

Учреждение образования
«Белорусский государственный педагогический университет
имени Максима Танка»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе БГПУ

А. В. Маковчик

«18» 12 2018 г.

Регистрационный № УД-25-04/18/уч.

ОСНОВЫ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ЭВОЛЮЦИИ

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

2018 г.

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта второй ступени высшего образования (магистратура) по специальности 1-31 80 01 Биология от 24.08.2012, № 108.

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

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Л.Ф.Кабашникова, заведующий лабораторией прикладной биофизики и биохимии ГНУ «Институт биофизики и клеточной инженерии НАН Беларусь», д.б.н., доцент, член-корреспондент НАН Беларусь;
И.А.Жукова, заведующий кафедрой морфологии и физиологии человека и животных БГПУ, кандидат биологических наук, доцент

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

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

(протокол №11 от 29 мая 2018 г.)

Заведующий кафедрой

А.В.Деревинский

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

(протокол № 2 от 18 декабря 2018 г.)

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

Методист учебно-методического отдела БГПУ

Т.В.Щипунова

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная программа по учебной дисциплине «Основы молекулярной эволюции» направлена на изучение механизмов эволюции макромолекул, методов и принципов молекулярной филогенетики, закономерностей молекулярной коэволюции. Темы, рассматриваемые в процессе изучения учебной дисциплины, позволяют магистрантам овладеть основами фундаментальных знаний в области эволюционной биологии на молекулярном уровне.

Цель изучения учебной дисциплины «Основы молекулярной эволюции» состоит в формировании у магистрантов и приобретении ими научных знаний в области эволюционного анализа генетической информации, теоретических основ и практических подходов к решению задач филогенетического анализа, научных и прикладных аспектов теоретических основ молекулярной эволюции.

К основным задачам учебной дисциплины относятся:

- изучение основных концепций и теорий, на которых базируется молекулярная эволюция;
- изучение методов молекулярной эволюции;
- изучение современных методов компьютерного анализа аминокислотных и нуклеотидных последовательностей;
- развитие умений и навыков практического использования методов сравнительного анализа первичных структур биологических макромолекул.

Преподавание и успешное изучение учебной дисциплины «Основы молекулярной эволюции» осуществляется на базе знаний и умений, полученных магистрантами в ходе изучения следующих учебных дисциплин: «Экология», «Генетика» и «Эволюционное учение».

Изучение учебной дисциплины «Основы молекулярной эволюции» должно обеспечивать формирование у магистрантов социально-личностных и профессиональных компетенций.

Требования к социально-личностным компетенциям

Магистрант должен:

- СЛК-4. Владеть навыками здоровьесбережения.

Требования к профессиональным компетенциям

Магистрант должен быть способен:

- ПК-1. Квалифицированно проводить научные исследования (осуществлять постановку научной проблемы, выбирать грамотные и экспериментально обоснованные методические подходы, проводить анализ результатов экспериментальных исследований, оценивать их достоверность и осуществлять статистическую обработку, формулировать из полученных результатов корректные выводы).

– ПК-2. Осуществлять поиск и анализ данных по изучаемой проблеме в научных, научно-технических и других информационных источниках, составлять аналитические обзоры.

– ПК-3. Организовывать работу по подготовке научных статей, сообщений, рефератов и заявок на изобретения и лично участвовать в ней.

– ПК-4. Составлять отчеты по научным проектам исследований.
Научно-производственная деятельность.

– ПК-5. Квалифицированно проводить научно-производственные исследования (осуществлять постановку научной проблемы, имеющей практическую значимость; выбирать грамотные и экспериментально обоснованные методические подходы; проводить анализ результатов экспериментальных исследований, оценивать их достоверность и осуществлять статистическую обработку, давать рекомендации по практическому применению полученных результатов).

– ПК-6. Выявлять патентную чистоту проводимых научных исследований.

– ПК-7. Организовывать работу по обоснованию целесообразности, подготовку документации, расчет финансирования научных проектов и исследований.

В результате изучения учебной дисциплины «Основы молекулярной эволюции» магистрант должен знать:

- задачи, объекты и разделы молекулярной эволюции;
- историю возникновения и развития молекулярной эволюции как науки и учебной дисциплины;
- основные термины и концепции молекулярной эволюции;
- методы филогенетического анализа;
- области применения результатов исследований по молекулярной эволюции.

В результате изучения учебной дисциплины «Основы молекулярной эволюции» магистрант должен уметь:

- применять знания о механизмах молекулярной эволюции для анализа происходящих в живых системах эволюционных процессов и для планирования и проведения научных экспериментов;
- проводить филогенетический анализ последовательностей нуклеиновых кислот и белков;
- анализировать научные данные.

В результате изучения учебной дисциплины «Основы молекулярной эволюции» магистрант должен владеть:

- методами анализа популяционно-генетических и эволюционно-генетических данных;
- компьютерными программами анализа нуклеотидных и белковых последовательностей;
- навыками поиска и получения научной информации о механизмах молекулярной эволюции в филогенезе.

Основными формами организации учебного процесса по учебной дисциплине «Основы молекулярной эволюции» являются лекции с применением мультимедийных средств обучения, семинарские занятия, самостоятельная работа.

В ходе изучения учебной дисциплины рекомендовано использовать следующие методы обучения: словесные, наглядные, практические, элементы проблемного обучения и научно-исследовательской деятельности.

