

КОНТРОЛЬНЫЙ
ЭКЗЕМПЛЯР

Учреждение образования
«Белорусский государственный педагогический университет
имени Максима Танка»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе БГПУ

А.В.Маковчик

2019г.

Регистрационный № УД-85-04-30/2019уч.

СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ГЕНОМОВ

Учебная программа учреждения высшего образования
второй ступени высшего образования (магистратура)
для специальности: 1-31 80 01 Биология

2019 г.

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта второй ступени высшего образования (магистратура) по специальности 1-31 80 01 Биология от 26.06.2019 г. регистрационный № 81 и в соответствии с учебным планом специальности 1-31 80 01 Биология от 31 мая 2019 г. регистрационный № 388-2019 / УМ

СОСТАВИТЕЛЬ:

Т.А. Бонина, доцент кафедры общей биологии и ботаники, кандидат химических наук, доцент

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Л.Ф. Кабашникова, заведующий лаборатории прикладной биофизики и биохимии ГНУ «Институт биофизики и клеточной инженерии НАН Беларуси», доктор биологических наук, член корреспондент НАН Беларуси;
В.Б. Звягинцев, заведующий кафедрой лесозащиты и древесиноведения БГТУ, кандидат биологических наук, доцент

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой общей биологии и ботаники учреждения образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка»

(протокол № 4 от 26.11.2019)

Заведующий кафедрой

А.В. Деревинский

Научно-методическим советом учреждения образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка»

(протокол № 2 от 14.12.2019)

Оформление учебной программы и сопровождающих ее материалов действующим требованиям Министерства образования Республики Беларусь соответствует

Методист учебно-методического отдела БГПУ Н.Н. Шавель

Директор библиотеки

Н.А. Сажуковская

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная дисциплина «Структурно-функциональная организация геномов» относится к государственному компоненту цикла дисциплин специальной подготовки учебного плана и входит в учебный модуль «Геномика и эпигенетика».

Учебная программа по учебной дисциплине «Структурно-функциональная организация геномов» направлена на изучение генетического разнообразия живой природы, методов и принципов исследований в области функциональной и сравнительной геномики. Особое внимание уделяется молекулярным механизмам реорганизации геномов основных представителей про- и эукариот, а также способам извлечения функциональной информации из имеющихся геномных последовательностей.

Цель изучения учебной дисциплины «Структурно-функциональная организация геномов» состоит в формировании у магистрантов и приобретении ими научных знаний в области геномного анализа живых организмов, теоретических основ и практических подходов к функциональному и сравнительному анализу геномной информации, научных и прикладных аспектов теоретических основ современной геномики.

К основным задачам учебной дисциплины относятся:

- изучение особенностей структурной и функциональной организации геномов живых организмов различной степени сложности;
- изучение принципов и методов геномного анализа;
- изучение современных методов компьютерного анализа геномных последовательностей;
- развитие умений и навыков практического использования методов сравнительного анализа генетической информации.

Преподавание и успешное изучение учебной дисциплины «Структурно-функциональная организация геномов» осуществляется на базе знаний и умений, полученных магистрантами в ходе изучения следующих учебных дисциплин: «Генетика» и «Эволюционное учение».

Изучение учебной дисциплины «Структурно-функциональная организация геномов» совместно с дисциплиной «Эпигенетика» должно обеспечить формирование у магистранта следующих компетенций:

УК-2. Быть способным к самостоятельному обучению и разработке новых методов исследования, к инновационной, научно-исследовательской и научно-образовательной деятельности, выдвижению самостоятельных гипотез, работе в условиях неопределенности.

УПК-2. Быть способным анализировать особенности структурно-функциональной организации геномов и эпигеномов разных групп организмов, понимать генетические и эпигенетические механизмы биологических процессов в клетках и организмах, использовать методологические подходы анализа структурной организации геномов,

функций генов и других структурных элементов генома для решения исследовательских задач.

