

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«УЛЬЯНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ИНСТИТУТ МЕДИЦИНЫ, ЭКОЛОГИИ И ФИЗИЧЕСКОЙ
КУЛЬТУРЫ

Экологический факультет
Кафедра биологии, экологии и природопользования

М.В. Дмитриева

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Методические указания
для самостоятельной работы магистров
направления подготовки 06.04.01 Биология

Ульяновск
2017

УДК 51 (075.8)

ББК 22.11 я73

Д 53

Печатается по решению Ученого совета ИМЭиФК

Ульяновского государственного университета

Рецензент – Беззубенкова Ольга Евгеньевна - кандидат биологических наук, и.о. зав. кафедрой биологии и химии ФГБОУ ВО «УлГПУ им. И.Н.Ульянова»

Дмитриева, М.В.

Д-53 Математическое моделирование биологических процессов: методические указания для самостоятельной работы магистров направления подготовки 06.04.01 Биология/ М.В. Дмитриева. – Ульяновск: УлГУ, 2017. – 26 с.

Методическое пособие по дисциплине «Математическое моделирование биологических процессов» предназначено в помощь студентам для самостоятельного изучения обозначенного курса. Методические указания включают в себя требования к результатам освоения дисциплины, тематический план дисциплины, список рекомендуемой литературы, тесты для самоподготовки, контрольные вопросы к экзамену.

УДК 51 (075.8)

ББК 22.11 я73

© Дмитриева М.В., 2017

© Ульяновский государственный университет, 2017

СОДЕРЖАНИЕ

1	ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	4
2	ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	4
3	СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ.....	5
4	РАЗДЕЛЫ ДИСЦИПЛИН И ВИДЫ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ.....	6
5	ТЕМАТИКА ЛЕКЦИОННЫХ ЗАНЯТИЙ.....	7
6	ТЕМАТИКА ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ.....	9
7	ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ.....	13
8	КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ).....	14
9	КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ЗАДАЧИ К ЭКЗАМЕНУ).....	15
10	ТЕСТЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ.....	18
11	РЕЙТИНГОВЫЙ КОНТРОЛЬ УСВОЕНИЯ ЗНАНИЙ.....	26

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цели освоения дисциплины: сформировать у студентов системы взглядов на правильное использование существующих математических методов и алгоритмов анализа экспериментальной информации различной физической природы; научить студента самостоятельно использовать доступный математический аппарат для оценки результатов измерения, оптимальному выбору теоретических и технических средств оценки результатов измерения.

Задачи освоения дисциплины:

- дать понятие о предмете математического моделирования биологических процессов как о необходимой системе знаний в биологическом цикле наук;
- сформировать общее представление о содержании, задачах и методах научно-обоснованных оценок результатов измерений в области медико-биологических исследований.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины «Математическое моделирование биологических процессов» в рамках освоения образовательной программы направлено на формирование у обучающихся следующих общепрофессиональных компетенций:

Код компетенции	Компетенция
ОПК-4	Способность самостоятельно анализировать имеющуюся информацию, выявлять фундаментальные проблемы, ставить задачу и выполнять полевые, лабораторные биологические исследования при решении конкретных задач с использованием современной аппаратуры и вычислительных средств, нести ответственность за качество работ и научную достоверность результатов
ОПК-9	Способность профессионально оформлять, представлять и докладывать результаты научно-исследовательских и производственно-технологических работ по утвержденным формам

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

- основные понятия и методы обработки экспериментальных данных;
- математические модели в биологии; основные приемы оформления и представления результатов научно-исследовательских и производственно-технологических работ.

Уметь:

- применять математические методы при решении типовых профессиональных задач;
- обрабатывать эмпирические и экспериментальные данные;
- докладывать результаты научно-исследовательских и производственно-технологических работ.

Владеть:

- методами математического моделирования биологических процессов;
- приемами оформления результатов работ по утвержденным формам.

3. СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Список рекомендуемой литературы

а) основная литература.

1. Балдин К.В. Теория вероятностей и математическая статистика [Электронный ресурс] : учебник / К.В. Балдин, В.Н. Башлыков, А.В. Рукосуев. — Электрон. текстовые данные. -М. : Дашков и К, 2014. — 473 с. — 978-5-394-02108-4. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/4444.html>
2. Динамические модели процессов в клетках и субклеточных наноструктурах [Электронный ресурс] / В.Д. Лакно [и др.]. - Электрон. текстовые данные. — Москва, Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Ижевский институт компьютерных исследований, 2010. - 448 с. - 978-5-93972-783-9. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16513.html>
3. Кацман Ю.Я. Теория вероятностей, математическая статистика и случайные процессы [Электронный ресурс] : учебник / Ю.Я. Кацман. - Электрон. текстовые данные. — Томск: Томский политехнический университет, 2013. - 131 с. - 978-5-4387-0173-6. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/34722.html>
4. Маликов Р.Ф. Основы математического моделирования [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов/ Маликов Р.Ф.— Электрон. текстовые данные.— М.: Горячая линия - Телеком, 2010.— 368 с.
5. Прикладная математическая статистика [Электронный ресурс] : учебное пособие / . — Электрон. текстовые данные. — Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2016. — 113 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/72166.html>

б) дополнительная литература.

