


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский
государственный университет» (Новосибирский государственный
университет, НГУ)

Факультет естественных наук


_____ *подпись*
Согласовано
Декан ФЕН
Резников В.А.
«10» октября 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ЭВОЛЮЦИОННАЯ БИОЛОГИЯ I: ТЕОРИЯ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ЭВОЛЮЦИИ

направление подготовки: 06.04.01 Биология

направленность (профиль): Биология

Форма обучения: очная

Разработчики:

к.б.н. Ю.Г. Матушкин

Зав.каф. информационной биологии
академик РАН Колчанов Н.А.

Руководитель программы:

д.б. н., профессор Рубцов Н.Б.

Новосибирск, 2020

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	3
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы	4
3. Трудоемкость дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося	4
4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий.....	5
5. Перечень учебной литературы	6
6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся ..	6
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины	6
8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	7
9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	7
10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.....	7

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Результаты освоения образовательной программы (компетенции)	В результате изучения дисциплины обучающиеся должны:		
	знать	уметь	владеть
ОПК-3 Готовность использовать фундаментальные биологические представления в сфере профессиональной деятельности для постановки и решения новых задач	- теорию молекулярно-генетических систем управления (генных сетей), о биологической молекулярной эволюции (макро и микро)		- навыками самостоятельного анализа имеющейся информации
ОПК-5 Способность применять знание истории и методологии биологических наук для решения фундаментальных профессиональных задач	- кинетические модели Эйгеновского типа, модели гиперциклов, квазивидов, сайзеров, понимать смысл катастрофы мутационных ошибок, - теорию нейтральной эволюции Кимуры и соответствующие математические модели		
ОПК-7 Готовность творчески применять современные компьютерные технологии при сборе, хранении, обработке, анализе и передаче биологической информации для решения профессиональных задач			- представлением о макроэволюции последовательностей биополимеров, - представлением о методах филогенетического анализа
ПК-4 Способность генерировать новые идеи и методические	- о роли различных регуляторных контуров в	- самостоятельно строить процесс овладения информацией,	- знанием возможностей и режимов молекулярной

Результаты освоения образовательной программы (компетенции)	В результате изучения дисциплины обучающиеся должны:		
	знать	уметь	владеть
решения	генной сети при разных видах отбора	отобранной и структурированной для выполнения профессиональной деятельности, используя неординарные подходы	коэволюции в различных живых системах

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплины (практики), изучение которых необходимо для освоения дисциплины

Эволюционная биология I: теория молекулярной эволюции:

- Молекулярная биология (молекулярные механизмы реализации генетической информации, репликации, репарации);
- Введение в информационную биологию;
- Эволюционное учение;
- Генетика популяций;
- Введение в информационную биологию;
- Организация и функционирование молекулярно-генетических систем IV: генные сети.

Дисциплины (практики), для изучения которых необходимо для освоения дисциплины

Эволюционная биология I: теория молекулярной эволюции:

- Современные проблемы биологии: биоинформатика структур макромолекул;
- Эволюционная биология II: эволюция сложных систем;
- при подготовке дипломной работы.

3. Трудоемкость дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося

Трудоемкость дисциплины – 2 з.е. (72 ч)

Форма промежуточной аттестации: 2 семестр – дифференцированный зачет

№	Вид деятельности	Семестр
		2
1	Лекции, ч	10
2	Практические занятия, ч	14
3	Лабораторные занятия, ч	
4	Занятия в контактной форме, ч, из них	26
5	из них аудиторных занятий, ч	24
6	в электронной форме, ч	
7	консультаций, час.	

8	промежуточная аттестация, ч	2
9	Самостоятельная работа, час.	46
10	Всего, ч	72

4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

2 семестр
Лекции (10 ч)

Наименование темы и их содержание	Объем, час
Раздел 1 Молекулярная эволюция (МЭ).	
1. Молекулярная эволюция (МЭ). Добиологическая МЭ. Биологическая МЭ. Микро- и макроэволюция	1
Раздел 2 Кинетические модели Эйгеновского типа.	
1. Кинетические модели Эйгеновского типа, модели гиперциклов, квазивидов, сайзеров, катастрофы мутационных ошибок	1
Раздел 3 Теория нейтральной эволюции Кимуры	
1. Теория нейтральной эволюции Кимуры и соответствующие математические модели. Дилемма Холдейна и эстафетный режим	1
Раздел 4 Связь параметров микро- и макроэволюционных процессов.	
1. Связь параметров микро- и макроэволюционных процессов. Скорости макроэволюции и роль многоклеточности	1
Раздел 5 Молекулярная эволюция иммунной системы	
1. Молекулярная эволюция иммунной системы, модели. Коэволюция микро-паразита и макрохозяина.	1
Раздел 6 Модели эволюции последовательностей.	
1. Модели эволюции последовательностей. Оптимальное выравнивание последовательностей. Методы филогенетического анализа. Филогенетический анализ генов и белков.	1
Раздел 7 Адаптивный режим эволюции	
1. Адаптивный режим эволюции. Сравнительная эволюция белков в геномах разных видов. Марковские модели эволюции белков. Коварионный метод выявления адаптивной эволюции.	1
Раздел 8 Современные методы реконструкции филогении организмов	
1. Сложности реконструкции филогении организмов. Современные методы.	1
Раздел 9 Использование выделенных позиций для филогенетического исследования NGS данных.	
1. Использование выделенных позиций для филогенетического исследования NGS данных.	1
Раздел 10 Роль различных регуляторных контуров в эволюции генных сетей.	
1. Роль различных регуляторных контуров в эволюции генных сетей	0,5
Раздел 11 Эволюция генных сетей	
1. Эволюция генных сетей	0,5