В результате изучения учебной дисциплины «Структурно-функциональная организация геномов» магистрант должен **знать**:

- историю возникновения и развития геномики как науки и учебной дисциплины;
- особенности организации геномов различных групп организмов;
- принципы, лежащие в основе современных методов расшифровки геномных последовательностей;
- классификацию и предназначение основных биологических баз данных, способы доступа к хранящейся в них информации;
- молекулярные основы эволюции геномных последовательностей.

В результате изучения учебной дисциплины «Структурно-функциональная организация геномов» магистрант должен **уметь**:

- применять знания геномики для анализа организации и функционирования живых систем различного уровня;
- проводить филогенетический анализ последовательностей макромолекул;
- анализировать молекулярные базы данных.

В результате изучения учебной дисциплины «Структурно-функциональная организация геномов» магистрант должен **владеть**:

- терминологией, используемой в изучаемой дисциплине;
- базовыми навыками работы с интегрированными и специализированными базами данных нуклеотидных и белковых последовательностей.

Основными формами организации учебного процесса по учебной дисциплине «Структурно-функциональная организация геномов» являются лекции с применением мультимедийных средств обучения, семинарские занятия, самостоятельная работа.

В ходе изучения учебной дисциплины «Структурно-функциональная организация геномов» рекомендовано использовать следующие методы обучения: словесные, наглядные, практические, элементы проблемного обучения и научно-исследовательской деятельности.

В процессе самостоятельной работы магистранты работают с учебной и научной литературой, интернет-ресурсами, составляют аналитические таблицы, ведут терминологические словари.

Всего на изучение учебной дисциплины в соответствии с учебным планом отводится 120 часов, из них аудиторных 50 часов, в том числе 30 часов лекций, 20 часов практических занятий. На самостоятельную работу магистранта отводится 70 часов. Текущая аттестация проводится в соответствии с учебным планом по специальности в форме экзамена (второй семестр).

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Тема 1. Современная геномика в системе биологических наук

Предмет геномики. Место и значение геномики в системе биологических наук, связь с другими биологическими дисциплинами и областями естествознания. Цели и задачи геномики, основные понятия. Направления и разделы современной геномики.

История развития геномики как науки: предпосылки к возникновению и основные этапы развития. История развития геномных исследований. Геномная революция 1990-х. Становление геномики как самостоятельного раздела молекулярной генетики.

Тема 2. Методология геномных исследований

Технология рекомбинантных ДНК. Рестрицирующие эндонуклеазы. Создание геномных библиотек. Скрининг с помощью гибридизации. Иммунологический скрининг. Скрининг по активности белка. Клонирование структурных генов эукариот. Химический синтез ДНК. Применение синтезированных олигонуклеотидов.

Современные подходы к секвенированию ДНК, их достоинства и недостатки. Метод дидезокситерминаторов Сэнгера. Автоматическое секвенирование. Ограниченность экспериментально определяемой длины нуклеотидных последовательностей, и проблема сборки полной последовательности генома. Современные методы картирования геномов. Организация “стандартного” геномного проекта.

Автоматические секвенаторы второго поколения (геномные секвенаторы): возможности и ограничения. Принципы действия геномных секвенаторов: методы создания необходимых клонотек (эмульсионная ПЦР и амплификация *in situ*), типы секвенирующих реакций (пиросеквенирование, секвенирование путем синтеза и лигирования), способы детекции продуктов реакции. Секвенаторы III поколения: технологии расшифровки последовательностей одиночных молекул ДНК.

Тема 3. Структурная организация геномов

Основные структурные и функциональные элементы носителей генетического материала. Компактизация молекул ДНК. Полиморфизм двойной спирали ДНК. Факторы подавления и активации транскрипции. Созревание РНК: процессинг и сплайсинг. Альтернативный сплайсинг, редактирование ДНК.