1. Бутов А. А. Математические модели биологических процессов : метод. пособие / А. А. Бутов, М. А. Волков, И. А. Санников. - Ульяновск: УлГУ, 2001. - 37 с.
2. Кузнецов С.В. Additional Chapters of Higher Mathematics for Masters in Civil and Geotechnical Engineering [Электронный ресурс] : учебное пособие по дополнительным разделам высшей математики для магистрантов / С.В. Кузнецов, Е.Л. Кошелева. - Электрон. текстовые данные. — М. : Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2012. — 210 с. — 978-5-7264-0701-2. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/19993.html>
3. Фролов Ю.П. Введение в математическое моделирование биологических процессов. Ч. 1 : Молекулы и клетки / Фролов Юрий Павлович - Самара: Самар. ун-т, 1992. - 428 с.
4. Фролов Ю. П. Введение в математическое моделирование биологических процессов. Ч. 2 : Организмы и популяции / Фролов Юрий Павлович. - Самара: Самар. ун-т, 1994. - 317 с.
5. Ризниченко Г. Ю. Математические модели биологических продукционных процессов: Учеб. пособие / Ризниченко Галина Юрьевна; Ризниченко Г.Ю., Рубин А.Б. - В пер. - М. : МГУ, 1993. - 300 с.
6. Ризниченко Г.Ю. Лекции по математическим моделям в биологии. Часть 1 [Электронный ресурс] / Г.Ю. Ризниченко. — Электрон. текстовые данные. — Москва-Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Ижевский институт компьютерных исследований, 2002. — 232 с. — 5-93972-093-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/17629.html>

в) программное обеспечение

- операционная система семейства Microsoft Windows Professional 8.1;

Windows SL 8.1;

- офисное программное обеспечение - MicrosoftOfficeStd;
- браузеры - Internet Explorer, Mozilla FireFox, Google Chrome, Opera;
- «Антиплагиат ВУЗ»: программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах;
- Антиплагиат-интернет: программный комплекс поиска текстовых заимствований в открытых источниках сети интернет.

г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

- Электронный каталог библиотеки УлГУ
- ЭБС «IPRbooks»
- ЭБС «Лань»
- ЭБС «Консультант студента»
- ЭБД РГБ
- Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» (<http://window.edu.ru/>).

4. РАЗДЕЛЫ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

4.1 Очная форма обучения

Название и разделов и тем	Всего	Виды учебных занятий			
		Аудиторные занятия		в т.ч. занятия в интерактивной форме	Самостоятельная работа
		лекции	практические занятия, семинары		
Раздел 1. Элементы теории множеств.					
1. Операции над множествами.	12	2	4	2	6
Раздел 2. Элементы теории вероятностей.					
2. Выборочные пространства. Числовые характеристики случайных величин.	12	2	4	2	6
Раздел 3. Векторная алгебра.					
3. Матрицы. Системы линейных уравнений.	12	2	4	2	6
Раздел 4. Марковские цепи. Теория игр.					
4. Марковские цепи. Теория игр.	12	2	4	2	6
Раздел 5. Математические модели в биологии.					
5. Построение моделей. Выживание и вымирание видов.	12	2	4	2	6
6. Генетика и закон Харди-Вайнберга.	12	2	4	2	6
7. Модели отбора и приспособленности.	12	2	4	2	6
8. Уравнения Лотки-Вольтерра.	12	2	4	2	6
9. Игра «жизнь»	12	2	4	2	6
ВСЕГО	108	18	36	18	54

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определен с учетом поставленной цели рабочей программы, особенностей обучающихся и содержания дисциплины и составляют не менее 20% от всего объема аудиторных занятий.

5. ТЕМАТИКА ЛЕКЦИОННЫХ ЗАНЯТИЙ

Раздел 1. Элементы теории множеств.

Тема 1. Операции над множествами.

Вопросы к теме:

1. Язык множеств.
2. Операции над множествами.
3. Отношения и функции.

Раздел 2. Элементы теории вероятностей.

Тема 2. Выборочные пространства. Числовые характеристики случайных величин.

Вопросы к теме:

1. Математика перечисления: перестановки, сочетания, размещения.
2. Биномиальная и полиномиальная теоремы.
3. Выборочные пространства и пространства равных вероятностей.
4. Условная вероятность.
5. Теорема Байеса.
6. Биномиальное и полиномиальное распределения.
7. Случайные величины.
8. Математическое ожидание и дисперсия.
9. Распределение Пуассона.

Раздел 3. Векторная алгебра.

Тема 3. Матрицы. Системы линейных уравнений.

Вопросы к теме:

1. Векторы.
2. Матрицы.
3. Системы линейных уравнений.
4. Обращение матрицы.
5. Определители и правило Крамера.
6. Собственные значения и собственные векторы.

Раздел 4. Марковские цепи и теория игр.

Тема 4. Марковские цепи. Теория игр.

Вопросы к теме:

1. Переходная матрица.
2. Регулярные марковские цепи.
3. Поглощающие марковские цепи.
4. Теория игр.
5. Стратегии в матричных играх.

Раздел 5. Математические модели в биологии.

Тема 5. Построение моделей. Выживание и вымирание видов.

Вопросы к теме:

1. Построение моделей.
2. Необходимость моделей биологических процессов.
3. Ограниченность словесных и описательных моделей.

4. Принцип конкурентного исключения.
5. Ошибка выборки.
6. Основные допущения в построении математических моделей.
7. Модель выживания и вымирания видов.

Тема 6. Генетика и закон Харди-Вайнберга.

Вопросы к теме:

1. Аллели.
2. Допущение о случайном скрещивании.
3. Закон Харди-Вайнберга.
4. Признаки, сцепленные с полом.
5. Равновесные частоты генов.

Тема 7. Модели отбора и приспособленности.

Вопросы к теме:

1. Генный дрейф.
2. Коэффициент приспособленности.
3. Биномиальная стохастическая модель.
4. Планирование эксперимента для проверки реалистичности моделей.

Тема 8. Уравнения Лотки-Вольтерра.

Вопросы к теме:

1. Уравнения Лотки-Вольтерра.
2. Допущения к системам дифференциальных уравнений.
3. Обобщение уравнений Лотки-Вольтерра.
4. Равновесные популяции данной модели.

Тема 9. Игра «жизнь».

Вопросы к теме:

1. Самопроизводство и эволюция.
2. Прототипы изначальных форм вещества.
3. Правила игры «жизнь».
4. Начальная конфигурация игры «жизнь».
5. Игра «жизнь» как пример игры клеточных автоматов.

6. ТЕМАТИКА ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Раздел 1. Элементы теории множеств.

Тема 1. Операции над множествами.

Вопросы к теме:

1. Язык множеств.
2. Объединение множеств.
3. Пересечение множеств.
4. Дополнение множества.
5. Разбиение множества.

Тема 2. Отношения и функции.