Учебная дисциплина «Основы молекулярной эволюции» позволяет решать задачи воспитательного и развивающего характера, способствуя формированию у магистрантов целостной биологической картины мира, научного мышления о взаимосвязи структуры и функции живых систем и их среды обитания, теоретических основ молекулярных механизмов эволюции живых систем различного уровня и возможностях практического применения для сохранения качества жизни.

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

Всего на изучение учебной дисциплины на дневной форме получения образования отводится 168 часов, из них аудиторных 56 часов.

Распределение аудиторных часов по видам занятий: 26 часов лекции, 30 часов семинарских занятий.

Самостоятельная работа магистранта 76 часов.

Текущая аттестация проводится в соответствии с учебным планом по специальности в форме экзамена (четвертый семестр).

На изучение учебной дисциплины на заочной форме получения образования отводится 10 аудиторных часов.

Распределение аудиторных часов по видам занятий: 6 часов лекции, 4 часа семинарских занятий.

В третьем семестре аудиторная нагрузка составляет 6 часов, из них 4 часа лекции, 2 часа семинарских занятий.

В четвертом семестре аудиторная нагрузка составляет 4 часа, из них 2 часа лекции, 2 часа семинарских занятий.

Текущая аттестация проводится в соответствии с учебным планом по специальности в форме экзамена (4 семестр).

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Тема 1. Молекулярная эволюция как наука

Введение. Жизнь как результат эволюции. Эволюционные концепции и теории. Добиологическая эволюция и биологическая эволюция. Свидетельства биологической эволюции. Цели, задачи и принципы молекулярной эволюции как науки. Место и значение молекулярной эволюции в системе биологических наук, связь с другими биологическими дисциплинами и областями естествознания. Основные направления, разделы и значение молекулярной эволюции.

История развития молекулярной эволюции как науки: предпосылки к возникновению и развитию; основные этапы развития. Термины, используемые в молекулярной эволюции. Теория нейтральной молекулярной эволюции М. Кимуры. Теория мутационного давления Н. Суеоки.

Тема 2. Молекулярные основы эволюции

Структура и функции генов. Источники генетической изменчивости и их результаты в историческом развитии живой природы. Роль мутаций и рекомбинаций. Генетический контроль мутагенеза, гены-мутаторы. Физиологическая гипотеза мутационного процесса. Инсерционный мутагенез: нестабильные генетические локусы. Гибридный дисгенез.

Тема 3. Эволюционные изменения аминокислотных последовательностей

Различия в аминокислотах и соотношение различающихся аминокислот. Классификация методов определения характера аминокислотных замен. Дистанции между аминокислотными последовательностями. Матрицы аминокислотных замен. Скорость мутаций и скорость замен для аминокислотных последовательностей

Тема 4. Эволюционные изменения нуклеотидных последовательностей

Нуклеотидные отличия между последовательностями. Эволюционные дистанции для нуклеотидных последовательностей. Методы оценки числа нуклеотидных замен. Темп и характер нуклеотидных замен. Двухпараметрический метод Кимуры. Метод Тамуры. Наблюдаемые, истинные и расчетные дистанции. Сравнение эффективности применения дистанционных методов. Выравнивание нуклеотидных последовательностей: попарное и прогрессивное множественное выравнивания. Алгоритмы парного выравнивания последовательностей. Вычисление средних эволюционных дистанций и скорости эволюционных изменений нуклеотидных последовательностей. Очищающий и позитивный отбор.

Понятие синонимических и несинонимических нуклеотидных замен. Неслучайное использование синонимичных кодонов. Классификация методов изучения синонимичных и несинонимичных нуклеотидных замен. Методы эволюционных путей. Методы, основанные на модели М. Кимуры. Дифференция дистанций. Статистика селекционных тестов. Методы оценки

скоростей синонимических и несинонимических замен. Нуклеотидные замены в разных положениях кодона. Методы правдоподобия с моделями замен в кодоне.

Тема 5. Дупликация генов и эволюция

Генетическая вариабельность. Дупликации генов и значение для эволюции. Типы дупликаций ДНК. Гомология между генами: ортология, паралогия, ксенология. Образование семейств генов и приобретение новых функций. Определения понятия домен. Домены и экзоны. Эволюция белковых доменов. Семейства белков и их эволюция. Блочный механизм макроэволюции. Согласованная эволюция мультисемейств.

Тема 6. Транспозиция и эволюция

История открытия явления транспозиции. Механизм транспозиции. Транспозиция и ретропозиция. Транспозиционные элементы. Влияние транспозиции на геном хозяина. Транспозиция и видообразование. Эволюционная динамика числа транспозиционных элементов. Транспозоны и горизонтальный перенос генов и их роль в эволюции растений и животных.

Тема 7. Молекулярная филогенетика

Филогенетический анализ и его задачи. Основные понятия филогенетики. Типы филогенетических деревьев. Укорененные и неустановленные филогенетические деревья. Характеристики филогенетического дерева: топология, ветви, узлы, корень. Длины ветвей дерева и их значение. Генные и видовые деревья. Символическое представление топологии дерева. Монофилетические, парафилетические и полифилетические группы. Филогенетические сети.