Разнообразие геномов и их структура. Отличительные особенности геномной организации про- и эукариот. Геномы прокариот, их пластичность и разнообразие. Размеры геномов прокариот, организация хромосом. Строение и функции плазмид. Организация геномов одноклеточных эукариот. Геном динофлагеллят. Организация геномов грибов. Особенности геномов многоклеточных организмов. Размеры геномов растений. Общая характеристика геномов животных. Геном нематоды *Caenorhabditis elegans*.

Проект «Геном человека». Особенности структурной организации генома человека. Организация геномов митохондрий и пластид.

Организация геномов и экспрессия генов. Корреляция размеров генома, числа генов, белков и белковых доменов со сложностью морфофизиологической организации организма. Парадокс величины С и повторы. Неоднородность состава ДНК как характеристика генома. Регуляция экспрессии генов. Отличия в экспрессии генов разных организмов, определяемые их структурой.

Компьютерные технологии анализа молекулярно-биологических данных. Молекулярные базы данных и аннотирование геномных последовательностей. Типы баз данных (последовательностей нуклеиновых кислот, последовательностей генов, аминокислотных последовательностей белков, структуры белков и нуклеиновых кислот, кристаллические структуры малых молекул, функции белков, данные по экспрессии генов и др.). Молекулярные базы данных GeneBank, EMBL Data Library, SwissProt, PIR, Protein Data Bank и др. Специализация, структура и методы поиска в них информации. Примеры работы с базами данных.

Тема 4. Функциональная геномика

Подходы к определению функций геномных последовательностей. Сравнение классических и системных подходов к функциональной характеристике генов и их продуктов. Методы экспериментальной инактивации генов у различных организмов: новые возможности при наличии полных геномных последовательностей. Инсерционный и рекомбинационный мутагенез.

РНК-интерференция и вирус-индуцированный сайленсинг генов как современные инструменты инактивации генов. Библиотеки нокаутов. Идентификация компонентов метаболических путей и сигнальных каскадов. Методы исследования транскриптома: ДНК-микрочипы, ПЦР в реальном времени. Геномные секвенаторы как инструменты определения количества транскриптов. Протеомные подходы к функциональной характеристике генов: двумерный гель-электрофорез и масс-спектрометрия белков.

Тема 5. Специализированные разделы геномики

Синтетическая геномика. Методы синтеза и клонирования полных геномных последовательностей. Трансплантация геномов. Метагеномика. Геномные подходы к исследованию сообществ некультивируемых микроорганизмов. Палеогеномика. Технические трудности, достижения и перспективы палеогеномных проектов. Популяционная геномика: подходы к исследованию полиморфизма на геномном уровне и их возможности. Этногеномика.

Тема 6. Эволюция геномов

Сравнительная геномика. Происхождение и эволюция генов, геномов, организмов. Роль дупликаций генов в эволюции. Семейства гомологичных генов. Концепция пангенома. Ортологи и паралоги. Псевдогены. Происхождение и эволюция эукариотического генома. Происхождение

интронов. Повторяющиеся последовательности в геномах про- и эукариот. Молекулярная систематика.

Скорость молекулярной эволюции. Концепция молекулярных эволюционных часов, основные положения. Правила молекулярной эволюции. Методы сравнительной геномики. Проблемы филогении геномных последовательностей. Филогенетическое дерево и методы его построения (UPGMA, neighbour-joining, minimal evolution). Молекулярная филогения с использованием полногеномной информации. Горизонтальный и вертикальный перенос генов. Типы горизонтального переноса. Понятие мобильных генетических элементов. Роль горизонтального переноса генов в видообразовании.

Тема 7. Практические аспекты геномных исследований

Персональная геномика. Роль геномики в медицине. Генная и клеточная терапия. Роль геномики в лечении наследственных и инфекционных болезней. Геномика и создание новых лекарственных препаратов. Фармакогеномика, судебная медицина, эпидемиологическая микробиология и др. Генопаспортизация. Этика геномных исследований и проблемы генетической безопасности.