Вопросы к теме:

1. Декартово произведение двух множеств.
2. Отношение.
3. Функция.

4. Отображение.

Раздел 2. Элементы теории вероятностей.

Тема 3. Выборочные пространства.

Вопросы к теме:

5. Математика перечисления: перестановки, сочетания, размещения.
6. Биномиальная и полиномиальная теоремы.
7. Выборочные пространства и пространства равных вероятностей.
8. Условная вероятность.
9. Теорема Байеса.

Тема 4. Числовые характеристики случайных величин.

Вопросы к теме:

1. Биномиальное и полиномиальное распределения.
2. Случайные величины.
3. Математическое ожидание и дисперсия.
4. Распределение Пуассона.

Раздел 3. Векторная алгебра.

Тема 5. Матрицы.

Вопросы к теме:

1. Векторы.
2. Матрицы.
3. Назовите основные операции с матрицами, используемые в методиках прогнозирования воздействия на окружающую среду.
4. Что такое перестановочная, скалярная, единичная, транспонированная, обратная, симметричная и невырожденная матрица?
5. На основании каких величин выполняют анализ воздействия деятельности человека на окружающую среду и оценивают последствия этой деятельности для социума в методике Петерсена?

Тема 6. Системы линейных уравнений.

Вопросы к теме:

1. Системы линейных уравнений.
2. Обратная матрица.
3. Определители и правило Крамера.
4. Собственные значения и собственные векторы.
5. Опишите методы, с помощью которых можно находить решения систем алгебраических уравнений в Maple. Для чего в одном из этих методов находят определитель матрицы? Какая система алгебраических уравнений называется переопределенной и каким методом можно получить ее решение?
6. Из каких блоков состоит многоуровневая модель взаимодействия экологических и экономических систем?
7. Сформулируйте цель, которую преследуют при решении системы алгебраических уравнений модели межотраслевого баланса.

Раздел 4. Марковские цепи и теория игр.

Тема 7. Марковские цепи.

Вопросы к теме:

1. Стохастический вектор. Стохастическая матрица.
2. Марковская цепь.
3. Переходная матрица.
4. Регулярные марковские цепи.
5. Поглощающие марковские цепи.

Тема 8. Теория игр.

Вопросы к теме:

1. Теория игр.
2. Матричная игра.
3. Игра двух лиц с нулевой суммой.
4. Стратегии в матричных играх.
5. Ожидаемый доход.
6. Оптимальная стратегия.

Раздел 5. Математические модели в биологии.

Тема 9. Построение моделей.

Вопросы к теме:

1. Построение моделей.
2. Необходимость моделей биологических процессов.
3. Ограниченность словесных и описательных моделей.
4. Принцип конкурентного исключения.
5. Ошибка выборки.
6. Основные допущения в построении математических моделей.
7. Какая модель межотраслевых связей называется замкнутой, а какая открытой? Что означают коэффициенты прямых затрат в матрице Леонтьева?
8. Сформулируйте условия Хаукинса-Саймона. К какому результату при решении системы алгебраических уравнений межотраслевого баланса можно прийти, если они не выполняются?

Тема 10. Выживание и вымирание видов.

Вопросы к теме:

1. Модель выживания и вымирания видов.
2. Опишите параметры и слагаемые, входящие в модель «Динамика популяций». Какие процессы они описывают?

Тема 11. Генетика.

Вопросы к теме:

1. Аллели.
2. Гомозиготные и гетерозиготные генотипы.
3. Рецессивный и доминантный аллели.
4. Допущение о случайном скрещивании.

Тема 12. Закон Харди-Вайнберга.

Вопросы к теме:

1. Закон Харди-Вайнберга.
2. Признаки, сцепленные с полом.
3. Равновесные частоты генов.
4. Закон Харди-Вайнберга на случай n аллелей.

Тема 13. Модели отбора и приспособленности.

Вопросы к теме:

1. Генный дрейф. Ошибка выборки.
2. Коэффициент приспособленности.
3. Остаточный член.

Тема 14. Модели отбора и приспособленности.**Вопросы к теме:**

1. Биномиальная стохастическая модель.
2. Планирование эксперимента для проверки реалистичности моделей.
3. В биномиальной стохастической модели отбора частоты генов от поколения к поколению могут меняться. Является ли этот результат биномиальной модели более правдоподобным, нежели предсказание модели Харди-Вайнберга о том, что генные частоты остаются постоянными от поколения к поколению?

Тема 15. Уравнения Лотки-Вольтерра.**Вопросы к теме:**

1. Уравнения Лотки-Вольтерра.
2. Допущения к системам дифференциальных уравнений.
3. Обобщение уравнений Лотки-Вольтерра.
4. Равновесные популяции данной модели.
5. Укажите соотношение параметров модели, которое определяет состояние экосистемы при бесконечно большой продолжительности ее существования. Покажите это состояние на графике.
6. Как будет изменяться состояние экосистемы в зависимости от первоначального уровня популяции? Что означают на графике 1-я, 2-я и 3-я линии?
7. Найдите на графике момент времени, когда скорость прироста биомассы будет максимальна. Какому соотношению параметров модели «Динамика популяций» оно соответствует?
8. Опишите параметры и слагаемые, которые входят в модель Лотки-Вольтерра «Хищник-жертва». Какие процессы они описывают?

Тема 16. Уравнения Лотки-Вольтерра.**Вопросы к теме:**

1. Прокомментируйте полученный график двумерной развертки во времени и фазовую кривую. Какие критические состояния проходит система? Соотношения каких параметров модели определяет эти состояния?
2. Укажите как будет меняться состояние экосистемы в зависимости от первоначального уровня «хищников» и «жертв». Укажите процессы, которые приводят к наблюдаемым изменениям в каждом случае. При каких начальных условиях кривые численности станут прямыми линиями, которые показаны на графике двумерной развертки во времени?
3. Назовите на фазовой кривой точку стационарного состояния экосистемы. С чем связанна эллиптичность формы траектории фазовой кривой?

