

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет»
университет»

(Новосибирский государственный университет, НГУ)

Факультет естественных наук

УТВЕРЖДАЮ

Декан ФЕН НГУ

_____ В.А. Резников

«__» _____ 201_ г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ
по дисциплине**

**«Математические основы системной биологии:
моделирование молекулярно-генетических систем»**

Направление подготовки: 06.04.01 Биология , магистратура

Кафедра информационной биологии

Новосибирск 2020

Фонд оценочных средств промежуточной аттестации по дисциплине является **Приложением 2** к рабочей программе дисциплины «Математические основы системной биологии: моделирование молекулярно-генетических систем», реализуемой в рамках основной образовательной программы высшего профессионального образования по направлению подготовки: 06.04.01 Биология, магистратура.

Фонд оценочных средств промежуточной аттестации по дисциплине утвержден решением ученого совета Факультета естественных наук № _____ от _____.

Разработчики:

к.б.н. , ассистент Акбердин И.Р.

Ответственный за образовательную программу:

д.б.н., доцент

Д.П. Фурман

1. Содержание и порядок проведения промежуточной аттестации по дисциплине

1.1. Общая характеристика содержания промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по дисциплине «Математические основы системной биологии: моделирование молекулярно-генетических систем» проводится по завершению периода освоения образовательной программы 1 семестра для оценки сформированности компетенций в части следующих укрупненных характеристик результатов обучения (таблица П1.1).

Таблица П1.1

Код	Компетенции, формируемые в рамках дисциплины «Математические основы системной биологии: моделирование молекулярно-генетических систем»	Семестр 1
		экзамен
ОПК-3 Готовность использовать фундаментальные биологические представления в сфере профессиональной деятельности для постановки и решения новых задач		
	Знать: особенности и специфику объекта и метода исследования, методы сбора и анализа информации для решения поставленных исследовательских задач; владеть: навыками самостоятельного анализа имеющейся информации	+
ОПК-7 Готовность творчески применять современные компьютерные технологии при сборе, хранении, обработке, анализе и передаче биологической информации для решения профессиональных задач		
	Знать: основные методы и подходы математического и компьютерного моделирования динамики молекулярно-генетических систем на всех уровнях их организации; уметь работать с базами данных по тематике (направлению) исследования; владеть: навыками приемами моделирования биологических процессов, а также способами оценки валидности разработанных моделей	+
ПК-4 Способность генерировать новые идеи и методические решения		
	Уметь применять основные методы и подходы математического и компьютерного моделирования динамики молекулярно-генетических систем на всех уровнях их организации; владеть: приемами и методами для выполнения и решения новых идей	+
ПК-7 Готовность осуществлять проектирование и контроль биотехнологических процессов		
	Владеть: навыками моделирования молекулярно-генетических систем с помощью обобщенного химико-кинетического подхода	+

ПК-8 Способность планировать и проводить мероприятия по оценке состояния и охране природной среды, организовать мероприятия по рациональному природопользованию, оценке и восстановлению биоресурсов		
	Уметь обосновывать выбор того или иного метода, интерпретировать полученные результаты с учетом всех ограничений и особенностей используемого метода, вести научно-исследовательскую деятельность в соответствии с регламентом.	+

Компетенции оцениваются экзаменом, который включают в себя устные ответы на вопросы по дисциплине «Математические основы системной биологии: моделирование молекулярно-генетических систем». Тематика экзаменационных вопросов и заданий экзамена включает вопросы следующих темы (разделы):

- 1) Введение в курс, основные понятия и термины, обзор современных подходов и методов моделирования молекулярно-генетических систем
- 2) Математическое моделирование генных сетей и метаболических путей в различных компьютерных системах
- 3) Внутриклеточный уровень: Потокное моделирование метаболических путей
- 4) Внутриклеточный уровень: Динамическое моделирование молекулярно-генетических систем
- 5) Тканевой и организменный уровни: Морфогены и формирование биологического паттерна
- 6) Тканевой и организменный уровни: Математическое моделирование развития ткани растения
- 7) Тканевой и организменный уровни: Математическое моделирование механизмов поддержания плюрипотентности и дифференцировки эмбриональных стволовых клеток животных и человека.
- 8) Экологическое моделирование
- 9) Моделирование эволюционных процессов

1.1. Порядок проведения промежуточной аттестации по дисциплине

По дисциплине «Математические основы системной биологии: моделирование молекулярно-генетических систем» проводится текущая и промежуточная аттестация.

Текущая аттестация осуществляется на лекционных и практических занятиях. Оценка учебной деятельности студента в ходе обучения по программе курса в течение 1 семестра осуществляется в форме начисления определенной суммы баллов в соответствии с результатами текущего контроля по следующим видам учебной деятельности:

Лекции:

Оценивается посещаемость, посещение каждой лекции оценивается в **20** баллов.