Практические занятия (14 ч)

Содержание практического занятия	Объем, час
практические занятия по темам лекций	14

Самостоятельная работа студентов (72 ч)

Перечень занятий на СРС	Объем, час

Освоение материала лекций, изучение теоретического материала, не освещаемого на лекциях, подготовка к практическим занятиям	30
Подготовка к дифференцированному зачету	16

5. Перечень учебной литературы

5.1 Основная литература

1. Ратнер В.А., Жарких А.А., Колчанов Н.А., Родин С.Н., Соловьев В.В., Шамин В.В. Проблемы теории молекулярной эволюции. Новосибирск: Наука, 1985.
2. Кимура М. Молекулярная эволюция: теория нейтральности. М: "Мир", 1985
3. Эйген М., Шустер П. Гиперцикл: принципы самоорганизации макромолекул. М: "Мир", 1982
4. Nei M. Molecular evolutionary genetics. Columbia University Press. New York Guildford, Surrey 1987
5. Введение в информационную биологию и биоинформатику: В 5 т.: Учебное пособие / Отв. ред. Н.А. Колчанов, О.В. Вишневецкий, Д.П. Фурман. Новосибирск: НГУ, 2012. Т. 2. 250 с., илл.

5.2 Дополнительная литература

6. Li W.H., Craur D. Fundamentals of molecular evolution. Sinauer Associates, Inc. 1991
7. Gene Regulation and Metabolism. Postgenomic Computational Approaches. Ed. By J. Collado-Vides and R. Hofestadt, A Bradford Book, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, London, England, 2002
8. Родин С.Н. Идея коэволюции. Новосибирск, «Наука», 1991
9. Иванов В.И., Барышникова Н.В. и др. Генетика / Учебник для вузов. – М.: ИКЦ Академкнига, 2007.

6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся

10. Материалы на сайте кафедры информационной биологии

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Освоение дисциплины используются следующие ресурсы:

- электронная информационно-образовательная среда НГУ (ЭИОС);
- образовательные интернет-порталы;
- информационно-телекоммуникационная сеть Интернет.

Взаимодействие обучающегося с преподавателем (синхронное и (или) асинхронное) осуществляется через личный кабинет студента в ЭИОС, электронную почту.

7.1 Современные профессиональные базы данных:

Не используются

7.2. Информационные справочные системы

Не используются

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

8.1 Перечень программного обеспечения
ОС Windows и Microsoft Office

8.2 Информационные справочные системы
Не используются

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для реализации дисциплины **Эволюционная биология I: теория молекулярной эволюции** используются специальные помещения:

1. Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, промежуточной и итоговой аттестации;

2. Помещения для самостоятельной работы обучающихся;

Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

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

Для проведения занятий лекционного типа предлагаются следующие наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий:

- комплект лекций-презентаций по темам дисциплины;

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется согласно «Порядку организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в Новосибирском государственном университете».

10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

Перечень результатов обучения по дисциплине **Эволюционная биология I: теория молекулярной эволюции** и индикаторов их достижения представлен в виде знаний, умений и владений в разделе 1.

10.1 Порядок проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

Текущий контроль успеваемости:

Формой текущего контроля при прохождении дисциплины «Эволюционная биология I: теория молекулярной эволюции» является контроль посещаемости лекционных занятий, ответы на вопросы по пройденному материалу.

Программа оценивания учебной деятельности студента

Оценка учебной деятельности студента в ходе обучения по программе курса в течение 2 семестра осуществляется в форме устного опроса по изученному материалу перед каждой лекцией.

Лекции:

Оценивается посещаемость, посещение каждой лекции оценивается в 10 баллов.

Самостоятельная работа

Для оценки качества усвоения материала лекционных занятий, проводится устный опрос перед началом каждой лекции. Диапазон оценки от 0 до 10 баллов.

Максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за 2 семестр по дисциплине «Молекулярная эволюция» составляет 280 баллов.

Итоговая оценка за семестр складывается из суммы баллов, набранных в семестре. Максимальная сумма баллов в семестре составляет 280 баллов.

Для того, чтобы быть допущенным к экзамену студент должен набрать не менее 170 баллов ($\approx 60\%$ из 280 баллов). Допуск к экзамену в случае, если 170 баллов не набраны, решается в индивидуальном порядке с преподавателем. Преподаватель может провести дополнительную контрольную работу или устное собеседование по всему курсу. Если студент набирает 60% баллов от максимально возможных, он может сдавать экзамен, если сумма окажется менее 60% баллов, то ему выставляется за экзамен оценка «неудовлетворительно».

Промежуточная аттестация:

Формой промежуточной аттестации по дисциплине является дифференцированный зачет. Для того чтобы быть допущенным к дифференцированному зачету, студент должен выполнить следующее:

- в ходе прохождения дисциплины посетить не менее 50 % занятий;
- ответить на вопросы по пройденному материалу (в начале каждого лекционного занятия).

Устный дифференцированный зачет оценивается в 40, 60 или 80 баллов в зависимости от оценки: «удовлетворительно», «хорошо» или «отлично» по пятибалльной шкале. Таким образом, максимально возможная сумма составляет 360 баллов. При сдаче студентом дифференцированного зачета, баллы за него суммируются с баллами, набранными в семестре, и в зачетку выставляется итоговая оценка за семестр:

Таблица пересчета полученной студентом суммы баллов по дисциплине «Эволюционная биология I: теория молекулярной эволюции» в итоговую оценку:

290 баллов и более ($\geq 80\%$)	«отлично»
250- 289 балла ($\geq 70\%$)	«хорошо»
210 – 249 баллов ($\geq 60\%$)	«удовлетворительно»
209 и менее баллов ($< 60\%$)	«неудовлетворительно»

Описание критериев и шкал оценивания индикаторов достижения результатов обучения по дисциплине Эволюционная биология I: теория молекулярной эволюции

Таблица 10.1

Код компетенции	Результат обучения по дисциплине	Оценочное средство
ОПК-3	Знание теории молекулярно-генетических систем управления (генных сетей), о биологической молекулярной эволюции. (макро и микро)	Устный опрос Дифференцированный зачет
	Владение навыками самостоятельного анализа имеющейся информации	Устный опрос Дифференцированный зачет

ОПК-5	Знание кинетических моделей Эйгеновского типа, моделей гиперциклов, квазивидов, сайзеров, понимание смысла катастрофы мутационных ошибок	Устный опрос Дифференцированный зачет
	Знание теории нейтральной эволюции Кимуры и соответствующие математические модели	Устный опрос Дифференцированный зачет
ОПК-7	Владение представлением о макроэволюции последовательностей биополимеров	Устный опрос Дифференцированный зачет
	Владение представлением о методах филогенетического анализа	Устный опрос Дифференцированный зачет
ПК-4	Знание роли различных регуляторных контуров в геномной сети при разных видах отбора	Устный опрос Дифференцированный зачет
	Умение самостоятельно строить процесс овладения информацией, отобранной и структурированной для выполнения профессиональной деятельности, используя неординарные подходы	Устный опрос Дифференцированный зачет
	Владение знанием возможностей и режимов молекулярной коэволюции в различных живых системах	Устный опрос Дифференцированный зачет

Таблица 10.2

Критерии оценивания результатов обучения	Шкала оценивания
<p>Устный опрос:</p> <ul style="list-style-type: none"> – владение теоретическим и фактическим материалом, – осмысленность, логичность и аргументированность изложения материала, – точность и корректность применения терминов и понятий, – полнота раскрытия темы. <p>Дифференцированный зачет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – владение теоретическим и фактическим материалом, – самостоятельность, осмысленность, структурированность, логичность и аргументированность изложения материала, отсутствие затруднений в объяснении процессов и явления, а также при формулировке собственных суждений, – точность и корректность применения терминов и понятий, – наличие исчерпывающих ответов на дополнительные вопросы. <p>При ответе студент может допустить не принципиальные неточности.</p>	<i>Отлично</i>
<p>Устный опрос:</p> <ul style="list-style-type: none"> – владение теоретическим и фактическим материалом, – осмысленность, логичность и аргументированность изложения материала, наличие затруднений в формулировке собственных суждений, – точность и корректность применения терминов и понятий при наличии незначительных ошибок, – полнота раскрытия темы. <p>Дифференцированный зачет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – владение теоретическим и фактическим материалом, – самостоятельность, осмысленность, структурированность, логичность и аргументированность изложения материала, наличие затруднений в объяснении отдельных процессов и явлений, а также при формулировке 	<i>Хорошо</i>