Тема 17. Игра «жизнь».**Вопросы к теме:**

1. Самопроизводство и эволюция.
2. Прототипы изначальных форм вещества.
3. Правила игры «жизнь».
4. Начальная конфигурация игры «жизнь».
5. Игра «жизнь» как пример игры клеточных автоматов.

Тема 18. Игра «жизнь».

Вопросы к теме:

1. Укажите отличия модели «Хищник-жертва» от этой же модели, но с логистической поправкой. Какие ситуации можно моделировать с помощью этой модели?
2. Опишите параметры и слагаемые, которые входят в модель трофической цепи «Продуценты – Консументы – Редуценты». К какому типу принадлежат уравнения системы дифференциальных уравнений? Какие процессы они описывают?
3. Прокомментируйте результаты имитационных экспериментов на модели пищевой цепи «Корнеплоды – Зайцы – Волки». К каким последствиям для экосистемы могут привести антропогенные воздействия: полное выкашивание, полное и частичное истребление зайцев и волков, влияние выбросов загрязняющих веществ?

7. ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

№	Раздел, тема	Краткое содержание	Самостоятельная работа	Подготовка к экзамену	Форма контроля
1.	Операции над множествами.	Фаддеев Д.К., Соминский И.С. Сборник задач по высшей алгебре 128-129, 131, 140-142, 146-147, 159-162, 172-175, 218, 255, 283, 288, 290-291, 464-465, 468-469, 480-481, 335-343, 345, 348, 344, 346-347, 349, 353, 366-380, 398-420, 422-424, 426-428, 881-882, 902-903 Баврин И. И. Высшая математика 30-31(209-213) 164-165(373-380)	6	4	Устный опрос
2.	Выборочные пространства. Числовые характеристики случайных величин.	Баврин И. И. Высшая математика 170а, б, г, (42а, 68); 171-173(51), 176-179(50, 254б), 276, 278	6	4	Устный опрос
3.	Матрицы. Системы линейных уравнений.	Баврин И. И. Высшая математика 191-198(411, 418-423); 203-210(437-438, 440-443); 221-223(471, 474-477, 482-483)	6	4	Устный опрос
4.	Марковские цепи. Теория игр.	Гроссман С., Тернер Дж. Математика для биологов с. 18 (1-3), с. 25 (2-4), с. 36 (3-6)	6	4	Устный опрос
5.	Построение моделей.	Мушкамбаров Н.Н. Молекулярная биология	6	4	Устный опрос

	Выживание и вымирание видов.	с. 245 (4-10, 15-22, 24-26), с. 246 (30-37), с. 247 (42-44, 47-49, 50-55)			
6.	Генетика и закон Харди-Вайнберга.	Гроссман С., Тернер Дж. Математика для биологов 2.1 (с. 22), 2.2 (с. 23), 2.1, 2.2, 2.4, 2.5 (с. 25)	6	4	Устный опрос
7.	Модели отбора и приспособленности.	Гроссман С., Тернер Дж. Математика для биологов 24.2, 24.3, 24.4 (с. 112), 24.9, 24.10 (с. 113)	6	4	Устный опрос
8.	Уравнения Лотки-Вольтерра.	Гроссман С., Тернер Дж. Математика для биологов 9.3, 9.4, 9.5 (с. 131), 9.16 (с. 133) 4.1 (с. 173), 4.2, 4.3, 4.4, 4.5 (с. 174)	6	4	Устный опрос
9.	Игра «жизнь»	Гроссман С., Тернер Дж. Математика для биологов 1-14 (с.117), 1-17 (с.128), 1-22 (с.154), 1-23 (с.136), 1-14 (с.328)	6	4	Устный опрос
Итого			54	36	

8. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ)

№ задания	Формулировка вопроса
1.	Операции над множествами.
2.	Отношения и функции.
3.	Математика перечисления: перестановки.
4.	Математика перечисления: размещения.
5.	Математика перечисления: сочетания.
6.	Биномиальная и полиномиальная теоремы.
7.	Выборочные пространства и пространства равных вероятностей.
8.	Конечные пространства вероятностей.
9.	Условная вероятность.
10.	Теорема Байеса.
11.	Переходная матрица.
12.	Регулярные марковские цепи.
13.	Поглощающие марковские цепи.
14.	Теория игр.
15.	Стратегия в матричных играх.
16.	Матричные игры и линейное программирование.
17.	Особенности построения математических моделей.
18.	Выживание и вымирание видов.

19.	Генетика и закон Харди-Вайнберга.
20.	Модели отбора и приспособленности.
21.	Уравнения Лотки-Вольтерра.
22.	Игра «жизнь».

9. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ЗАДАЧИ К ЭКЗАМЕНУ)

№ задания	Условие задачи (формулировка задания)
1.	На некотором ареале имеется $95+N$ сосуществующих видов животных. Определим A как множество видов, которые питаются днем, а B – как множество видов, которые питаются ночью. Описать множества $\hat{A} \cup \hat{A}$, $\hat{A} \cap \hat{A}$, \bar{A} и $A \setminus B$. Если $75+N$ видов питаются днем и $25+N$ видов питаются ночью, то сколько видов питаются только днем? Сколько видов питаются и днем, и ночью? (Здесь N – номер варианта студента по списку)
2.	Если x и y – температуры по шкале Фаренгейта и по шкале Цельсия, то $y = \frac{5(x-32)}{9}$. Определите функцию как подмножество в $R \times R$ и изобразите ее как подмножество декартовой плоскости.
3.	В лаборатории экологического факультета было решено иметь не менее $100N$ мензурок одного размера и не менее $150N$ мензурок другого размера. Из-за ограниченного пространства общее число хранимых мензурок не может превышать $400N$. Изобразите графически все возможные комбинации запаса мензурок двух размеров. (Здесь N – номер варианта студента по списку).
4.	Найдите такие матрицы A и такие вектор-столбцы b , с помощью которых следующую систему линейных неравенств можно записать в виде $Ax \leq b$: $\begin{aligned} x_1 + (N-2)x_2 - (2N-7)x_3 &\leq 1, \\ (3N-6)x_1 + 8x_2 - (N-3)x_3 &\leq 0, \\ (-N+4)x_1 - (N-7)x_2 + 3x_3 &\leq 5. \end{aligned}$ (Здесь N – номер варианта студента по списку).
5.	Найдите максимум функции $f(x_1, x_2) = x_1 + 3x_2$ при ограничениях $2x_1 + x_2 \leq 10$, $3x_1 - x_2 \geq 9$, $x_1 \geq 0$, $x_2 \geq 0$. Решите эту задачу: а) графическим методом; б) симплекс-методом.
6.	Вычислите двухшаговые переходные матрицы для следующих одношаговых матриц: $1) \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 1/2 & 1/2 \end{pmatrix} \quad 2) \begin{pmatrix} 1/2 & 1/2 \\ 1/2 & 1/2 \end{pmatrix} \quad 3) \begin{pmatrix} 2/3 & 1/3 \\ 1/3 & 2/3 \end{pmatrix}.$
7.	Вычислите двухшаговые переходные матрицы для следующих одношаговых матриц:

