

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Бирский филиал федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего профессионального образования
«Башкирский государственный университет»**

Факультет физики и математики
Кафедра высшей и прикладной математики

Рабочая программа дисциплины

Математическое моделирование биологических процессов

Направление 06.04.01. – **Биология**
Профиль - **Экология**

Квалификация (степень) выпускника **Магистр**

Форма обучения очная

Составитель:

доцент, к.ф.-м.н. кафедры высшей и
прикладной математики



Чудинов В.В.
« 28 » 08. 2015 г.

Утверждена кафедрой ВиПМ
(Протокол № 1 от 31 августа
2015г.)



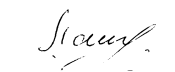
Чудинов В.В.

Зав. кафедрой, доцент, к.ф.-м.н.

СОГЛАСОВАНО

Председатель методической ко-
миссии факультета, к.ф.-м.н., до-
цент

(Протокол № 1 от 07 сентября 2015
г.)



Латыпов И.И.

Бирск 2015

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цель освоения дисциплины	3
2. Место дисциплины в структуре ООП.....	3
3. Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины	3
4. Структура и содержание дисциплины.....	5
4.1. Объём и виды учебной деятельности.....	5
4.2. Разделы дисциплины и трудоёмкость по видам занятий	5
4.3. Содержание дисциплины	6
5. Образовательные технологии	6
6. Организация самостоятельной работы студентов	6
6.1. Тематика практических работ.....	7
6.2. Вопросы к зачету	7
7. Информационно-методическое обеспечение дисциплины	9
7.1. Основная литература	9
7.2. Дополнительная литература	9
7.3. Интернет-ресурсы	10
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины	10

1. Цель освоения дисциплины

Цели дисциплины: ознакомить студентов с основами математического моделирования, дать понятие о математических методах исследования моделей; способствовать применению полученных знаний и навыков в решении профессиональных задач.

Задачи дисциплины: развивать нелинейное естественно-научное мышление, которое лежит в основе данного курса и всего современного естествознания.

Сочетание изучения данной дисциплины с другими дисциплинами позволит будущим выпускникам обеспечить дальнейший прогресс общества и экологическую безопасность, а также прогнозировать и предупреждать чрезвычайные ситуации, связанные с развитием и использованием достижений научно-технического прогресса во всех сферах деятельности человека.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Математическое моделирование биологических процессов» относится к дисциплинам и курсам по выбору студента (устанавливаемые вузом) вариативной части цикла.

3. Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:

Выпускник, освоивший программу магистратуры по дисциплине «Математическое моделирование биологических процессов» должен обладать следующей общепрофессиональной компетенцией: готовностью творчески применять современные компьютерные технологии при сборе, хранении, обработке, анализе и передаче биологической информации для решения профессиональных задач – ОПК-7.

В результате освоения дисциплины «Математическое моделирование биологических процессов» обучающийся должен:

- **знать** о фундаментальном единстве наук, незавершенности естествознания и возможности его дальнейшего развития, применения новых математических методов, появляющихся в естественнонаучных дисциплинах, в экологических исследованиях; о методах, используемых при динамическом моделировании экологических процессов, о наиболее важных типах моделей динамики экологических систем, моделях теории эволюции и глобальной динамики;
- **уметь** составлять модели экологических систем, математических методов исследования моделей, оперировать с абстрактными объектами;
- **владеть** основными формулами, определениями, понятиями математических методов в экологии, умением анализировать полученные результаты, на их основе выработать практические рекомендации.

<i>Компоненты компетенции</i>	<i>Формы и средства формирования</i>
<i>Знает</i> о методах, используемых при динамическом моделировании биологических процессов, о наиболее важных типах моделей динамики экологических систем, моделях теории эволюции и глобальной динамики	Лекция. Самостоятельная работа, решение тестовых и кейс-заданий

Умеет применять современные компьютерные технологии при сборе, хранении, обработке, анализе и передаче биологической информации, составлять модели экологических систем, оперировать с абстрактными объектами	Самостоятельная работа, решение тестовых и кейс-заданий
Владеет основными формулами, определениями, понятиями математических методов в экологии, умением анализировать полученные результаты, на их основе выработать практические рекомендации	Самостоятельная работа, решение тестовых и кейс-заданий.