Практические занятия:

Оценивается правильность выполнения заданий. Правильно выполненное задание всего практического занятия оценивается в **20 баллов**.

Проверяется правильность и полнота выполнения заданий по темам:

1. Построение и анализ математической модели циклической системы, состоящей из трех генетических элементов - репресселятор;
2. Построение и анализ кинетической модели последовательной цепи моносубстратных ферментативных реакций с ингибированием конечным продуктом первоначального фермента;
3. Построение и анализ потоковой модели гликолиза.
4. Построение и анализ минимальной математической модели ткани растения - зачаток листа.
5. Построение и анализ математической модели «коровой» геной сети поддержания плюрипотентности и дифференцировки эмбриональных стволовых клеток.

Итоговый контроль. Итоговую оценку за семестр студент получает на устном экзамене.

Экзамен по дисциплине **«Математические основы системной биологии: геной сети: математическое моделирование и анализ»** проводится в форме устного опроса.

Для того чтобы быть допущенным к экзамену, студент должен выполнить следующее:

- в ходе прохождения дисциплины посетить не менее 50 % занятий;
- сдать все отчеты о выполнении практических заданий.

Максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за 1 семестр по дисциплине **«Математические основы системной биологии: Моделирование молекулярно-генетических систем»** составляет 340 баллов.

Таблица пересчета полученной студентом суммы баллов по дисциплине **«Математические основы системной биологии: Моделирование молекулярно-генетических систем»** в допуск к экзамену:

более 170 баллов	«допуск»
менее 170 баллов	«недопуск»

Экзаменационная оценка выставляется после устного экзамена, в ходе которого студент должен ответить на три вопроса из выбранного им билета.

Итоговая оценка выставляется по сумме набранных баллов.

Таблица 2.1.

Таблица пересчета полученной студентом на экзамене суммы баллов по дисциплине **«Математические основы системной биологии: Моделирование молекулярно-генетических систем»**, в оценку:

5 баллов	«отлично»
4 балла	«хорошо»
3 балла	«удовлетворительно»
2 и менее балла	«неудовлетворительно»

Перечень теоретических вопросов к экзамену по курсу «Математические основы системной биологии: генные сети: математическое моделирование и анализ»

1) **Введение в курс**, основные понятия и термины, обзор современных подходов и методов моделирования молекулярно-генетических систем

Что такое модель и для чего она нужна? Что такое моделирование?

Какие существуют приемы и способы моделирования?

Каковы основные этапы построения модели?

Какова специфика и особенности молекулярно-генетических систем как объекта моделирования? Что такое элементарные подсистемы биологических систем?

Какие методы и подходы наиболее часто используются для моделирования динамики молекулярно-генетических систем?

Какие существуют классификации методов классификация методов и подходов моделирования динамики молекулярно-генетических систем?

В чем состоит значение теоремы Корзухина с позиций моделирования элементарных подсистем в составе моделей генных сетей?

На чем основано автоматическое конструирование компьютерных моделей молекулярно-генетических систем? (охарактеризовать основные приемы)

Дайте определение обобщенным функциям Хилла. Когда использование обобщенных функций Хилла является целесообразным при моделировании элементарных подсистем в составе моделей генных сетей? Приведите примеры обобщенных функций Хилла, описывающих процессы ингибирования, активации и смешанного типа регуляции.

2) **Математическое моделирование генных сетей и метаболических путей в различных компьютерных системах**

Каковы основные этапы построения математических моделей?

Каковы основные проблемы, возникающие при математическом моделировании молекулярно-генетических систем?

Какими способами осуществляется верификация параметров математических моделей молекулярно-генетических систем?

Каким образом можно промоделировать различные мутации в генных сетях?

Что такое «мутационный портрет» геномной сети и как его строят?

При исследовании каких вопросов применяются математические модели молекулярно-генетических систем?

Кратко охарактеризуйте форматы представления структуры генных сетей и математических моделей молекулярно-генетических систем: SBML, SBGN, SibML, CellML.

Кратко охарактеризуйте форматы и содержание базы данных математических моделей (Biomodels, E-cell, MAMMOTH и др.) и возможности компьютерных систем для моделирования динамики генных сетей и метаболических путей (COBRA, COPASI, Cellerator, CellDesigner и др.).

3) **Внутриклеточный уровень**: Потокное моделирование метаболических путей

Какова специфика и особенности потокного моделирования метаболических путей?

Сформулируйте основные понятия и термины потокного моделирования.

Какие основные отличия MFA и FBA подходов?

