

**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:	Молекулярная биология гена
по направлению:	Биотехнология
профиль подготовки:	Биотехнология
	Физтех-школа Биологической и Медицинской Физики
	кафедра молекулярной и клеточной биологии
курс:	4
квалификация:	бакалавр

Семестры, формы промежуточной аттестации:

7 (осенний) - Дифференцированный зачет

8 (весенний) - Экзамен

Аудиторных часов: 60 всего, в том числе:

лекции: 45 час.

семинары: 15 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 90 час.

Подготовка к экзамену: 30 час.

Всего часов: 180, всего зач. ед.: 4

Программу составил: О.Л. Поляновский, д-р биол. наук, профессор

Программа обсуждена на заседании кафедры молекулярной и клеточной биологии 02.04.2020

Аннотация

Целью данной дисциплины является освоение студентами фундаментальных знаний в области молекулярной биологии: строения и функционирования генов эукариот и прокариот, процессов репликации ДНК, рекомбинации, транскрипции и пост-транскрипционных процессов, их взаимосвязи и регуляции. Студент после освоения курса будет понимать фундаментальные основы функционирования генетического аппарата клетки, современные уровень знаний и проблемы молекулярной биологии и генетики, возможности приложения полученных знаний в медицине, фармакологии, биотехнологии и других смежных областях.

1. Цели и задачи

Цель дисциплины

освоение студентами фундаментальных знаний в области молекулярной биологии: строения и функционирования генов эукариот и прокариот, процессов репликации ДНК, рекомбинации, транскрипции и пост-транскрипционных процессов, их взаимосвязи и регуляции.

Задачи дисциплины

- создание основ знаний в области молекулярной биологии;
- создание четкого представления о том, что молекулярная биология является основой для исследований в области биологии клетки, биомедицине и биотехнологии;
- формирование фундаментальных основ, необходимых для повышения творческого и исследовательского потенциала студентов.

2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 Анализирует задачу, выделяя этапы ее решения, действия по решению задачи
	УК-1.2 Находит, критически анализирует и выбирает информацию, необходимую для решения поставленной задачи
	УК-1.3 Рассматривает различные варианты решения задачи, оценивает их преимущества и недостатки
	УК-1.4 Грамотно, логично, аргументированно формирует собственные суждения и оценки
	УК-1.5 Определяет и оценивает практические последствия возможных вариантов решения задачи
УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.1 Формулирует совокупность взаимосвязанных задач в рамках поставленной цели работы, обеспечивающих ее достижение. Определяет ожидаемые результаты решения поставленных задач
	УК-2.2 Проектирует решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений
ОПК-1 Способен изучать, анализировать, использовать биологические объекты и процессы, основываясь на математических, физических, химических, биологических законах, закономерностях и взаимосвязях	ОПК-1.1 Способен анализировать поставленную задачу, намечать пути ее решения
	ОПК-1.2 Способен строить математические модели, производить количественные расчеты и оценки
	ОПК-1.3 Способен определять границы применимости полученных результатов

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны знать:

- ☐ фундаментальные основы функционирования генетического аппарата клетки;
- ☐ современный уровень знаний и проблемы молекулярной биологии и генетики;
- ☐ возможности приложения полученных знаний в медицине, фармакологии, биотехнологии и других смежных областях.

уметь:

- ☐ формулировать и ставить задачу исследования и её поэтапного выполнения;
- ☐ владеть техникой поиска и анализа информации, находимой в Интернете;
- ☐ представлять полученные результаты исследований в устной и наглядной форме;
- ☐ делать правильные выводы из сопоставления результатов теории и эксперимента;
- ☐ пользоваться своими знаниями для решения фундаментальных и прикладных задач и технологических задач.

владеть:

- ☐ навыками освоения большого объема информации;
- ☐ навыками самостоятельной работы в лаборатории и Интернете;
- ☐ культурой постановки и моделирования в молекулярной биологии;
- ☐ навыками грамотной обработки результатов опыта и сопоставления с теоретическими данными;
- ☐ практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач.