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
«СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ГЕНОМОВ»
(дневная форма получения высшего образования)**

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов	
		Лекции	Практические занятия
1	2	3	4
1	Современная геномика в системе биологических наук	4	2
1.1	Геномика в системе биологических наук 1. Место и значение геномики в системе биологических наук. 2. Цели и задачи геномики, основные понятия. 3. Направления и разделы современной геномики.	2	
1.2	Становление и развитие геномики как науки 1. Предпосылки к возникновению и развитию геномики. 2. Основные этапы развития геномики как науки. 3. Становление геномики как самостоятельного раздела молекулярной генетики.	2	
1.3	История развития геномных исследований 1. Предпосылки и этапы развития геномики как науки 2. Геномная революция. Становление геномики как самостоятельного раздела молекулярной генетики		2
2	Методология геномных исследований	4	2
2.1	Технологии рекомбинантных ДНК 1. Рестрицирующие эндонуклеазы	2	

	2. Геномные библиотеки. 3. Клонирование структурных генов.		
2.2	Методы секвенирования ДНК 1. Метод Сэнгера. 2. Секвенаторы второго и третьего поколения 3. Современные методы картирования геномов.	2	
2.3	Современные подходы к секвенированию ДНК 1. Технологии рекомбинантных ДНК. 2. Методы секвенирования: достоинства и недостатки. 3. Современные методы картирования геномов.		2
3	Структурная организация геномов	10	6
3.1	Структурные и функциональные элементы носителей генетического материала 1. Компактизация молекул ДНК. Полиморфизм двойной спирали ДНК. 2. Факторы подавления и активации транскрипции. 3. Созревание РНК: процессинг и сплайсинг. Альтернативный сплайсинг.	2	
3.2	Разнообразие геномов и их структура 1. Геномы прокариот, их пластичность и разнообразие. 2. Геномы простейших одноклеточных эукариот.	2	
3.3	Особенности геномов многоклеточных организмов 1. Особенности геномов растений. 2. Структурная организация геномов животных 3. Структура генома человека	2	
3.4	Организация геномов и экспрессия генов 1. Парадокс величины С и повторы. 2. Неоднородность состава ДНК как характеристика генома. 3. Регуляция экспрессии генов в зависимости от структурной организации геномов	2	
3.5	Молекулярные базы данных и аннотирование геномных последовательностей 1. Компьютерные технологии анализа молекулярно-биологических данных. 2. Молекулярные базы данных. 3. Методы поиска гомологичных последовательностей в базах данных.	2	
3.6	Структурная организация геномов живых организмов 1. Особенности организации геномов прокариот 2. Структура геномов растений. 3. Структура геномов животных		2
3.7	Структурная организация генома человека		2

	1. Особенности структурной организации генома человека 2. Кодированные и некодирующие последовательности в геноме человека. 3. Повторы и мобильные генетические элементы в геноме человека		
3.8	Молекулярные базы данных 1. Компьютерные технологии анализа молекулярно-биологических данных 2. Методы поиска гомологичных последовательностей в базах данных		2
4	Функциональная геномика	4	2
4.1	Функциональная геномика и протеомика 1. Подходы к определению функций геномных последовательностей. 2. Методы исследования транскриптома 3. Протеомика и современная белковая инженерия	2	
4.2	РНК-интерференция: теоретические и практические аспекты 1. История открытия РНК-интерференции. 2. Малые РНК как индукторы РНК-интерференции. Биогенез малых РНК. 3. Функциональная роль РНК-интерференции. Использование явления РНК-интерференции в функциональной геномике и экспериментальной генотерапии.	2	
4.3	Функциональная геномика: теория и практика 1. Методы определения функций геномных последовательностей 2. Протеомика и современная белковая инженерия 3. Функциональная роль РНК-интерференции		2
5	Специализированные разделы геномики	2	2
5.1	Специализированные разделы геномики 1. Синтетическая геномика: достижения и перспективы 2. Палеогеномика 3. Популяционная геномика	2	
5.2	Геномика и синтетическая биология 1. Трансплантация геномов 2. Метагеномика 3. Перспективы развития синтетической биологии		2
6	Эволюция геномов	4	4
6.1	Происхождение и эволюция геномов 1. Происхождение и эволюция генов, геномов, организмов. 2. Семейства гомологичных генов: ортология, паралогия, ксенология. 3. Происхождение и эволюция эукариотического генома	2	
6.2	Механизмы молекулярной эволюции	2	

