studentam.net/content/view/843/113/ Джаксон М.Б. Молекулярная и клеточная биофизика / под ред. А. П. Савицкого, А. И. Журавлева. – М.: Мир: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. – 551 с.
5	Липидные надмолекулярные системы	Анализ реферативных журналов и электронных источников с учетом содержания раздела дисциплины	Рубин А.Б. Биофизика: В 2 томах. http://studentam.net/content/view/843/113/ Джаксон М.Б. Молекулярная и клеточная биофизика / под ред. А. П. Савицкого, А. И. Журавлева. – М.: Мир: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. – 551 с.
6	Выделение и очистка биополимеров	Анализ реферативных журналов и электронных источников с учетом содержания раздела дисциплины	Рубин А.Б. Биофизика: В 2 томах. http://studentam.net/content/view/843/113/ Джаксон М.Б. Молекулярная и клеточная биофизика / под ред. А. П. Савицкого, А. И. Журавлева. – М.: Мир: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. – 551 с.
7	Физико-химические методы в биологии. Определение вязкости растворов.	Анализ реферативных журналов и электронных источников с учетом содержания раздела дисциплины	Рубин А.Б. Биофизика: В 2 томах. http://studentam.net/content/view/843/113/ Джаксон М.Б. Молекулярная и клеточная биофизика / под ред. А. П. Савицкого, А. И. Журавлева. – М.: Мир: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. – 551 с.
8	Адсорбция. Физические основы хроматографии средства.	Анализ реферативных журналов и электронных источников с учетом содержания раздела дисциплины	Рубин А.Б. Биофизика: В 2 томах. http://studentam.net/content/view/843/113/ Джаксон М.Б. Молекулярная и клеточная биофизика / под ред. А. П. Савицкого, А. И. Журавлева. – М.: Мир: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. – 551 с.

9. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Оценочные средства:

- для текущего контроля – собеседование
- для промежуточной аттестации – собеседование

По итогам обучения проводится зачет

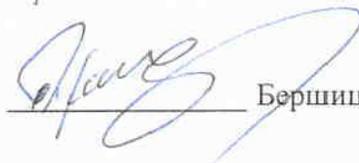
Примерный перечень вопросов:

1. Макромолекула как основа организации биоструктур. Пространственная структура макромолекул белков и нуклеиновых кислот.
2. Типы объемных взаимодействий в белковых макромолекулах. Водородные связи; силы Ван-дер-Ваальса; электростатические взаимодействия; поворотная изомерия и энергия внутреннего вращения. Расчет общей конформации энергии биополимеров.
3. Статистический характер конформации биополимеров.
4. Количественная структурная теория белка.
5. Условия стабильности конфигурации макромолекул.
6. Фазовые переходы. Переходы глобула-клубок.
7. Кооперативные свойства макромолекул.
8. Факторы стабилизации макромолекул, надмолекулярных структур и биомембран.
9. Ионизация молекул. Поверхностный заряд молекул, клеток и тканей.
10. Метод электрофоретического разделения молекул и клеток и его применение в клиническом лабораторном анализе.
11. Взаимодействие макромолекул с растворителем. Состояние воды и гидрофобные взаимодействия в биоструктурах.
12. Межмолекулярные взаимодействия. Примеры нековалентного взаимодействия между молекулами; белки, связывающие ионы металлов.
13. Гемоглобин как переносчик кислорода.
14. Альбумин крови как переносчик жирных кислот и токсических метаболитов.
15. Адсорбция. Физические основы хроматографии средства.
16. Структурные и энергетические факторы, определяющие динамическую подвижность белков.
17. 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.
18. Карты уровней свободной энергии пептидов.
19. Типы движения в белках.
20. Связь характеристик конформационной подвижности белков с их функциональными свойствами.

21. Динамика электронно-конформационных переходов.
22. Роль воды в динамике белков.
23. Роль конформационной подвижности в формировании ферментов и транспортных белков.
24. Физико-химические свойства липидов, участвующих в формировании липопротеинов и биомембран.
25. Свойства фосфолипидных монослоев; влияние на эти свойства жирнокислотного состава фосфолипидов, холестерина, температуры и ионной силы среды.
26. Модельные бислойные липидные мембраны: липосомы и плоские бимолекулярные липидные мембраны.
27. Методы изучения физических свойств и состояния липидов в бислое: рассеяние рентгеновских лучей, ЯМР, методы спиновых и флуоресцентных зондов, дифференциальная сканирующая микрокалориметрия, лазерная спектроскопия комбинационного рассеяния.
28. Фазовые переходы в фосфолипидном бислое.
29. Зависимость температуры фазового перехода от химической структуры цепей жирных кислот и характеристических групп фосфолипидов, от содержания холестерина.
30. Разделение фаз. Латеральная и трансмембранная диффузия молекул в липидных бислоях.
31. Комплексы белков с липидами.
32. Виды липопротеинов крови; физическая структура частицы; молекулы, образующие гидрофобное ядро и полярную оболочку.
33. Роль липопротеинов в переносе липидов, развитии атеросклероза и сердечно-сосудистых заболеваний.
34. Биологические мембраны. Современные представления о структуре мембран.
35. Липидный бислой, интегральные и периферические белки.
36. Участие цитоскелета в формировании пространственной структуры мембран.
37. Вращательная и трансляционная подвижность фосфолипидов, флип-флоп переходы в биомембранах.
38. Подвижность мембранных белков.
39. Особенности строения различных биомембран, связь их структурной организации с выполняемой функцией.

*Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению
30.06.01 Фундаментальная медицина*

Автор, д.б.н.


Бершицкий С.Ю.

*Программа заслушана и утверждена на заседании Ученого совета ИИФ УрО РАН
«25» сентября 2015 г., протокол № 7*

Ученый секретарь Ученого совета

ИИФ УрО РАН

К.ф.-м.н.


Р.М. Кобелева