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	ДНК–носитель генетической информации. Гены и геномы.	2			9
2	Механизмы регуляции экспрессии генов и генетического аппарата как целого.	5			9
3	Основные типы повреждений ДНК. Репарация ДНК.	3			9
4	Пост-транскрипционные процессы.	5			9
5	Рекомбинация ДНК.	5			8
6	Репликация ДНК.	5			8
7	Транскрипция ДНК.	5			8
8	Упаковка ДНК в ядре.	2	2		4
9	ДНК–носитель генетической информации. Гены и геномы.	2	2		4
10	Механизмы регуляции экспрессии генов и генетического аппарата как целого.	2	2		4
11	Основные типы повреждений ДНК.	3	2		5
12	Пост-транскрипционные процессы.	2	2		4
13	Рекомбинация ДНК.	2	2		4
14	Транскрипция ДНК.	2	3		5
Итого часов		45	15		90
Подготовка к экзамену		30 час.			
Общая трудоёмкость		180 час., 4 зач.ед.			

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

Семестр: 7 (Осенний)

1. ДНК–носитель генетической информации. Гены и геномы.

ДНК – носитель генетической информации. Строение двойной спирали ДНК. Гены и геномы. Упаковка ДНК в ядре. Гистоны и гены гистонов. Нуклеосомы. Уровни организации хроматина.

2. Механизмы регуляции экспрессии генов и генетического аппарата как целого.

Механизмы, обеспечивающие регуляцию функционирования отдельных генов и генетического аппарата как целого.

3. Основные типы повреждений ДНК. Репарация ДНК.

Основные типы повреждений ДНК. Процессы репарации и многофункциональные белковые комплексы, участвующие в репарации ДНК.

4. Пост-транскрипционные процессы.

Пост-транскрипционные процессы. «Созревание» про-мРНК. Сплайсинг (вырезание интронов), альтернативный сплайсинг, его роль в увеличении многообразия белков с различными функциями. Опровержение догмы «один ген – один белок». Регуляторные механизмы и белки, обеспечивающие сплайсинг.

5. Рекомбинация ДНК.

Рекомбинация ДНК. Роль рекомбинации в жизни клетки. Гомологическая (общая) рекомбинация. Сайт-специфическая рекомбинация. Транспозоны. Гены иммуноглобулинов и Т-клеточных рецепторов.

6. Репликация ДНК.

Репликация ДНК. Инициация репликации, репликационная вилка. Особенности процесса репликации на различных цепях ДНК. Типы и функции ДНК полимераз у эукариот. Репликационный комплекс. Ферменты и белки, участвующие в репликации. Исправление ошибок.

7. Транскрипция ДНК.

Транскрипция ДНК. Понятие оперона. Прерывистое строение генов эукариот (экзоны и интроны). Цис-элементы, участвующие в регуляции транскрипции: промоторы, энхансеры, сайленсеры, инсуляторы. Факторы транскрипции, их структурная и функциональная классификация. Медиаторный комплекс. Его роль в координации функций цис- и транс-элементов. Инициация, элонгация и терминация транскрипции.

Семестр: 8 (Весенний)

8. Упаковка ДНК в ядре.

Гистоны и гены гистонов. Нуклеосомы. Уровни организации хроматина.

9. ДНК–носитель генетической информации. Гены и геномы.

Строение двойной спирали ДНК. Гены и геномы. Упаковка ДНК в ядре. Гистоны и гены гистонов. Нуклеосомы. Уровни организации хроматина.

10. Механизмы регуляции экспрессии генов и генетического аппарата как целого.

Механизмы, обеспечивающие регуляцию функционирования отдельных генов и генетического аппарата как целого.

11. Основные типы повреждений ДНК.

Репарация ДНК. Процессы репарации и многофункциональные белковые комплексы, участвующие в репарации ДНК.

12. Пост-транскрипционные процессы.

«Созревание» про-мРНК. Сплайсинг (вырезание интронов), альтернативный сплайсинг, его роль в увеличении многообразия белков с различными функциями. Опровержение догмы «один ген – один белок». Регуляторные механизмы и белки, обеспечивающие сплайсинг.

13. Рекомбинация ДНК.

Роль рекомбинации в жизни клетки. Гомологическая (общая) рекомбинация. Сайт-специфическая рекомбинация. Транспозоны. Гены иммуноглобулинов и Т-клеточных рецепторов.

14. Транскрипция ДНК.

Прерывистое строение генов эукариот (экзоны и интроны). Цис-элементы, участвующие в регуляции транскрипции: промоторы, энхансеры, сайленсеры, инсуляторы. Факторы транскрипции, их структурная и функциональная классификация. Медиаторный комплекс. Его роль в координации функций цис- и транс-элементов. Инициация, элонгация и терминация транскрипции.