Приведите примеры использования потокного моделирования для решения биотехнологических задач.

4) **Внутриклеточный уровень**: Динамическое моделирование молекулярно-генетических систем

Какова специфика и особенности обобщенного химико-кинетического метода моделирования?

Каким образом проводится формальное описание математических и компьютерных моделей генных сетей на основе обобщенного химико-кинетического метода моделирования?

Дайте краткое описание концепции «электронная клетка». Расскажите о существующих проблемах в создании «электронной клетки» и подходах к их решению.

Охарактеризуйте метаболизм нуклеотидов у *E. coli* и механизмы регуляции этой молекулярно-генетической системы. Кратко опишите математическую модель биосинтеза пиримидинов и режимы ее динамического поведения.

5) Тканевой и организменный уровни: Морфогены и формирование биологического паттерна

Кратко охарактеризуйте основные положения теории позиционной информации.

Определите термин морфоген. Опишите основные процессы, влияющие на формирование распределения морфогена. Приведите примеры математического описания процессов диффузии, деградации (разбавления), регулируемого и нерегулируемого синтеза вещества.

6) Тканевой и организменный уровни: Математическое моделирование развития ткани растения

Кратко опишите механизмы распределения ауксина в корне и его влияние на развитие корневой системы. Опишите структурную гипотезу формирования распределения ауксина и область ее применения. Опишите математические модели "обратного фонтана" и «отраженной волны», области их применения.

Опишите основные приемы моделирования клеточной динамики. Какие допущения используют исследователи при моделировании роста и деления клеток. Опишите математические модели роста корня (1) без регуляции роста и деления клеток; (2) с регуляцией роста клеток; (3) с регуляцией деления клеток. Охарактеризуйте область применения каждой из моделей.

7) Тканевой и организменный уровни: Математическое моделирование механизмов поддержания плюрипотентности и дифференцировки эмбриональных стволовых клеток животных и человека.

Что такое плюрипотентность? Какие основные стадии эмбриогенеза животных и человека? В чем их различия между животными и человеком на различных уровнях регуляции поддержания плюрипотентности?

Кратко опишите основные механизмы поддержания плюрипотентности и дифференцировки эмбриональных стволовых клеток животных и человека.

Дайте определение понятию «коровая геновая сеть» поддержания плюрипотентности и дифференцировки эмбриональных стволовых клеток животных и человека.

Опишите математическую модель «коровой геновой сети» поддержания плюрипотентности и дифференцировки эмбриональных стволовых клеток животных и человека, области её применения и результаты анализа.

8) Экологическое моделирование

Приведите примеры экологических и/или популяционно-генетических моделей, реализованных в разных формализмах. Какими преимуществами и недостатками обладают эти модели и формализмы?

Сформулируйте принципы построения комплексной экологической модели.

9) Моделирование эволюционных процессов

Каким образом можно смоделировать систему, структура которой эволюционирует во времени? Приведите примеры.

Какие существуют типы видообразования, чем они отличаются и что у них общее?

Приведите примеры моделей видообразования.

Набор экзаменационных билетов формируется и утверждается в установленном порядке в начале учебного года при наличии контингента обучающихся, начинающих и завершающих освоение дисциплины «Математические основы системной биологии: моделирование молекулярно-генетических систем» в текущем учебном году.

2. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

2.1. Перечень оценочных средств, применяемых на каждом этапе проведения промежуточной аттестации по дисциплине, представлен в таблице 2

Описание критериев и шкал оценивания индикаторов достижения результатов обучения по дисциплине Математические основы системной биологии: моделирование молекулярно-генетических систем

Критерии оценивания индикаторов достижения результатов обучения по дисциплине
Математические основы системной биологии:
моделирование молекулярно-генетических систем

Код компетенции	Результат обучения по дисциплине	Оценочное средство
ОПК-3	Знание особенностей и специфики объекта и метода исследования	Выполнение практических заданий Экзамен
	Знание методов сбора и анализа информации для решения поставленных исследовательских задач	Выполнение практических заданий
	Владение навыками самостоятельного анализа имеющейся информации	Выполнение практических заданий Экзамен
ОПК-7	Знание основных методов и подходов математического и компьютерного моделирования динамики молекулярно-генетических систем на всех уровнях их организации	Выполнение практических заданий Экзамен
	Умение работать с базами данных по тематике (направлению) исследования	Выполнение практических заданий
	Владение навыками приемами моделирования биологических процессов, а также способами оценки валидности разработанных моделей	Выполнение практических заданий Экзамен
ПК-4	Умение применять основные методы и подходы математического и компьютерного моделирования динамики молекулярно-генетических систем на всех уровнях их организации	Выполнение практических заданий
	Владение приемами и методами для выполнения и решения новых идей	Выполнение практических заданий Экзамен
ПК-7	Владение навыками моделирования молекулярно-генетических систем с помощью обобщенного химико-кинетического подхода	Выполнение практических заданий
ПК-8	Умение обосновывать выбор того или иного метода	Выполнение практических заданий Экзамен