Классификация методов построения филогенетических деревьев. Дистанционные методы построения филогенетических деревьев: принципы дистанционных методов, метод трансформированной дистанции, метод минимума эволюции, метод ближайших соседей, установление длин ветвей. Дистанции, используемые при построении филогенетических деревьев. Оценка минимального числа замен. Дискретные методы построения дендрограмм. Метод максимального правдоподобия (ML). Расчет значений правдоподобия и модели нуклеотидных замен. Методы правдоподобия для белковых последовательностей. Ожидаемые и реализованные деревья. Анализ митохондриальной ДНК и У-хромосомы. Значение филогенетических построений для фундаментальных и прикладных исследований.

Определение времен дивергенции различных таксономических групп. Методы определения «молекулярных часов». Современные направления определения времен дивергенции в молекулярной эволюции. Определение времени дивергенции по одному и нескольким белкам или генам. Общепринятые времена дивергенции различных таксономических групп.

Тема 8. Динамика генов в популяциях

Популяционная генетика и молекулярная эволюция. Понятие о популяции как целостной системе, арене действия микроэволюционных

процессов. Генетическая изменчивость популяций по морфологическим и физиологическим признакам. Различия между генетической гетерогенностью и полиморфизмом. Классификация типов полиморфизма. Концепция широкой адаптивной нормы и генетический груз популяций. Хромосомный полиморфизм: приспособительная роль инверсионного полиморфизма, преимущество гетерокариотипов, полиморфизм по робертсоновским транслокациям, половым хромосомам. Биохимический полиморфизм популяций: уровни полиморфизма популяций по белкам, клинальная изменчивость. Понятие об элементарном эволюционном явлении. Мутационное давление. Вероятность фиксации мутаций. Темпы замещения аллелей. Действие отбора, эффективность действия отбора против особей с различным генотипом. Оценка приспособленности, средняя приспособленность. Генетический дрейф. Эффективный размер популяции. Популяционная генетика человека и ее задачи.

Тема 9. Организация генома и эволюция

Организация генома у прокариот и эукариот. Механизмы эволюции генома. Эволюция размера генома у бактерий. Размер генома эукариот, парадокс величины С и повторы. Геномная локализация транскрибуемых генов. Размер генома: механизмы увеличения. Сохранение негенной ДНК. Тенденции в изменении нуклеотидного состава генома. Амплификация, делеция и перегруппировка последовательностей: основные источники в процессе дивергенции видов. Молекулярные часы эволюции. Эволюция структурных и регуляторных генов. Эволюция генома и видообразование.

Тема 10. Фундаментальные и прикладные аспекты молекулярной эволюции

Эпигенетика и молекулярная эволюция. Управление транскрипцией через метилирование ДНК. Виды метилированных нуклеотидов. Управление метилированием ДНК. Метилирование гистонов. РНК-управляемое метилирование ДНК. РНК-интерференция как механизм регуляции на эпигенетическом уровне.

Нейтральная теория молекулярной эволюции М. Кимуры и её современная трактовка. Нейтральная изменчивость как альтернативный механизм возникновения генетического полиморфизма. Блочный принцип механизма молекулярной эволюции.

Молекулярная коэволюция. Межгеномная молекулярная коэволюция. Коэволюция в системе антиген-антитело. Коэволюция и мультигенность.

Эволюционная антропология. Использование генетических методов для изучения эволюционного происхождения человека. Генетические доказательства эволюционного родства человека и других человекообразных обезьян. Возможные генетические основы возникновения признаков, отличающих человека от других человекообразных обезьян. Использование генетических данных для определения места и времени происхождения вида *Homo sapiens* и времени и путей его расселения по континентам. Использование данных о генетическом разнообразии аутосомных локусов,

митохондриальной ДНК и Y-хромосомы, широкогеномного генотипирования и полного секвенирования геномов.

Практическое и общенаучное значение молекулярной эволюции. Универсальность молекулярных механизмов эволюции и современная научная картина мира. Молекулярная эволюция и медицина.

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
«ОСНОВЫ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ЭВОЛЮЦИИ»
(дневная форма получения высшего образования)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов			Материальное обеспечение занятия (наглядные, методические пособия и др.)	Литература	Форма контроля знаний
		Лекции	Семинарские занятия	Самостоятельная работа студента			
1	2	3	4	5	6	7	8
4 семестр							
1	Молекулярная эволюция как наука	4	4	8			
1.1	Молекулярная эволюция в системе биологических наук 1. Жизнь как результат эволюции. Добиологическая эволюция и биологическая эволюция. 2. Цели, задачи и принципы молекулярной эволюции как науки. 3. Основные направления, разделы и значение молекулярной эволюции.	2		2	Компьютерная презентация, видеоматериалы	1, 5, 6, 14, 19	Подготовка кратких конспектов и тематических рефератов
1.2	Становление и развитие молекулярной эволюции как науки 1. Предпосылки к возникновению и развитию молекулярной эволюции. 2. Основные этапы развития молекулярной эволюции как науки. 3. Достижения молекулярной эволюции на современном этапе развития	2			Компьютерная презентация, видеоматериалы	1, 5, 6, 14, 16, 19	
1.3	Основные понятия и теории молекулярной эволюции 1. Эволюционные концепции и классические эволюционные теории. 2. Место и значение молекулярной эволюции в системе		2	4	Компьютерная презентация	1, 5, 6, 14, 16, 19	Подготовка тематических докладов, устный опрос