	$1) \begin{pmatrix} 1/3 & 1/3 & 1/3 \\ 1/3 & 1/3 & 1/3 \\ 1/3 & 1/3 & 1/3 \end{pmatrix} \quad 2) \begin{pmatrix} 1/2 & 1/3 & 1/6 \\ 1/6 & 1/2 & 1/3 \\ 1/3 & 1/6 & 1/2 \end{pmatrix}$
8.	<p>Лабораторному животному предоставлен выбор из трех видов пищи, имеющихся в форме стандартных рационов. В ходе длительных наблюдений было установлено, что если в некоторой попытке животное выбирает какой-либо вид пищи, то в следующий раз ту же самую пищу он выбирает с вероятностью 50%, а другие виды пищи – с равными вероятностями в 25%. Опишите этот процесс как Марковскую цепь и определите переходную матрицу. Докажите, что за длительное время потребляются равные количества всех трех видов пищи.</p>
9.	<p>Дана переходная матрица P:</p> $\begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \end{pmatrix}$ <p>а) Опишите марковскую цепь с такой переходной матрицей. Является ли P регулярной? б) Вычислите неподвижный стохастический вектор для P. в) Определите трехшаговую переходную матрицу для этой марковской цепи.</p>
10.	<p>Дана переходная матрица P:</p> $\begin{pmatrix} 0 & 1/2 & 1/2 \\ 1/2 & 0 & 1/2 \\ 1/2 & 1/2 & 0 \end{pmatrix}$ <p>а) Опишите марковскую цепь с такой переходной матрицей. Является ли P регулярной? б) Вычислите неподвижный стохастический вектор для P. в) Определите трехшаговую переходную матрицу для этой марковской цепи.</p>
11.	<p>Дана переходная матрица P:</p> $\begin{pmatrix} 1/2 & 1/2 & 0 \\ 0 & 1/2 & 1/2 \\ 1/2 & 1/2 & 0 \end{pmatrix}.$ <p>а) Опишите марковскую цепь с такой переходной матрицей. Является ли P регулярной? б) Вычислите неподвижный стохастический вектор для P. в) Определите трехшаговую переходную матрицу для этой марковской цепи.</p>
12.	<p>Чтобы получить единицу пищи, лабораторное животное должно выполнить определенное задание. Вероятность успешного выполнения задания при любом испытании составляет $4/5$. Предположим, что животное повторяет задания до тех пор, пока не получит всего 4 ед. пищи. Опишите этот процесс как поглощающую марковскую цепь с пятью состояниями. Какова ее переходная матрица?</p>

13.	Чтобы получить пищу, лабораторное животное должно выбрать одну из четырех дощечек. При выборе дощечки I или II количество пищи очень мало. Выбор дощечек III или IV дает гораздо больше пищи. В ходе наблюдений установлено, что если в некоторой попытке выбирается дощечка III или IV, то та же самая дощечка выбирается и во всех последующих попытках. Если же выбрана дощечка I или II, то при следующей попытке выбор всех четырех дощечек равновероятен. Опишите этот процесс как поглощающую марковскую цепь с четырьмя состояниями. Если в первой попытке выбирается дощечка I, то каково ожидаемое число попыток, предпринятых прежде, чем будут выбраны дощечки III или IV?
14.	Опишите матричные игры со следующими платежными матрицами: $1) \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}; \quad 2) \begin{pmatrix} -1 & 2 \\ -3 & 0 \\ -2 & 3 \end{pmatrix}; \quad 3) \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \\ 2 & 2 & 2 \end{pmatrix}.$
15.	Каковы оптимальные стратегии и цены игры в эквивалентных матричных играх, заданных матрицами: $1) \begin{pmatrix} 3 & 2 \\ 2 & -3 \end{pmatrix}; \quad 2) \begin{pmatrix} 5 & 4 \\ 4 & -1 \end{pmatrix}.$
16.	Каковы оптимальные стратегии и цены игры в эквивалентных матричных играх, заданных матрицами: $1) \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 2 & 2 & 3 \\ -2 & 4 & 5 \end{pmatrix}; \quad 2) \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 2 \\ -3 & 3 & 4 \end{pmatrix}.$
17.	Предположим, что на острове небольшой площади имеется пространство, достаточное для 1000 особей определенного вида. В некотором году в этой популяции возникает более приспособленный мутант. В каждом последующем поколении численность мутанта либо увеличивается, либо уменьшается на единицу с вероятностями 0,7 и 0,3 соответственно. В частности, вероятность исчезновения мутанта в первом поколении равна 0,3. С какой вероятностью популяция мутанта вытеснит исходную популяцию?
18.	Способность различать вкус некоторых веществ является генетически обусловленной. Для 70% людей одной большой популяции фенилтиомочевина (ФТМ) имеет горький вкус, а для остальных 30% она безвкусна. Считая, что способность или неспособность различать на вкус ФТМ контролируется единственным геном, оцените в этой популяции частоты доминантного гена, обуславливающего чувствительность к вкусу ФТМ, и рецессивного гена, определяющего нечувствительность. Какова в этой популяции доля индивидуумов, гетерозиготных по данному гену.
19.	Полагают, что кистозный фиброз вызывается одним рецессивным геном. Частота возникновения кистозного фиброза оценивается как один случай из 2500, и, значит, частота рецессивного аллеля в популяции составляет 1 к 50. Считая, что жертвы кистозного фиброза не доживают до репродуктивного возраста, и пренебрегая возможными мутациями доминантного гена в рецессивный, определите, через