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

Предоставляется на кафедре:

1. Б. Льюин. Гены. 9-ое издание. Перевод с англ. Изд. Бином. Лаборатория Знаний. Москва. 2012.
2. Molecular Biology of the Cell. 5th Edition. B. Alberts, et al. Ed. Garland Sc., USA (имеется электронная версия). 2008.
3. Брюс Альбертс, и др., Молекулярная биология клетки в 3-х том., ин-т компьютерных исследований.

Дополнительная литература

Предоставляется на кафедре:

1. Molecular Biology of the Gene. 5th Edition. J. D. Watson et al. Ed. CSHL Press. USA (имеется электронная версия). 2004.

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

1. Научные журналы (Молекулярная биология, Биохимия, Acta Naturae, и др.), доступные через Internet научные журналы: <http://scitation.aip.org/>, <http://www.sciencemag.org>.

2. Доступные через Internet базы данных и биоинформатические программы: Pubmed – NCBI, OMIM – NCBI, UCSC Genome Browser и др.

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)

Студент, изучающий дисциплину, должен с одной стороны, овладеть общим понятийным аппаратом, а с другой стороны, должен научиться применять теоретические знания на практике. В результате изучения дисциплины студент должен знать основные определения дисциплины, уметь применять полученные знания для решения различных задач.

Успешное освоение курса требует:

- посещения всех занятий, предусмотренных учебным планом по дисциплине;
- ведения конспекта занятий;
- напряжённой самостоятельной работы студента.

Самостоятельная работа включает в себя:

- чтение рекомендованной литературы;
- проработку учебного материала, подготовку ответов на вопросы, предназначенных для самостоятельного изучения;
- решение задач, предлагаемых студентам на занятиях;
- подготовку к выполнению заданий текущей и промежуточной аттестации.

Показателем владения материалом служит умение без конспекта отвечать на вопросы по темам дисциплины.

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

Возможен промежуточный контроль знаний студентов в виде решения задач в соответствии с тематикой занятий.

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

по направлению:	Биотехнология
профиль подготовки:	Биотехнология Физтех-школа Биологической и Медицинской Физики кафедра молекулярной и клеточной биологии
курс:	4
квалификация:	бакалавр

Семестры, формы промежуточной аттестации:

7 (осенний) - Дифференцированный зачет

8 (весенний) - Экзамен

Разработчик: О.Л. Поляновский, д-р биол. наук, профессор

1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 Анализирует задачу, выделяя этапы ее решения, действия по решению задачи
	УК-1.2 Находит, критически анализирует и выбирает информацию, необходимую для решения поставленной задачи
	УК-1.3 Рассматривает различные варианты решения задачи, оценивает их преимущества и недостатки
	УК-1.4 Грамотно, логично, аргументированно формирует собственные суждения и оценки
	УК-1.5 Определяет и оценивает практические последствия возможных вариантов решения задачи
УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.1 Формулирует совокупность взаимосвязанных задач в рамках поставленной цели работы, обеспечивающих ее достижение. Определяет ожидаемые результаты решения поставленных задач
	УК-2.2 Проектирует решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений
ОПК-1 Способен изучать, анализировать, использовать биологические объекты и процессы, основываясь на математических, физических, химических, биологических законах, закономерностях и взаимосвязях	ОПК-1.1 Способен анализировать поставленную задачу, намечать пути ее решения
	ОПК-1.2 Способен строить математические модели, производить количественные расчеты и оценки
	ОПК-1.3 Способен определять границы применимости полученных результатов

2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Молекулярная биология гена» обучающийся должен:

знать:

- ☐ фундаментальные основы функционирования генетического аппарата клетки;
- ☐ современный уровень знаний и проблемы молекулярной биологии и генетики;
- ☐ возможности приложения полученных знаний в медицине, фармакологии, биотехнологии и других смежных областях.

уметь:

- ☐ формулировать и ставить задачу исследования и её поэтапного выполнения;
- ☐ владеть техникой поиска и анализа информации, находимой в Интернете;
- ☐ представлять полученные результаты исследований в устной и наглядной форме;
- ☐ делать правильные выводы из сопоставления результатов теории и эксперимента;
- ☐ пользоваться своими знаниями для решения фундаментальных и прикладных задач и технологических задач.

владеть:

- ☐ навыками освоения большого объема информации;
- ☐ навыками самостоятельной работы в лаборатории и Интернете;
- ☐ культурой постановки и моделирования в молекулярной биологии;
- ☐ навыками грамотной обработки результатов опыта и сопоставления с теоретическими данными;
- ☐ практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач.

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

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

1. Макромолекулярная структура ДНК.