	биологических наук. 3. Теория нейтральной эволюции М. Кимуры. 4. Специализированные термины, используемые в молекулярной эволюции.						
1.4	Развитие представлений о молекулярных механизмах биологической эволюции 1. Предпосылки и этапы развития молекулярной эволюции как науки 2. Теория нейтральной молекулярной эволюции М. Кимуры и её роль в становлении молекулярной эволюции как науки. 3. Теория мутационного давления Н. Суеоки.		2	2	Компьютерная презентация	1, 6, 14, 16, 19	Подготовка тематических докладов, устный опрос
2	Молекулярные основы эволюции	2	2	6			
2.1.	Молекулярные основы биологической эволюции 1. Современные представления о структуре и функции генов. 2. Мутационный процесс, генетический контроль мутагенеза. 3. Инсерционный мутагенез и роль в эволюции.	2		2	Компьютерная презентация, видеоматериалы	4, 5, 7, 12, 15, 17	Подготовка кратких конспектов и тематических рефератов
2.2.	Источники генетической изменчивости и их результаты 1. Роль мутаций и рекомбинаций. Классификации генетической изменчивости. 2. Физиологическая гипотеза мутационного процесса. 3. Инсерционный мутагенез: нестабильные генетические локусы.		2	4	Компьютерная презентация, видеоматериалы	4, 5, 7, 12, 15, 17	Подготовка обзора литературы и тематических докладов, презентаций
3	Эволюционные изменения аминокислотных последовательностей	2	2	10			
3.1	Эволюция аминокислотных последовательностей 1. Различия в аминокислотах и соотношение различающихся аминокислот. 2. Дистанции между аминокислотными последовательностями. 3. Скорость мутаций и скорость замен для аминокислотных последовательностей.	2		4	Компьютерная презентация, видеоматериалы	4, 5, 7, 12, 15, 17	Подготовка кратких конспектов и тематических рефератов
3.2	Методы определения аминокислотных замен и вычисления эволюционных дистанций		2	6	Компьютерная презентация	4, 5, 7, 12,	Защита поисковых

	1. Классификация методов вычисления эволюционных дистанций между аминокислотными последовательностями 2. Классификация методов определения характера аминокислотных замен. 3. Методы поиска гомологичных последовательностей в базах данных					15, 17	заданий, тематические доклады
4	Эволюционные изменения нуклеотидных последовательностей	4	4	12			
4.1	Эволюция нуклеотидных последовательностей 1. Нуклеотидные отличия между последовательностями. Темп и характер нуклеотидных замен. 2. Эволюционные дистанции для нуклеотидных последовательностей. 3. Характеристика видов отбора на уровне нуклеотидных последовательностей: очищающий и позитивный отбор.	2		4	Компьютерная презентация, видеоматериалы	5, 6, 8, 9, 10, 12	Подготовка кратких конспектов и тематических рефератов
4.2	Методы изучения эволюционных дистанций и скоростей эволюции нуклеотидных последовательностей 1. Методы оценки числа нуклеотидных замен. 2. Наблюдаемые, истинные и расчетные дистанции. Сравнение эффективности применения дистанционных методов. 3. Выравнивание нуклеотидных последовательностей: попарное и прогрессивное множественное выравнивания. Алгоритмы парного выравнивания последовательностей.			2	Компьютерная презентация	5, 6, 8, 9, 10, 12	Защита презентаций, тематических докладов
4.3	Синонимические и несинонимические нуклеотидные замены 1. Понятие синонимических и несинонимических нуклеотидных замен. 2. Неслучайное использование синонимичных кодонов. 3. Методы изучения синонимичных и несинонимичных нуклеотидных замен.	2		2	Коллекционные материалы и методические пособия	5, 6, 8, 9, 10, 12	Подготовка кратких конспектов и тематических рефератов
4.4	Методы изучения синонимичных и несинонимичных нуклеотидных замен 1. Классификация методов изучения синонимичных и			2	Компьютерная презентация	5, 6, 8, 9, 10,	Защита поисковых заданий,

	несинонимичных нуклеотидных замен. 2. Методы, основанные на эволюционных путях. 3. Методы, основанные на модели М. Кимуры.					12, 17, 18	тематических докладов, презентаций
5	Дупликация генов и эволюция	2	2	4			
5.1	Эволюция посредством дупликации генов 1. Дупликации генов и значение для эволюции. Типы дупликаций ДНК. 2. Гомология между генами: ортология, паралогия, ксенология. Образование семейств генов. 3. Домены и экзоны. Эволюция белковых доменов. Семейства белков и их эволюция.	2		2	Компьютерная презентация, видеоматериалы	6, 8, 9, 10, 12, 17, 18	Подготовка кратких конспектов и тематических рефератов
5.2	Эволюция семейств макромолекул 1. Генетическая вариабельность и дупликации генов. 2. Образование семейств генов и приобретение новых функций. 3. Семейства белков и их эволюция. Согласованная эволюция мультисемейств.		2	2	Компьютерная презентация	6, 8, 9, 10, 12, 17, 18	Подготовка тематических докладов, устный опрос
6	Транспозиция и эволюция	2	2	6			
6.1	Эволюция посредством транспозиций 1. История открытия явления транспозиции. 2. Механизм транспозиции. Транспозиция и ретропозиция. 3. Транспозиционные элементы. Влияние транспозиции на геном хозяина.	2		2	Компьютерная презентация, видеоматериалы	6, 9, 10, 17, 18	Подготовка кратких конспектов и тематических рефератов
6.2	Транспозиция и видеообразование 1. Эволюционная динамика числа транспозиционных элементов. 2. Транспозоны и горизонтальный перенос генов в эволюции растений и животных.		2	4	Компьютерная презентация, видеоматериалы	6, 9, 10, 13, 17, 18	Защита презентаций, тематических докладов
7	Молекулярная филогенетика	2	4	6			
7.1	Основы молекулярной филогенетики 1. Основные понятия филогенетики. 2. Типы филогенетических деревьев. Характеристики филогенетического дерева. 3. Методы построения филогенетических деревьев.	2		2	Компьютерная презентация	3-6, 9, 10, 13, 17, 18	Подготовка кратких конспектов и тематических рефератов
7.2	Филогенетический анализ и его задачи		2	2	Компьютерная	3-6, 9,	Устный