Умение интерпретировать полученные результаты с учетом всех ограничений и особенностей используемого метода	Выполнение практических заданий Экзамен
Умение вести научно-исследовательскую деятельность в соответствии с регламентом	Выполнение практических заданий

Шкала оценивания индикаторов достижения результатов обучения по дисциплине
Математические основы системной биологии:
моделирование молекулярно-генетических систем

Критерии оценивания результатов обучения	Шкала оценивания
<p><u>Выполнение практического задания</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – корректность и адекватность выбранных методов моделирования, – полнота понимания и использованных методов, – осмысленность, логичность и аргументированность изложения материала, – точность и корректность применения терминов и понятий, – полнота решения практического задания. <p>В решении практического задания можно допустить непринципиальные неточности.</p> <p><u>Экзамен:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – владение теоретическим и фактическим материалом, – полнота понимания и изложения методов моделирования молекулярно-генетических систем, – самостоятельность, осмысленность, структурированность, логичность и аргументированность изложения материала, отсутствие затруднений в объяснении процессов, а также при формулировке собственных суждений, – точность и корректность применения терминов и понятий, – наличие исчерпывающих ответов на дополнительные вопросы. <p>При изложении ответа на вопрос(ы) экзаменационного билета обучающийся может допустить непринципиальные неточности.</p>	<i>Отлично</i>
<p><u>Выполнение практического задания</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – неполнота реализации выбранных методов моделирования и интерпретации результатов, – полнота понимания выбранных методов моделирования, – осмысленность, логичность и аргументированность изложения материала, наличие затруднений в формулировке собственных суждений, – точность и корректность применения терминов и понятий при наличии незначительных ошибок, – полнота решения практического задания. <p><u>Экзамен:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – владение теоретическим и фактическим материалом, – полнота понимания и изложения методов моделирования молекулярно-генетических систем, 	<i>Хорошо</i>

<ul style="list-style-type: none"> – самостоятельность, осмысленность, структурированность, логичность и аргументированность изложения материала, наличие затруднений в объяснении отдельных процессов, а также при формулировке собственных суждений, – точность и корректность применения терминов и понятий при наличии незначительных ошибок, – наличие полных ответов на дополнительные вопросы с возможным присутствием ошибок. 	
<p><u>Выполнение практического задания :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – неосознанность и неосновательность выбранных методов моделирования и их интерпретации результатов, – частичное понимание выбранных методов моделирования, – осмысленность в изложении материала, наличие ошибок в логике и аргументации, – корректность применения терминов и понятий при наличии незначительных ошибок, – незаконченность решения практической задачи при правильно выбранном и примененном методе моделирования <p><u>Экзамен:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – недостаточное владение теоретическим и фактическим материалом – частичное понимание и неполное изложение методов моделирования, – самостоятельность и осмысленность в изложении материала, наличие ошибок в логике и аргументации, в объяснении процессов, а также затруднений при формулировке собственных суждений, – корректность применения терминов и понятий, при наличии незначительных ошибок, – наличие неполных и/или содержащих существенные ошибки ответов на дополнительные вопросы. 	<i>Удовлетворительно</i>
<p><u>Выполнение практического задания :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – отсутствие владения теоретическим и фактическим материалом, – отсутствие понимания методов математического моделирования и интерпретации результатов, – компилятивное, неосмысленное, нелогичное и неаргументированное изложение материала, – грубые ошибки в применении терминов и понятий, – фрагментарность раскрытия темы <p><u>Экзамен:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – фрагментарное и недостаточное представление теоретического и фактического материала, – непонимание принципов выбора того или иного метода моделирования, – отсутствие осмысленности, структурированности, логичности и аргументированности в изложении материала, – грубые ошибки в применении терминов и понятий, – отсутствие ответов на дополнительные вопросы. 	<i>Неудовлетворительно</i>

2.2.Критерии выставления оценок по результатам промежуточной аттестации по дисциплине

Результаты промежуточной аттестации по «Математические основы системной биологии: моделирование молекулярно-генетических систем» в 6 семестре определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» означают успешное прохождение промежуточной аттестации.

Оценка «отлично» соответствует продвинутому уровню сформированности компетенции.

Оценка «хорошо» соответствует базовому уровню сформированности компетенции.

Оценка «удовлетворительно» соответствует пороговому уровню сформированности компетенции.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если компетенция не сформирована.