

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Институт биологии и биомедицины
(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДЕНО
решением ученого совета ННГУ
протокол от
«16» июня 2021 г. № 8

Рабочая программа дисциплины

Эпигенетика

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования

Бакалавриат

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность

06.03.01 Биология

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы

Биология (общий профиль)

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Форма обучения

Очная

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижегород

2022 год

1. Место дисциплины в структуре ООП

№ варианта	Место дисциплины в учебном плане образовательной программы	Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД
1	Блок 1. Дисциплины (модули), Часть, формируемая участниками образовательных отношений	Дисциплина <i>Б1.В.ДВ.05.08, Эпигенетика</i> относится к части ООП направления подготовки 06.03.01 Биология , формируемой участниками образовательных отношений.

Целью освоения курса «Эпигенетика» является формирование теоретических знаний, практических умений, навыков по основным закономерностям механизмов регуляции экспрессии генов, связанных с организацией хроматина и некодирующими РНК.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции* (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине**	
ПК-1 Способен осуществлять информационный поиск по выбранной научной тематике в области биологии, излагать и критически анализировать получаемую информацию, представлять результаты исследований в виде презентаций, научнотехнических отчетов, обзоров, аналитических карт, пояснительных записок, публикаций в научных изданиях; поддерживать дискуссию по	<i>ПК-1.1</i>	Знает: правила сбора и анализа информации по теме исследования, способы и правила представления результатов в письменной и устной формах	<i>собеседование контрольные работы, тест</i>
	<i>ПК-1.2</i>	Умеет: планировать и осуществлять поиск научной информации, оформлять результаты исследования для представления в письменной и устной формах	<i>контрольные работы, практические задачи</i>
	.	Владеет: опытом поиска, анализа, представления и обсуждения результатов исследования	<i>собеседование</i>

актуальным вопросам биологии и экологии			
---	--	--	--

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная форма обучения
Общая трудоемкость	3 ЗЕТ
Часов по учебному плану	108
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа): - занятия лекционного типа - практические занятия - лабораторные работы	32
самостоятельная работа	38
КСР	36
Промежуточная аттестация – экзамен/зачет	Экзамен – 36 ч

3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе				
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы				Самостоятельная работа обучающегося, часы
		из них				
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Всего	
Тема 1. Введение. Предмет, цели, задачи и место эпигенетики.	6	2			2	4
Тема 2. Нуклеосома и нуклеосомный уровень организации хроматина.	4	2			2	2
Тема 3. Уровни организации хроматина.	4	2			2	2

Тема 4. Хроматин и регуляция активности генов.	14	6			6	8
Тема 5. Эпигенетика и эпигеномика.	12	8			8	4
Тема 6. Метилирование ДНК и его роль в регуляции экспрессии генов.	20	8			8	12
Тема 7. Короткие некодирующие РНК в регуляции экспрессии генов эукариот.	10	4			4	6
Всего	70	32			32	38
<i>В т.ч. текущий контроль</i>	2					
Промежуточная аттестация – экзамен (36 часов)						

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках занятий семинарского типа и лабораторного типа.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Виды самостоятельной работы студентов в рамках освоения дисциплины:

- изучение понятийного аппарата и проработка тем дисциплины;
- работа с основной и дополнительной литературой дома и в библиотеке;
- изучение сайтов по темам дисциплины в сети Интернет;
- подготовка к тестам;
- подготовка к контрольным
- подготовка к устному сообщению;
- написание реферата
- подготовка к экзамену

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.2.

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используется электронный курс Эпигенетика (<https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=3118>), созданный в системе электронного обучения ННГУ - <https://e-learning.unn.ru/>.

5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), включающий:

5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности компетенций	Шкала оценивания сформированности компетенций						
	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно

(индикатора достижения компетенций)	не зачтено		зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений . Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания но не в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи . Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественным недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения,. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне, выше предусмотренного программой
зачтено	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения.

5.2.1 Контрольные вопросы

Предмет, цели, задачи и место эпигенетики.	<i>ПК-1</i>
Нуклеосома и нуклеосомный уровень организации хроматина.	<i>ПК-1</i>
Уровни организации хроматина.	<i>ПК-1</i>
Хроматин и регуляция активности генов.	<i>ПК-1</i>
Эпигенетика и эпигеномика.	<i>ПК-1</i>
Метилирование ДНК и его роль в регуляции экспрессии генов.	<i>ПК-1</i>
Короткие некодирующие РНК в регуляции экспрессии генов эукариот.	<i>ПК-1</i>

5.2.2. Типовые вопросы при текущем опросе для оценки сформированности компетенции ПК-1

1. Что такое эпигенетика? Общие представления.
2. «История» открытия эпигенетических механизмов, современные направления науки, называемой «эпигенетика».