2. Транскрипция, репликация и трансляция
3. Транспорт мРНК в цитоплазму.
4. Транспозоны. РНК-интерференция.
5. Ретротранспозоны и ретровирусы. Сходство и различия.
6. Сплайсинг РНК. Альтернативный сплайсинг.
7. Гены эукариот: строение, регуляторные элементы.
8. Гистоны
9. Нуклеосомы и их строение
10. Уровни организации хроматина. Эухроматин и гетерохроматин
11. РНК-полимераза II

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 экзамене и дифференцированном зачете.

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

Примеры вопросов:

1. Макромолекулярная структура ДНК.
2. Транскрипция, репликация и трансляция
3. Транспорт мРНК в цитоплазму.
4. Транспозоны. РНК-интерференция.
5. Ретротранспозоны и ретровирусы. Сходство и различия.
6. Сплайсинг РНК. Альтернативный сплайсинг.
7. Гены эукариот: строение, регуляторные элементы.
8. Гистоны
9. Нуклеосомы и их строение
10. Уровни организации хроматина. Эухроматин и гетерохроматин
11. РНК-полимераза II

Примеры билетов:

Билет №1

1. Макромолекулярная структура ДНК. Особенности строения геномов про- и эукариот. Кепирование и терминация транскрипции.
2. Транспорт мРНК в цитоплазму.

Билет №2

1. Повторяющиеся элементы генома, транспозоны. РНК-интерференция.
2. Ретротранспозоны и ретровирусы. Сходство и различия.

Билет №3

1. Сплайсинг РНК. Альтернативный сплайсинг.
2. Гены эукариот: строение, регуляторные элементы.

Билет №4

1. Репликация ДНК. Механизм репликации на лидирующей и отстающей цепях ДНК.
2. Строение нуклеосом, гистоны. Модификации гистонов, «гистоновый код».

Билет №5

1. Белки и ферменты, участвующие в репликации.
2. Уровни организации хроматина. Эухроматин и гетерохроматин.

Билет №6

1. Гомологическая рекомбинация.
2. Повреждения ДНК. Репарация ДНК.

Билет №7

1. Сайт-специфическая рекомбинация.
2. Ферментативные системы репарации ДНК.

Билет №8

1. Транскрипция. Цикл транскрипции.
2. РНК-полимераза II. Роль в последовательных этапах транскрипции.

Билет №9

1. Генерация множественности антител.
2. Универсальные факторы транскрипции. Медиатор.

Билет №10

1. Молекулярные механизмы сплайсинга.
2. Семейства и функции специфических факторов транскрипции. Инсулятор.

Билет №11

1. Транскрипосома.
2. Роль метилирования ДНК в регуляции активности генов.

Критерии оценивания

Оценка отлично (10 баллов) - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины, проявляющему интерес к данной предметной области, продемонстрировавшему умение уверенно и творчески применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка отлично (9 баллов) - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка отлично (8 баллов) - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, правильное обоснование принятых решений, с некоторыми недочетами.

Оценка хорошо (7 баллов) - выставляется студенту, если он твердо знает материал, 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, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности.

Оценка хорошо (5 баллов) - выставляется студенту, если он в основном знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач 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 программного материала, но при этом он освоил основные разделы учебной программы, необходимые для дальнейшего обучения, и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации.

Оценка удовлетворительно (3 балла) - выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, допускающему ошибки в формулировках базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, слабо владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и с трудом применяет полученные знания даже в стандартной ситуации.

Оценка неудовлетворительно (2 балла) - выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных принципов и не умеет использовать полученные знания при решении типовых задач.

Оценка неудовлетворительно (1 балл) - выставляется студенту, который не знает основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубейшие ошибки в формулировках базовых понятий дисциплины и вообще не имеет навыков решения типовых практических задач.

Зачет ставится студенту в случае нескольких условий:

1. Успешного прохождения экзамена в предыдущем семестре.
2. Успешного прохождения процедуры сдачи зачета
3. Посещение дисциплины и выполнения заданий во время семестра

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 устном экзамене не должен превышать одного астрономического часа.

Для прохождения дифференцированного зачета обучающиеся размещаются в аудитории, не более 8 человек одновременно.

Проведение дифференцированного зачета состоит из двух этапов:

- ответ на 2 или более вопросов из перечня, утвержденного на кафедре и включенного в РПУД
- анализа и оценки решенных задач, выполненных заданий, упражнений, полученных в процессе работы студентом над курсом.

В ходе ответа преподаватель может задавать дополнительные вопросы, касающиеся основных вопросов.