	сколько поколений частота возникновения кистозного фиброза составит 1 к 10000.
20.	Рассмотрите биномиальную модель отбора при $a=1$. Допустим, что в популяции, состоящей из 200 особей (100 самцов и 100 самок), частота одного аллеля изменилась за одно поколение от 40 до 49%. Можно ли считать такое колебание результатом генного дрейфа?
21.	Для некоторых генов гетерозиготный генотип имеет более высокую приспособленность, чем любой из гомозиготных. Например, ген серповидно-клеточной анемии дает гетерозиготному индивидууму некоторую резистентность к малярии. Постройте модель отбора, которая учитывала бы эту особенность.
22.	Показатель приспособленности рецессивного генотипа может проявлять зависимость от условий окружающей среды. Например, плодовые мушки с мутацией <i>vestigial</i> получают селективное преимущество в ветренном ареале и теряют его в безветренном. Разработайте более общую модель генного отбора, которая учитывала бы изменчивость среды.
23.	Постройте модель роста и размножения одной популяции на основе уравнений Лотки-Вольтерра и с учетом возрастной структуры популяции. (Разбейте популяцию на две или несколько возрастных групп и сделайте допущения относительно типов конкуренции или кооперации между этими возрастными группами).

10.ТЕСТЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ

№ задания	Тест (тестовое задание)
1.	Модель объекта это... 1) предмет похожий на объект моделирования 2) объект - заместитель, который учитывает свойства объекта, необходимые для достижения цели 3) копия объекта 4) шаблон, по которому можно произвести точную копию объекта.
2.	Объект, заменяющий реальный процесс, предмет или явление и созданный для понимания закономерностей объективной действительности называют ... 1) объектом 2) моделью 3) заменителем 4) все вышеперечисленные варианты
3.	Моделирование – это ... 1) Процесс создания моделей 2) Формальное описание процессов и явлений 3) Метод познания, состоящий в создании и исследовании моделей 4) Наблюдение моделей
4.	Основная функция модели это: 1) Получить информацию о моделируемом объекте 2) Отобразить некоторые характеристические признаки объекта 3) Получить информацию о моделируемом объекте или отобразить некоторые характеристические признаки объекта 4) Воспроизвести физическую форму объекта.
5.	Моделировать можно ...

	<ol style="list-style-type: none"> 1) Объекты 2) Процессы 3) Явления 4) Все вышеперечисленные варианты
6.	<p>Когда используют моделирование?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Оригинал не существует или его сложно исследовать непосредственно 2) Исследование оригинала дорого или опасно для жизни 3) Интересуют некоторые свойства оригинала 4) Все вышеперечисленные варианты
7.	<p>Математические модели относятся к классу...</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Изобразительных моделей 2) Прагматических моделей 3) Познавательных моделей 4) Символических моделей.
8.	<p>Может ли, один и тот же объект иметь множество моделей?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Иногда может 2) Да 3) Нет 4) Нет правильного ответа
9.	<p>Могут ли разные объекты описываться одной моделью?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Иногда могут 2) Да 3) Нет 4) Нет правильного ответа
10.	<p>Математической моделью объекта называют...</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Описание объекта математическими средствами, позволяющее выводить суждение о некоторых его свойствах при помощи формальных процедур 2) Любую символическую модель, содержащую математические символы 3) Представление свойств объекта только в числовом виде 4) Любую формализованную модель.
11.	<p>По способу представления модели делят на ...</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Материальные (предметные) и информационные 2) Знаковые и вербальные 3) Материальные и вербальные 4) Знаковые и информационные
12.	<p>Все информационные модели делят на ...</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Вербальные и специальные 2) Знаковые и табличные 3) Логические и вербальные 4) Вербальные и знаковые
13.	<p>Методами математического моделирования являются ...</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Аналитический 2) Числовой 3) Аксиоматический и конструктивный 4) Имитационный.
14.	<p>Графические, табличные, математические, логические, специальные – это все ... модели</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Материальные 2) Вербальные информационные

	<p>3) Знаковые информационные</p> <p>4) Нет правильного ответа</p>
15.	<p>Какие модели воспроизводят геометрические, физические и другие свойства объектов в материальной форме?</p> <p>1) Информационные</p> <p>2) Иерархические</p> <p>3) Предметные</p> <p>4) Все вышеперечисленные варианты</p>
16.	<p>Какая форма математической модели отображает предписание последовательности некоторой системы операций над исходными данными с целью получения результата:</p> <p>1) Аналитическая</p> <p>2) Графическая</p> <p>3) Цифровая</p> <p>4) Алгоритмическая.</p>
17.	<p>Модели по фактору времени подразделяются на ...</p> <p>1) Стохастические и динамические</p> <p>2) Статические и динамические</p> <p>3) Статические и детерминированные</p> <p>4) Нет правильного ответа</p>
18.	<p>Модели по характеру связей подразделяются на ...</p> <p>1) Статические и динамические</p> <p>2) Вероятностные и динамические</p> <p>3) Вероятностные и детерминированные</p> <p>4) Нет правильного ответа</p>
19.	<p>Объект, состоящий из вершин и ребер, которые между собой находятся в некотором отношении, называют ...</p> <p>1) Системой</p> <p>2) Чертежом</p> <p>3) Структурой объекта</p> <p>4) Графом.</p>
20.	<p>Модели, описывающие состояние системы в определенный момент времени, называются ...</p> <p>1) Динамическими</p> <p>2) Статическими</p> <p>3) Предметными</p> <p>4) Нет правильного ответа</p>
21.	<p>С помощью стохастических (вероятностных) моделей можно описать</p> <p>1) Движение тела с учетом ветра</p> <p>2) Движение тела без учета ветра</p> <p>3) Расчеты по известным формулам</p> <p>4) Нет правильного ответа</p>
22.	<p>Эффективность математической модели определяется ...</p> <p>1) Оценкой точности модели</p> <p>2) Функцией эффективности модели</p> <p>3) Соотношением цены и качества</p> <p>4) Простотой модели</p>
23.	<p>В детерминированных моделях</p>