	1. Типы филогенетических деревьев. Укорененные и неустановленные филогенетические деревья. 2. Характеристики филогенетического дерева: топология, ветви, узлы, корень. 3. Генные и видовые деревья. Филогенетические сети.				презентация	10, 13, 17, 18	опрос, выполнение практических заданий
7.3	Методы построения филогенетических деревьев 1. Классификация методов построения филогенетических деревьев. 2. Определение времен дивергенции различных таксономических групп. 3. Значение филогенетических построений для фундаментальных и прикладных исследований.		2	2	Компьютерная презентация	3-6, 9, 10, 13, 17, 18	Устный опрос, выполнение практических заданий
8	Динамика генов в популяциях	2	2	4			
8.1	Популяционная генетика и молекулярная эволюция 1. Понятие о популяции как целостной системе, арене действия микротропических процессов. 2. Генетическая изменчивость популяций по морфологическим и физиологическим признакам. 3. Концепция широкой адаптивной нормы и генетический груз популяций.	2		2	Компьютерная презентация, видеоматериалы	1, 2, 5, 9, 10, 14, 15, 18	Подготовка кратких конспектов и тематических рефератов
8.2	Динамика генов в популяциях 1. Различия между генетической гетерогенностью и полиморфизмом. Классификация типов полиморфизма. 2. Мутационное давление. Вероятность фиксации мутаций. Темпы замещения аллелей. 3. Средняя приспособленность. Генетический дрейф. Эффективный размер популяции.		2	2	Компьютерная презентация	1, 2, 5, 9, 10, 14, 15, 18	Защита презентаций, тематических докладов
9	Организация генома и эволюция	2	2	6			
9.1	Организация генома и эволюция 1. Организация генома у прокариот и эукариот. 2. Размер генома: механизмы увеличения. 3. Эволюция генома и видеообразование.	2		2	Компьютерная презентация, видеоматериалы	5, 9, 11, 14, 15, 17	Подготовка кратких конспектов и тематических рефератов

9.2	Механизмы эволюции генома 1. Эволюция размера генома у бактерий. 2. Размер генома эукариот, парадокс величины С и повторы. 3. Молекулярные часы эволюции. Эволюция структурных и регуляторных генов.		2	4	Компьютерная презентация	5, 9, 11, 14, 15, 17	Тематические доклады, устный опрос
10	Фундаментальные и прикладные аспекты молекулярной эволюции	4	6	14			
10.1	Современные проблемы молекулярной эволюции 1. Эпигенетика и молекулярная эволюция. 2. Нейтральная изменчивость как альтернативный механизм возникновения генетического полиморфизма. 3. Блочный принцип механизма молекулярной эволюции.	2		2	Компьютерная презентация, видеоматериалы	5, 6, 8-12	Подготовка обзора литературы и кратких конспектов
10.2	Общенаучное и практическое значение молекулярной эволюции 1. Молекулярная коэволюция различных систем 2. Эволюционная антропология. Использование генетических методов для изучения эволюционного происхождения человека. 3. Практическое и общенаучное значение молекулярной эволюции.	2		2	Компьютерная презентация, видеоматериалы	5, 6, 8-12	Подготовка обзора литературы и тематических рефератов
10.3	Актуальные проблемы молекулярной эволюции генетических систем 1. Метилирование ДНК и РНК-интерференция как механизмы регуляции на эпигенетическом уровне. 2. Нейтральная изменчивость как альтернативный механизм возникновения генетического полиморфизма. 3. Молекулярная коэволюция: межгеномная молекулярная коэволюция; коэволюция в системе антиген-антитело.		2	4	Компьютерная презентация	5, 6, 8-12	Защита презентаций, тематических докладов
10.4	Молекулярная эволюция и эволюционная антропология 1. Эволюционная антропология. Использование генетических методов для изучения эволюционного происхождения человека. 2. Генетические доказательства эволюционного родства человека и других человекообразных обезьян. 3. Происхождение вида <i>Homo sapiens</i> : данные о генетическом разнообразии аутосомных локусов, митохондриальной ДНК и		2	2	Компьютерная презентация	2, 5, 6, 8-12	Защита поисковых заданий, тематические доклады, презентации