<p>собственных суждений, – точность и корректность применения терминов и понятий при наличии незначительных ошибок, – наличие полных ответов на дополнительные вопросы с возможным присутствием ошибок.</p>	
<p><u>Устный опрос:</u> – недостаточно уверенное владение теоретическим и фактическим материалом, – осмысленность в изложении материала, при наличии ошибок в логике и аргументации, – корректность применения терминов и понятий, при наличии незначительных ошибок, – фрагментарность раскрытия темы. <u>Дифференцированный зачет:</u> – недостаточное владение теоретическим и фактическим материалом, – самостоятельность и осмысленность в изложении материала при наличии ошибок в логике и аргументации, в объяснении процессов и явлений, а также затруднения при формулировке собственных суждений, – корректность применения терминов и понятий, при наличии незначительных ошибок, – наличие неполных и/или содержащих существенные ошибки ответов на дополнительные вопросы.</p>	<p><i>Удовлетворительно</i></p>
<p><u>Устный опрос:</u> – отсутствие понимания теоретического и фактического материала, – компилятивное, неосмысленное, нелогичное и неаргументированное изложение материала, – грубые ошибки в применении терминов и понятий, – фрагментарность раскрытия темы. <u>Дифференцированный зачет:</u> – фрагментарное и недостаточное представление теоретического и фактического материала, – отсутствие осмысленности, структурированности, логичности и аргументированности в изложении материала, – грубые ошибки в применении терминов и понятий, – отсутствие ответов на дополнительные вопросы.</p>	<p><i>Неудовлетворительно</i></p>

Типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения

Примеры вопросов для текущего контроля:

1. МГСУ (генные сети). Биологическая молекулярная эволюция. (макро и микро). Кинетические модели Эйгеновского типа. Гиперцикл. Сайзер.
2. Квасивиды.
3. Катастрофа мутационных ошибок.
4. Теория нейтральной эволюции Кимуры. Детерминированные модели динамики популяций
5. Теория нейтральной эволюции Кимуры. Стохастические модели динамики популяций
6. Связь параметров микроэволюционного и макроэволюционного процессов.
7. Генетический груз и дилемма Холдейна. Скорость макроэволюции и роль многоклеточности.
8. Внутренние причины прогрессивной эволюции иммунной системы.
9. Вирусная инфекция как фактор прогрессивной дивергенции иммунной системы в ходе эволюции
10. Роль отрицательного регуляторного контура при разных видах отбора.
11. Что такое эволюционное расстояние? В чем отличие модели нуклеотидных замен Кимуры от модели Джукса-Кантора? Классификация аминокислотных замен в белках. Особенности модели эволюции аминокислотных последовательностей Дайхоф. Что такое мутабельность аминокислоты? Каким образом матрицы сходства аминокислот (матрица весов сравнения аминокислот) связаны с матрицами скоростей замен? Что такое филогенетическое дерево? Какие существуют методы построения филогенетических деревьев? Метод расстояний на примере UPGMA и его недостатки.
12. Какие существуют режимы отбора? Чем характерна фиксация нейтральных замен? Каково соотношение по приспособленности мутаций в белках согласно Кимуре? Что такое гипотеза молекулярных часов? Что такое синонимические и несинонимические замены? Каким образом оценить тип отбора для двух выровненных последовательностей?
13. Опишите биологические предпосылки и математические основы одного из методов анализа режимов эволюции белок-кодирующих генов (на выбор – метода, использующего информацию о белке или метода не учитывающего такую информацию).
14. Опишите основные этапы работы алгоритма реконструкции филогенетического дерева методом максимального правдоподобия или алгоритма реконструкции филогенетического дерева Байесовским методом (на выбор).
15. Опишите основные трудности при эволюционном анализе данных, получаемых методами высокопроизводительного секвенирования, меры описывающие качество данных высокопроизводительного секвенирования и подходы к детекции полиморфных состояний в геноме, секвенированном методами высокопроизводительного секвенирования.
16. Закон гомологических рядов Вавилова. В чем разница между гомологичными и гомологическими признаками? Принцип необратимости эволюции Долло. Каким образом эволюция генных сетей позволяет объяснить исключения из него? Объясните, в каких случаях отбор по моногенному признаку действительно можно рассматривать как отбор по одному гену, а в каких случаях – это удобное упрощение?
17. Обнейтраливание мутаций в генных сетях. Каким образом в эволюции генных сетей может обходиться дилемма Холдейна? Конвергентная и дивергентная эволюция в генных сетях. Покажите, как в ходе эволюции может формироваться вырожденность генной сети по отношению к признаку.
18. Что такое стресс (определение по Селье)? Как генные сети стресса могут влиять на эволюцию?

Оценочные материалы по промежуточной аттестации , предназначенные для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям ФГОС, хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном и электронном виде.