	<ol style="list-style-type: none"> 1) Связи между входными и выходными величинами жестко заданы 2) При одинаковых входных данных каждый раз получаются одинаковые результаты 3) Все вышеперечисленные варианты 4) Нет правильного ответа
24.	<p>Какие программные средства помогают создавать табличные модели?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) MS Word 2) Paint 3) MS Excel 4) MS Access
25.	<p>Адекватность математической модели и объекта это...</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) правильность отображения в модели свойств объекта в той мере, которая необходима для достижения цели моделирования 2) Полнота отображения объекта моделирования 3) Количество информации об объекте, получаемое в процессе моделирования 4) Объективность результата моделирования.
26.	<p>Информационной моделью какого типа является файловая система компьютера?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Иерархического 2) Табличного 3) Сетевого 4) Логического
27.	<p>Система – это ...</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Набор отдельных элементов 2) Совокупность взаимосвязанных объектов, которые называются элементами системы 3) Совокупность отдельных множеств 4) Нет правильного ответа
28.	<p>Состояние объекта определяется ...</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Количеством информации, полученной в фиксированный момент времени 2) Множеством свойств, характеризующим объект в фиксированный момент времени относительно заданной цели 3) Только физическими данными об объекте 4) Параметрами окружающей среды.
29.	<p>Важнейшим признаком системы является ...</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Ее структура 2) Взаимосвязанные объекты 3) Целостное функционирование 4) Слово «система»
30.	<p>Модели по структуре подразделяются на ...</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Табличные, иерархические, сетевые 2) Табличные, сетевые, графы

	<p>3) Табличные, графы, специальные</p> <p>4) Нет правильного ответа</p>
31.	<p>Изменение состояния объекта отображается в виде ...</p> <p>1) Статической модели</p> <p>2) Детерминированной модели</p> <p>3) Динамической модели</p> <p>4) Стохастической модели.</p>
32.	<p>Расписание движения поездов можно рассматривать как пример</p> <p>1) Графической модели</p> <p>2) Табличной модели</p> <p>3) Компьютерной модели</p> <p>4) Математической модели</p>
33.	<p>Какая из приведенных ниже моделей является имитационной?</p> <p>1) График изменения температуры воздуха в течение дня</p> <p>2) Математическое моделирование биологических систем</p> <p>3) История болезни</p> <p>4) Фотография</p>
34.	<p>Фазовое пространство определяется ...</p> <p>1) Множеством состояний объекта, в котором каждое состояние определяется точкой с координатами эквивалентными свойствам объекта в фиксированный момент времени</p> <p>2) Координатами свойств объекта в фиксированный момент времени</p> <p>3) Двумерным пространством с координатами x, y</p> <p>4) Линейным пространством.</p>
35.	<p>Сколько основных этапов разработки и исследования моделей на компьютера?</p> <p>1) 2</p> <p>2) 3</p> <p>3) 4</p> <p>4) 5</p>
36.	<p>Инструментом для компьютерного моделирования является ...</p> <p>1) Монитор</p> <p>2) Сканер</p> <p>3) Компьютер</p> <p>4) Принтер</p>
37.	<p>Фазовая траектория это</p> <p>1) Вектор в полярной системе координат</p> <p>2) След от перемещения фазовой точки в фазовом пространстве</p> <p>3) Монотонно убывающая функция</p> <p>4) Синусоидальная кривая с равными амплитудами и частотой.</p>
38.	<p>Материальной моделью является ...</p> <p>1) Карта</p> <p>2) Макет самолета</p> <p>3) Диаграмма</p>

	4) Чертеж
39.	<p>Знаковой моделью является ...</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Диаграмма 2) Глобус 3) Детские игрушки 4) Модель корабля
40.	<p>Точка бифуркации это...</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Точка фазовой траектории, характеризующая изменение состояния объекта 2) Точка на траектории, характеризующая состояние покоя 3) Точка фазовой траектории, предшествующая резкому изменению состояния объекта 4) Точка равновесия.
41.	<p>При изучении объектов реальной действительности можно создать ...</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Одну единственную модель 2) Несколько различных видов моделей, каждая из которых отражает те или иные существенные признаки 3) Одну модель, отражающую совокупность признаков объекта 4) Нет правильного ответа
42.	<p>Процесс построения модели, как правило предполагает ...</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Описание всех свойств исследуемого объекта 2) Выделение наиболее существенных с точки зрения решаемой задачи свойств объекта 3) Выделение свойств объекта безотносительно к целям решаемой задачи 4) Выделение не более трех существенных признаков объекта
43.	<p>Декомпозиция это ...</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Процедура разложения целого на части с целью описания объекта 2) Процедура объединения частей объекта в целое 3) Процедура изменения структуры объекта 4) Процедура сортировки частей объекта.
44.	<p>Информационной моделью нельзя считать ...</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Описание объекта-оригинала с помощью математических формул 2) Другой объект, не отражающий существенных признаков и свойств объекта-оригинала 3) Описание объекта-оригинала на естественном или формальном языке 4) Совокупность математических формул, описывающих поведение объекта-оригинала
45.	<p>К числу документов, представляющих собой информационную модель управления государством, можно отнести ...</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Схему Кремля 2) Список депутатов государственной Думы