	Y-хромосомы, широкогеномного генотипирования и полного секвенирования геномов.						
10.5	Практическое и общенаучное значение молекулярной эволюции 1. Универсальность молекулярных механизмов эволюции и современная научная картина мира. 2. Молекулярная эволюция и медицина. 3. Управляемая молекулярная эволюция.		2	4	Компьютерная презентация	5, 6, 8-12	Подготовка обзора литературы и тематических докладов, презентаций
Итого		26	30	76			экзамен

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
«ОСНОВЫ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ЭВОЛЮЦИИ»
(заочная форма получения высшего образования)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов		Материальное обеспечение занятия (наглядные, методические пособия и др.)	Литература	Форма контроля знаний
		Лекции	Семинарские занятия			
1	2	3	4	6	7	8
3 семестр						
1	Молекулярная эволюция как наука	2				
1.1	Молекулярная эволюция в системе биологических наук 1. Жизнь как результат эволюции. Добиологическая эволюция и биологическая эволюция. 2. Цели, задачи и принципы молекулярной эволюции как науки. 3. Основные направления, разделы и значение молекулярной эволюции.	1		Компьютерная презентация, видеоматериалы	1, 5, 6, 14, 19	
1.2	Становление и развитие молекулярной эволюции как науки 1. Предпосылки к возникновению и развитию молекулярной эволюции. 2. Основные этапы развития молекулярной эволюции как науки. 3. Достижения молекулярной эволюции на современном этапе развития	1		Компьютерная презентация	1, 5, 6, 14, 16, 19	
2	Молекулярная филогенетика и эволюция геномов	2	2			
2.1	Основы молекулярной филогенетики 1. Основные понятия филогенетики. 2. Типы филогенетических деревьев. Характеристики филогенетического дерева. 3. Методы построения филогенетических деревьев.	1		Компьютерная презентация, видеоматериалы	3-6, 9, 10, 13, 17, 18	
2.2	Организация генома и эволюция 1. Организация генома у прокариот и эукариот. 2. Размер генома: механизмы увеличения.	1		Компьютерная презентация, видеоматериалы	5, 9, 11, 14,	

	3. Эволюция генома и видообразование.				15, 17	
2.3	Механизмы эволюции генома 1. Эволюция размера генома у бактерий. 2. Размер генома эукариот, парадокс величины С и повторы. 3. Молекулярные часы эволюции. Эволюция структурных и регуляторных генов.		2		5, 9-11, 14, 15, 17	Защита поисковых заданий, тематические доклады, устный опрос
	Итого		4	2		
4 семестр						
3	Фундаментальные и прикладные аспекты молекулярной эволюции	2	2			
3.1	Современные проблемы молекулярной эволюции 1. Эпигенетика и молекулярная эволюция. 2. Нейтральная изменчивость как альтернативный механизм возникновения генетического полиморфизма. 3. Блочный принцип механизма молекулярной эволюции.	2		Компьютерная презентация	5, 6, 8-12	
3.2	Практическое и общенаучное значение молекулярной эволюции 1. Универсальность молекулярных механизмов эволюции и современная научная картина мира. 2. Молекулярная эволюция и медицина. 3. Управляемая молекулярная эволюция.		2		2, 5, 6, 8- 12	Тематические доклады, устный опрос, защита презентаций
	Итого	2	2			экзамен
	Всего	6	4			

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Литература

Основная

1. Алтухов, Ю. П. Генетические процессы в популяциях / Ю. П. Алтухов. – М. : ИКЦ «Академкнига», 2003. – 431 с.
2. Лукашов, В. В. Молекулярная эволюция и филогенетический анализ / В. В. Лукашов. – М. : Бином, 2009. – 256 с.
3. Люин, Б. Гены / Б. Люин. – М. : Бином, 2012. – 896 с.
4. Попов, В. В. Геномика с молекулярно-генетическими основами / В. В. Попов. – М. : Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2009. – 304 с.
5. Титок, М. А. Молекулярные аспекты эволюции / М. А. Титок. – Минск : БГУ, 2011. – 183 с.

Дополнительная

6. Айала, Ф. Х. Введение в популяционную и эволюционную генетику / Ф. Х. Айала. – М. : Мир, 1984. – 232 с.
7. 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.
8. Глазко, В. И. Введение в ДНК-технологии / В. И. Глазко, И. М. Дунин, Г. В. Глазко, Л. А. Калашникова. – Москва : ФГНУ «Росинформмагротех», 2001. – 434 с.
9. Глик, Б. Молекулярная биотехнология. Принципы и применение / Б. Глик, Дж. Пастернак. – М. : Мир, 2002. – 589 с.
10. Гончаренко, Г. Г. Основы генетической инженерии / Г. Г. Гончаренко. – Минск : Выш. шк., 2005. – 118 с.
11. Докинз, Р. Расширенный фенотип: длинная рука гена / Р. Докинз. – М. : Астрель, 2010. – 512 с.
12. Жмулев, И. Ф. Общая и молекулярная генетика : учеб.пособие / И. Ф. Жмулев. – Новосибирск : изд-во НГУ, 2007. – 470 с.
13. Иорданский, Н. Н. Эволюция жизни : учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений / Н. Н. Иорданский. – М. : Академия, 2001. – 425 с.
14. Карташев, Ю. Ф. Молекулярная эволюция и популяционная генетика / Ю. Ф. Карташев. – Владивосток : Изд-во Дальневост. ун-та, 2009. – 280 с.
15. Картель, Н. А. Генетика: Энциклопедический словарь / Н. А. Картель, Е. Н. Макеева, А. М. Мезенко. – Минск : Тэхналогія, 1999. – 446 с.
16. Кимура, М. Молекулярная эволюция: теория нейтральности / М. Кимура. – М. : Мир, 1985. – 394 с.
17. Коничев, А. С. Молекулярная биология / А. С. Коничев, Г. А. Севастьянова. – М. : Академия, 2005. – 397 с.