3. Общий обзор механизмов, обеспечивающих дифференциальную экспрессию генов.
4. Консервативность эпигенетических механизмов у эукариот (обобщить по всем лекциям)
5. Структура нуклеосомы. Структура коровых гистонов. Взаимодействие ДНК – нуклеосома.
6. Варианты гистонов
7. Пост-трансляционные модификации гистонов
8. Методы изучения распределение белков в хроматине? Иммунопреципитация хроматина, DAM-ID
9. Сборка-разборка нуклеосом. Гистоновые шапероны.

5.2.3. Типовые тестовые задания для оценки сформированности компетенции ПК-1

1. Какой фермент отвечает за процессы метилирования в клетке человека?
 - А) ДНК-траскриптаза
 - Б) ДНК-метилтрансфераза
 - В) гистоновая деацетилаза
2. У каких азотистых оснований происходит естественное метилирование?
 - А) цитозин
 - Б) гуанин
 - В) урацил
3. Какая характеристика CpG-островков верна?
 - А) содержанием G+C более 50%
 - Б) длина около 1000 п.н.
 - В) в геноме человека насчитывается около 2500 CpG-островков
4. Что такое геномный импринтинг?
 - А) это эпигенетический феномен, который заставляет гены экспрессироваться или нет, в зависимости от того, унаследованы ли они от матери или отца
 - Б) это вариант наследования признака, ассоциированного с одной из аллелей X-хромосомы
 - В) это процесс передачи признаков родителей потомству вне зависимости от комбинации аллелей в генотипе потомства
5. Что такое лионизация?
 - А) процесс, при котором X-инактивация одной X-хромосомы предпочтительнее другой, что приводит к неравному количеству клеток с инактивированной каждой хромосомой
 - Б) процесс, при котором одна из копий X-хромосомы инактивируется у самок млекопитающих
 - В) стадия эмбрионального развития млекопитающих, при которой бластоциста вылупляется в виде зародыша, прикрепляется и внедряется в стенку матки самки

5.2.4. Темы рефератов для оценки сформированности компетенции ПК-1

1. Общие представления об эпигенетике.
2. Структура нуклеосомы.
3. Нуклеосомный уровень организации хроматина.
4. Уровни организации хроматина.
5. Хроматин и регуляция активности генов.
6. Гетерохроматин.
7. Эпигенетика и эпигеномика.
8. Метилирование ДНК и его роль в регуляции экспрессии генов.
9. РНК-интерференция – открытие, принцип, основные свойства и механизмы.
10. МикроРНК – гены, процессинг, механизмы действия.

11. Перспективы практического применения РНК-интерференции.

5.2.5 Типовые задания для контрольных работ для оценки сформированности компетенции ПК-1

1. Метилирование ДНК - направленная ковалентная модификация ДНК. Общие представления, встречаемость у разных эукариотических организмов
2. Гены, транскрипция и процессинг микроРНК у животных
3. Структура нуклеосомы. Структура коровых гистонов. Взаимодействие ДНК нуклеосома. Варианты гистонов. Пост-трансляционные модификации гистонов
4. Методы изучения распределение белков в хроматине? Иммунопреципитация хроматина, DAM-ID. Сборка-разборка нуклеосом. Гистоновые шапероны. Механизмы наследования «гистонового кода» в процессе репликации
5. Кратковременные и локальные метки в хроматине (приветствуется привлечение сюда материалов из лекции про геномные картирования). АТФ-зависимый ремоделинг хроматина. Уровни организации хроматина. Пространственная организация хроматина в ядре и ее наследование в митозе (обобщить материал из лекции 3 и лекции 4)
6. Энхансеры. Организация и механизмы работы. Инсуляторы
7. Хроматин при локус-специфической репрессии генов. Формирование протяженных доменов репрессированного или активного хроматина
8. Эпигеномика. Методологические подходы. Проекты ENCODE и ModENCODE. Представление о хроматиновых доменах.
9. Метилирование ДНК - направленная ковалентная модификация ДНК. Общие представления, встречаемость у разных эукариотических организмов. ДНК метилтрансферазы. Белки, распознающие метилированный и не метилированный цитозин. Деметилирование ДНК. Распределение метилирования ДНК в геноме млекопитающих и его динамика в жизненном цикле. Метилирование ДНК. Подходы к анализу.
10. Понятие конститутивного гетерохроматина. Функции конститутивного гетерохроматина
11. Разнообразие типов малых регуляторных РНК эукариот, различающихся происхождением и способами процессинга. Основные биологические активности малых регуляторных РНК. Разнообразие вариантов воздействия малых регуляторных РНК на экспрессию генов-мишеней. «Классическая» РНК-интерференция с расщеплением РНК-мишени: общая схема (первая и вторая стадии, вторичная РНК-интерференция, роль Ago белков). Индукторы РНК-интерференции – длинные двуцепочечные РНК: структура, происхождение. РНК-интерференция, противовирусная защита и стабильность генома
12. Основные способы взаимодействия микроРНК со своими мишенями. Генная транскрипция и процессинг микроРНК у животных. Способы выявления генов участвующих в РНК-интерференции, микроРНК и их мишеней. Связь нарушения экспрессии микроРНК с заболеваниями человека.
13. РНК-зависимый сайленсинг: особенности у растений, дрожжей, *C.elegans* позвоночных. Транскрипционный сайленсинг с участием малых РНК у *S.pombe*. Компоненты комплексов RITS и RDRC, их роль