	1. Концепция молекулярных эволюционных часов, основные положения. 2. Размер генома: механизмы увеличения. 3. Эволюция генома и видообразование.		
6.3	Геномы и эволюция 1. Происхождение и эволюция геномов. 2. Механизмы и правила молекулярной эволюции: эволюция структурных и регуляторных генов. 3. Молекулярная систематика.		2
6.4	Методы и проблемы сравнительной геномики 1. Основные понятия филогенетики. 2. Методы построения филогенетических деревьев. 3. Значение филогенетических построений для фундаментальных и прикладных исследований.		2
7	Практические аспекты геномных исследований	2	2
7.1	Прикладная геномика 1. Роль геномики в медицине. 2. Прикладные направления применения геномики 3. Этика геномных исследований	2	
7.2	Практическое и общенаучное значение геномики 1. Персональная геномика и медицина 2. Этика геномных исследований и проблемы генетической безопасности.		2
	Итого	30	20

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**ЛИТЕРАТУРА****Основная литература**

1. Попов, В. В. Геномика с молекулярно-генетическими основами [Электронный ресурс] / В. В. Попов // Электронная библиотека Павлодарского государственного университета. – Режим доступа: <http://library.psu.kz/fulltext/buuk/b2013.pdf>. – Дата доступа: 25.11.2019.

Дополнительная литература

1. Кребс, Дж. Гены по Льюину / Дж. Кребс, Э. Голдштейн, С. Килпатрик. – М. : Лаб. знаний, 2017. – 919 с.

2. Основы молекулярной биологии клетки / Б. Альбертс [и др.]. – М. : Бином, 2015. – 768 с.

3. Бокуть, С. Б. Молекулярная биология: молекулярные механизмы хранения, воспроизведения и реализации генетической информации : учеб. пособие / С. Б. Бокуть, Н. В. Герасимович, А. А. Милютин. – Минск : Выш. шк., 2005. – 463 с.

4. Гончаренко, Г. Г. Основы генетической инженерии / Г. Г. Гончаренко. – Минск : Выш. шк., 2005. – 118 с.

5. Коничев, А. С. Молекулярная биология / А. С. Коничев, Г. А. Севастьянова. – М. : Академия, 2014. – 400 с.

6. Лукашов, В. В. Молекулярная эволюция и филогенетический анализ / В. В. Лукашов. – М. : Бином, 2009. – 256 с.

7. Льюин, Б. Гены / Б. Льюин : пер. с англ. ; под ред. Д. В. Ребрикова. – М. : Бином, 2012. – 896 с.

8. Титок, М. А. Молекулярные аспекты эволюции / М. А. Титок. – Минск : Белорус. гос. ун-т, 2011. – 183 с.

Перечень используемых средств диагностики результатов учебной деятельности

Для текущего контроля и самоконтроля знаний и умений магистрантов по учебной дисциплине «Структурно-функциональная организация геномов» можно использовать следующий диагностический инструментарий:

- оценка устного ответа на вопрос;
- тестовый контроль;
- проверка конспектов;
- защита презентаций и тематических докладов;
- обсуждение рефератов;
- проверка конспектов;
- защита практических заданий;
- экзамен.

**Протокол согласования учебной программы
учебной дисциплины «Структурно-функциональная организация
геномов» с другими учебными дисциплинами специальности**

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Эпигенетика	Кафедра общей биологии и ботаники	Согласовано с содержанием учебной программы	Протокол № 4 от 29 ноября 2019 г.