18. Крюков, В. И. Статистические методы изучения изменчивости / В. И. Крюков. – Орёл : Изд-во Орёл-ГАУ, 2006. – 208 с.
19. Северцов, А. С. Теория эволюции: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / А. С. Северцов. – М. : ВЛАДОС, 2005. – 380 с.

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

Методические рекомендации по организации и выполнению самостоятельной работы магистрантов

При изучении дисциплины «Основы молекулярной эволюции» могут использоваться различные подходы в организации самостоятельной работы магистрантов.

Самостоятельная работа магистрантов протекает в форме делового взаимодействия: студент получает непосредственные указания, рекомендации преподавателя об организации и содержании самостоятельной деятельности, а преподаватель выполняет функцию управления через учет, контроль и коррекцию ошибочных действий. Магистранты получают от преподавателя задания для самостоятельной работы и требования к качеству ее выполнения.

При изучении дисциплины рекомендуется использовать следующие формы самостоятельной работы в оптимальном сочетании:

- составление аналитических обзоров учебной и научной литературы;
- выполнение практических заданий
- проработка тем (вопросов), вынесенных на самостоятельное изучение;
- подготовка тематических докладов, рефератов, презентаций;
- подготовка к экзамену по учебной дисциплине;
- другое.

Основными методами организации самостоятельной работы магистрантов являются:

- написание и презентация реферата;
- выступление с докладом;
- изучение тем и проблем, не выносимых на лекции и семинары;
- конспектирование первоисточников;
- компьютеризированное тестирование;
- подготовка и участие в активных формах обучения.

Контроль самостоятельной работы осуществляется в виде:

- тестирования;
- обсуждения рефератов;
- оценка устного ответа на вопрос;
- оценка реферата;
- защиты практических заданий;
- проверки конспектов;
- индивидуальной беседы;
- других мероприятий.

**Требования к выполнению самостоятельной работы магистрантов
по учебной дисциплине «Основы молекулярной эволюции»**

№ п/п	Название темы	Количе- ство часов на СРС	Задание	Форма выполнения
1.	Молекулярная эволюция как наука	8	Проанализировать основную и дополнительную литературу по вопросам темы, составить опорный конспект.	Опорный конспект
2.	Молекулярные основы эволюции	6	Изучить рекомендованную литературу; составить краткий конспект по вопросам темы (согласно программе); Подготовить реферат или презентацию (на выбор) на тему: «Факторы и генетический контроль мутагенеза».	Конспект, реферат, презентация
3.	Эволюционные изменения аминокислотных последовательностей	10	Изучить рекомендованную литературу; составить краткий конспект по вопросам темы (согласно программе); подготовить реферат или презентацию на темы (на выбор): «Современные методы определения характера аминокислотных замен», «Методы поиска гомологичных последовательностей в компьютерных базах данных».	Конспект, реферат, презентация и защита тематических докладов
4.	Эволюционные изменения нуклеотидных последовательностей	12	Изучить рекомендованную литературу; составить краткий конспект по вопросам темы (согласно программе). Подготовить реферат или презентацию (на выбор) на тему: «Методы изучения синонимичных и несинонимичных нуклеотидных замен», «Отбор на уровне нуклеотидных последовательностей: очищающий и позитивный отбор», «Методы изучения эволюционных дистанций и скоростей эволюции нуклеотидных последовательностей».	Реферат, конспект, компьютерная презентация
5.	Дупликация генов и эволюция	4	Изучить рекомендованную литературу; составить краткий конспект по вопросам темы (согласно программе). Подготовить реферат или презентацию (на выбор) на тему: «Дупликации генов и их роль в эволюции».	Реферат, конспект, компьютерная презентация

6.	Транспозиция и эволюция	6	Составить аналитический обзор по вопросам темы (согласно программе). Подготовить реферат или презентацию (на выбор) на тему: «Транспозоны и горизонтальный перенос генов в эволюции растений и животных».	Конспект, реферат, презентация
7.	Молекулярная филогения	6	Изучить рекомендованную литературу; составить аналитический обзор по вопросам темы: «Типы филогенетических деревьев и методы их построения».	Конспект
8.	Динамика генов в популяциях	4	Изучить рекомендованную литературу; составить краткий конспект по вопросам темы (согласно программе).	Конспект
9.	Организация генома и эволюция	6	Изучить рекомендованную литературу; составить краткий конспект по вопросам темы (согласно программе). Подготовить реферат или презентацию (на выбор) на тему: «Эволюция генома и видообразование», «Механизмы эволюции геномов прокариот и эукариот».	Реферат, конспект, компьютерная презентация
10.	Фундаментальные и прикладные аспекты молекулярной эволюции	14	Изучить рекомендованную литературу; составить краткий конспект по вопросам темы (согласно программе). Подготовить реферат или презентацию на темы (на выбор): «Эпигенетика и молекулярная эволюция», «Молекулярная коэволюция», «Молекулярная эволюция и медицина», «Молекулярная эволюция и эволюционная антропология».	Реферат, конспект, компьютерная презентация и защита поисковых заданий

Перечень используемых средств диагностики результатов учебной деятельности

Для текущего контроля и самоконтроля знаний и умений магистрантов по учебной дисциплине «Основы молекулярной эволюции» можно использовать следующий диагностический инструментарий:

- устный опрос;
- тестовый контроль;
- подготовка рефератов и презентаций;
- подготовка тематических докладов;
- подготовка обзоров литературы по отдельным темам;
- выполнение поисковых заданий;
- экзамен.