	<ul style="list-style-type: none"> 3) Географическую карту России 4) Конституцию РФ
46.	<p>Установление равновесия между простотой модели и качеством отображения объекта называется...</p> <ul style="list-style-type: none"> 1) Дискретизацией модели 2) Алгоритмизацией модели 3) Линеаризацией модели 4) Идеализацией модели.
47.	<p>Табличная информационная модель представляет собой ...</p> <ul style="list-style-type: none"> 1) Набор графиков, рисунков, чертежей, схем, диаграмм 2) Описание объектов (или их свойств) в виде совокупности значений, размещаемых в таблице 3) Систему математических формул 4) Описание иерархической структуры строения моделируемого объекта
48.	<p>Рисунки, карты, чертежи, диаграммы, схемы, графики представляют собой ...</p> <ul style="list-style-type: none"> 1) Табличные модели 2) Математические модели 3) Графические модели 4) Иерархические модели
49.	<p>Имитационное моделирование ...</p> <ul style="list-style-type: none"> 1) Воспроизводит функционирование объекта в пространстве и времени 2) Моделирование, в котором реализуется модель, производящая процесс функционирования системы во времени, а также имитируются элементарные явления, составляющие процесс 3) Моделирование, воспроизводящее только физические процессы 4) Моделирование, в котором реальные свойства объекта заменены объектами – аналогами.
50.	<p>В биологии классификация представителей животного мира представляет собой ...</p> <ul style="list-style-type: none"> 1) Табличную модель 2) Графическую модель 3) Математическую модель 4) Иерархическую модель
51.	<p>К числу самых первых графических информационных моделей следует отнести ...</p> <ul style="list-style-type: none"> 1) Наскальные росписи 2) Карты поверхности земли 3) Иконы 4) Книги с иллюстрациями
52.	<p>Планирование эксперимента необходимо для...</p> <ul style="list-style-type: none"> 1) Точного предписания действий в процессе моделирования 2) Выбора числа и условий проведения опытов, необходимых и

	<p>достаточных для решения поставленной задачи с требуемой точностью</p> <p>3) Выполнения плана экспериментирования на модели</p> <p>4) Сокращения числа опытов.</p>
53.	<p>Компьютерное имитационное моделирование ядерного взрыва не позволяет ...</p> <p>1) Экспериментально проверить влияние высокой температуры и облучения на природные объекты</p> <p>2) Уменьшить стоимость исследований и обеспечить безопасность людей</p> <p>3) Получить достоверные данные о влиянии взрыва на здоровье людей</p> <p>4) Получить достоверную информацию о влиянии ядерного взрыва на растения и животных в зоне облучения</p>
54.	<p>С помощью компьютерного имитационного моделирования нельзя изучить ...</p> <p>1) Демографические процессы, протекающие в социальных системах</p> <p>2) Тепловые процессы, протекающие в технических системах</p> <p>3) Процессы психологического взаимодействия учеников в классе</p> <p>4) Нет правильного ответа</p>
55.	<p>Модель детерминированная ...</p> <p>1) Матрица, детерминант которой равен единице</p> <p>2) Объективная закономерная взаимосвязь и причинная взаимообусловленность событий. В модели не допускаются случайные события</p> <p>3) Модель, в которой все события, в том числе, случайные ранжированы по значимости</p> <p>4) Система непредвиденных, случайных событий.</p>
56.	<p>Описание глобальной компьютерной сети Интернет в виде системы взаимосвязанных элементов следует рассматривать как ...</p> <p>1) Табличную</p> <p>2) Графическую</p> <p>3) Сетевую</p> <p>4) Нет правильного ответа</p>
57.	<p>Результатом процесса формализации является ...</p> <p>1) Описательная модель</p> <p>2) Математическая модель</p> <p>3) Графическая модель</p> <p>4) Предметная модель</p>
58.	<p>Дискретизация модели это процедура...</p> <p>1) Отображения состояний объекта в заданные моменты времени</p> <p>2) Процедура, которая состоит в преобразовании непрерывной информации в дискретную</p> <p>3) Процедура разделения целого на части</p>

	4) Приведения динамического процесса к множеству статических состояний объекта.
59.	Генеалогическое дерево семьи является ... 1) Табличной моделью 2) Иерархической моделью 3) Сетевой моделью 4) Словесной моделью
60.	Упорядочение информации по определенному признаку называется ... 1) Сортировкой 2) Формализацией 3) Систематизацией 4) Моделированием
61.	Свойство, при котором модели могут быть полностью или частично использоваться при создании других моделей 1) Универсальностью 2) Неопределенностью 3) Неизвестностью 4) Случайностью.
62.	Каково общее название моделей, которые представляют собой совокупность полезной и нужной информации об объекте? 1) Материальные 2) Информационные 3) Предметные 4) Словесные
63.	Непрерывно-детерминированные схемы моделирования определяют... 1) Математическое описание системы с помощью непрерывных функций с учётом случайных факторов 2) Математическое описание системы с помощью непрерывных функций без учёта случайных факторов 3) Математическое описание системы с помощью функций непрерывных во времени 4) Математическое описание системы с помощью дискретно-непрерывных функций.
64.	Погрешность математической модели связана с ... 1) Несоответствием физической реальности, так как абсолютная истина недостижима 2) Неадекватностью модели 3) Неэкономичностью модели 4) Неэффективностью модели.

11. РЕЙТИНГОВЫЙ КОНТРОЛЬ УСВОЕНИЯ ЗНАНИЙ

Рейтинговая оценка предусматривает использование весовых коэффициентов для текущего и промежуточного контроля знаний студентов по итогам освоения дисциплины.

Успешность изучения дисциплины в среднем оценивается максимальной суммой баллов – 100.

Во время текущей аттестации (т.е. оценки работы студента в течение семестра) оценивается: посещаемость и работа на семинарах; выполнение самостоятельных работ; выполнение домашних заданий; текущий тестовый контроль; другие виды работ, определяемые преподавателем и т.п.

Формирование итоговой оценки магистров по дисциплине

Содержание работы	Баллы	Кол-во	Итого
Посещение лекционных занятий	1	9	9
Текущий контроль знаний (тестирование)	10	2	20
Самостоятельная работа	3	9	27
Экзамен	44	1	44
Итого			100

Учебное издание

Дмитриева М. В.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по дисциплине**

Математическое моделирование биологических процессов

**для самостоятельной работы
магистров направления подготовки
06.04.01 Биология**