14. “Неклассические” малые регуляторные РНК: piРНК, gasiРНК, scnРНК и т.п.
15. Регуляция экспрессии генов с участием некодирующих РНК-структур у бактерий
16. Возможные пути происхождения компонентов аппарата РНК-интерференции новых регуляторных РНК, задействованных в ней. Направления, перспективы ограничения использования РНК-интерференции для решения прикладных задач

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Жимулев И. Ф. Общая и молекулярная генетика: учеб.пособие для студентов вузов. - Новосибирск: Изд-во Новосиб. ун-та, 2002. - 459 с. (58 экз. в библиотеке ННГУ)
2. Генетика человека с основами медицинской генетики [Электронный ресурс]: учебник / Рубан Э.Д. - Ростов н/Д: Феникс, 2013. - (Медицина). Доступно на ЭБС «Консультант студент». Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785222210451.html>
3. С. В. Разин, А. А. Быстрицкий. Хроматин: упакованный геном. «Бином. Лаборатория знаний». 2009. С. 172
4. Коряков Д.Е., Жимулев И.Ф. Хромосомы. Структура и функции. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2009 г., 258 с.
5. Эпигенетика. ред. Закиян СМ, Власов ВВ, Дементьева ЕВ. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2012, С. 465-479

б) дополнительная литература:

1. Эпигенетика под ред. Под редакцией С. Д. Эллиса, Т. Дженювейна, Д. Рейнберга Техносфера, 2010 (рус. Перевод книги D. Allis, T. Jenuwein, D. Reinberg, M.-L. Caparros. Epigenetics. Cold Spring Harbor Laboratory Press. 2007. • 502 pp. ISBN-10: 0879698756
2. Несса Кэри. Эпигенетика: как современная биология переписывает наши представления о генетике, заболеваниях. 2011.
3. Вавилов Ю.Л. Сборник задач по генетике. Нижний Новгород.: Из-во ННГУ, 2005. 101 С. (30 экз. в библиотеке ННГУ)
4. Генетика [Электронный ресурс]: словарь- справочник / авт.-сост. Е. Я. Белецкая. - 2-е изд., стер. - М.: ФЛИНТА, 2014. Доступно на ЭБС «Консультант студент». Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785976521889.html>

в) интернет ресурсы:

1. Web-сайт Проблемы Эволюции evolbiol.ru
2. Европейской междисциплинарной сети исследований по эпигенетике ([http:// www.epigenome-poe.net](http://www.epigenome-poe.net));
3. Исследовательский консорциум по проекту «Эпигеном человека» ([http:// www.epigenome.org](http://www.epigenome.org));
4. Энциклопедия элементов ДНК: идентификация функциональных элементов у человека ([http:// www.gen0m.gov/12513456](http://www.gen0m.gov/12513456));

5. Web-сайт, посвященный аспектам биологического метилирования ([http:// www.dnamethsoc.com](http://www.dnamethsoc.com));
 6. Информационные ресурсы по геномному импринтингу ([http:// www.geneimprint.com/index.html](http://www.geneimprint.com/index.html));
 7. База данных, посвященных некодирующим РНК ([http:// www.bioinfo.org.cn/NONCODE](http://www.bioinfo.org.cn/NONCODE));
 8. Браузер по эукариотическим геномам ([http:// www.ensembl.org](http://www.ensembl.org));
 9. Портал ресурсов по геному человека ([http:// www.ncbi.nlm.nih.gov/genome/guide/human/](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/genome/guide/human/)).
 10. Элементы большой науки [Электронный ресурс]: новости науки. – Режим доступа: <http://elementy.ru/news>.
 11. Электронная библиотека Razym.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://razym.ru/naukaobraz/>.
- ЭБС «Консультант студента» [http:// www.studentlibrary.ru /](http://www.studentlibrary.ru/),
ЭБС «ZNANIUM.COM» <http://znanium.com/>,
ЭБС «Юрайт» <https://www.biblio-online.ru/>,
Научная электронная библиотека «E-library.ru» <https://elibrary.ru/defaultx.asp>.

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения:

- 1) хладотермостат лабораторный;
- 2) вытяжной шкаф;
- 3) микроскопы бинокулярные стереоскопические;
- 8) ламинарный шкаф.
- 9) дозаторы механические.
- 10) необходимые реагенты для проведения кариотипирования.
- 11) маски одноразовые медицинские, перчатки медицинские нитриловые.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ.

Автор (ы) _____ М.В.Ведунова

Заведующий кафедрой _____ М.В. Ведунова

Программа одобрена на заседании Методической комиссии Института биологии и биомедицины от 24.02.2021 года, протокол № 4.