Критерии оценки знаний и компетенций магистрантов по учебной дисциплине «Основы молекулярной эволюции»

Форма контроля – экзамен

10 баллов – десять:

систематизированные, глубокие и полные знания по программе учебной дисциплины, а также по основным вопросам, выходящим за ее пределы; точное использование научной терминологии, грамотное, логичное выполнение заданий и умение делать обоснованные выводы; безупречное владение инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке и решении профессиональных задач; выраженная способность самостоятельно и творчески решать проблемы в нестандартной ситуации; полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; умение ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях молекулярной эволюции, использовать научные достижения других смежных дисциплин; творческая самостоятельная работа при выполнении общих и индивидуальных заданий семинарских занятий, активное участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

9 баллов – девять:

систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам программы учебной дисциплины; точное использование научной терминологии, грамотное, логичное выполнение заданий и умение делать обоснованные выводы; хорошее владение инструментарием, умение его эффективно использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач; способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации в рамках учебной программы учебной дисциплины; полное усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой; умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях молекулярной эволюции; творческая самостоятельная работа при выполнении общих и индивидуальных заданий семинарских занятий, высокий уровень культуры исполнения заданий.

8 баллов – восемь:

систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам программы учебной дисциплины; точное использование научной терминологии, грамотное, логичное выполнение заданий и умение делать обоснованные выводы; владение инструментарием, техникой информационных технологий; умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач; способность самостоятельно решать сложные проблемы в рамках учебной программы; освоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой учебной дисциплины; умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях молекулярной эволюции; активная

самостоятельная работа при выполнении общих и индивидуальных заданий семинарских занятий, высокий уровень культуры исполнения заданий.

7 баллов – семь:

систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы учебной дисциплины; использование научной терминологии, грамотное, логичное выполнение заданий и умение делать обоснованные выводы; владение инструментарием, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач; усвоение основной и части дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях молекулярной эволюции; самостоятельная работа при выполнении общих и индивидуальных заданий семинарских занятий, хороший уровень культуры исполнения заданий.

6 баллов – шесть:

достаточно полные и систематизированные знания в объеме учебной программы учебной дисциплины; использование необходимой научной терминологии, грамотное, логичное выполнение заданий и умение делать в основном обоснованные выводы; владение инструментарием, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач; способность самостоятельно применять типовые решения в рамках учебной программы учебной дисциплины; усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой учебной дисциплины; умение ориентироваться в базовых теориях по изучаемой учебной дисциплине; консультативная помощь преподавателя для организации самостоятельной работы при выполнении общих и индивидуальных заданий семинарских занятий, достаточный уровень культуры исполнения заданий.

5 баллов – пять:

достаточные знания в объеме учебной программы; использование научной терминологии; грамотное, логичное выполнение заданий и умение делать в основном обоснованные выводы; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении типовых учебных задач; усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; консультативная помощь преподавателя для организации самостоятельной работы при выполнении общих и индивидуальных заданий семинарских занятий; достаточный уровень культуры исполнения заданий.

4 балла – четыре:

достаточный объем знаний в рамках программы; усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой; использование основной научной терминологии; выполнение заданий и умение делать наблюдения и выводы без существенных ошибок; владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении стандартных (типовых) задач; умение под руководством преподавателя решать стандартные (типовые) задачи; выполнение общих и индивидуальных заданий

семинарских занятий с большой долей помощи преподавателя или товарища-консультанта, допустимый уровень культуры исполнения заданий.

3 балла – три:

недостаточно полный объем знаний в рамках программы; знание части основной литературы, рекомендованной учебной программой; использование научной терминологии, выполнение заданий семинарских занятий и изложение ответа на вопросы с существенными ошибками; слабое владение теоретическими основами молекулярной эволюции, некомпетентность в решении стандартных (типовых) задач; пассивность при выполнении общих и индивидуальных заданий семинарских занятий.

2 балла – два:

фрагментарные знания в рамках программы; знания отдельных литературных источников, рекомендованных учебной программой; неумение использовать научную терминологию молекулярной эволюции; не выполнение общих и индивидуальных заданий семинарских занятий.

1 балл – один:

отсутствие знаний и компетенций в рамках учебной программы практики по основам молекулярной эволюции.

**Протокол согласования учебной программы
учебной дисциплины «Основы молекулярной эволюции»
с другими учебными дисциплинами специальности**

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях содержании учебной программы учреждения высшего образования учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Современные проблемы биологии	Кафедра общей биологии и ботаники	Согласовано содержанием учебной программы	Протокол № 11 от 29 мая 2018 г.
Методика биологических исследований	Кафедра общей биологии и ботаники	Согласовано содержанием учебной программы	Протокол № 11 от 29 мая 2018 г.