Оценка уровней освоения компетенций

Уровни освоения компетенции	Знает	Умеет	Владеет	Средства оценивания
Пороговый уровень	о методах, используемых при динамическом моделировании экологических процессов	оперировать основными понятиями и терминами, применять современные компьютерные технологии при сборе, хранении, обработке, анализе и передаче биологической информации	культурой научного мышления, навыками самостоятельной работы, основными формулами, определениями, понятиями математических методов в экологии	Тесты, кейс-задания, зачет
Средний уровень	о наиболее важных типах моделей динамики экологических систем	применять свои знания на практике, составлять модели экологических систем	навыками самостоятельной работы с использованием различных источников	Тесты, кейс-задания, зачет
Продвинутый уровень	о методах, используемых при динамическом моделировании экологических процессов, о наиболее важных типах моделей динамики экологических систем, моделях теории эволюции и глобальной динамики	применять современные компьютерные технологии при сборе, хранении, обработке, анализе и передаче биологической информации, составлять модели экологических систем, оперировать с абстрактными объектами	навыками обработки теоретической информации умением анализировать полученные результаты, на их основе выработать практические рекомендации	АСТ-тесты, кейс-задания, зачет

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зачётные единицы

4.1. Объём и виды учебной деятельности

Вид учебной работы	Всего часов
Общая трудоёмкость дисциплины	72
Аудиторные занятия (всего)	20
В том числе:	
Лекции	6
Практические, семинары	14
Интерактивные формы обучения	10
Самостоятельная работа	52
Вид промежуточного контроля	
Вид итогового контроля	зачет

4.2. Разделы дисциплины и трудоёмкость по видам занятий

№	Разделы Дисциплины	Семестр	Общая трудоём- кость	Виды учебной работы					формы текущего контроля
				лекции	практические занятия	лабораторные работы	в т.ч. активных форм	СРС	
1.	Моделирование экологических процессов	3.1	8	1	1			4	Опрос,
2.	Непрерывные по времени модели динамики численности локальной популяции.	3.1	8	1	1			4	Опрос,
3.	Модели, описываемые системами двух линейных дифференциальных уравнений	3.1	6	1	1			4	Опрос, самост. раб.
4.	Модели, описываемые системами двух нелинейных автономных дифференциальных уравнений	3.1	6	1	1			4	Опрос, контр. раб.
5.	Бифуркация динамических систем	3.1	6	1	2			4	Опрос,
6.	Колебания в биологических системах	3.1	6	1	2			4	Опрос,
7.	Модели взаимодействия двух видов	3.1	8		2			4	Опрос, самост. раб.
8.	Динамический хаос	3.1	6		2			3	Опрос,
9.	Дискретные по времени модели динамики численности популяции	3.1	6		2			3	Опрос,
10.	Модель Форрестера	3.1	12					6	Опрос, контр. раб.

4.3. Содержание дисциплины

№	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Формируемые компетенции
1	Моделирование экологических процессов	Понятие модели. Объекты, цели и методы моделирования. Специфика математического моделирования живых систем. Современная классификация моделей. Регрессионные, имитационные, качественные модели.	ОПК-7
2	Непрерывные по времени модели динамики численности локальной популяции.	Модели Мальтуса, Ферхюльста-Пирла-Рида. Принцип Олли, модель Базыкина. Модели Пелла-Томлинсона и Фокса. Задачи оптимального управления в моделях популяции. Проблема устойчивости.	ОПК-7
3	Модели, описываемые системами двух линейных дифференциальных уравнений	Линейные двумерные модели. Фазовая плоскость. Фазовый портрет. Типы положения равновесия: узел, седло, фокус, центр.	ОПК-7
4	Модели, описываемые системами двух нелинейных автономных дифференциальных уравнений	Нелинейные двумерные модели. Метод Ляпунова линеаризации систем в окрестности стационарного состояния. Примеры исследования устойчивости стационарных состояний моделей биологических систем. Метод функции Ляпунова.	ОПК-7
5	Бифуркация динамических систем	Типы бифуркаций. Бифуркационные диаграммы.	ОПК-7
6	Колебания в биологических системах	Понятие автоколебаний. Изображение автоколебательной системы на фазовой плоскости. Предельные циклы. Бифуркация Хопфа.	ОПК-7
7	Модели взаимодействия двух видов	Классификация типов взаимодействия. Конкуренция. Хищник-жертва. Обобщенные модели взаимодействия видов Модель Колмогорова. Модель Базыкина.	ОПК-7
8	Динамический хаос	Предельные множества. Аттракторы. Странные аттракторы. Динамический хаос. Линейный анализ устойчивости траекторий.	ОПК-7
9	Дискретные по времени модели динамики численности популяции	Общая схема. Основные модели: модель Мальтуса, Мэя, Риккера. Стационарные точки и циклы. Теорема Шарковского. Устойчивость и хаос. Бифуркационная диаграмма и показатель Ляпунова.	ОПК-7
10	Модель Форрестера	Структура и уравнения глобальной модели Форрестера. Исследование влияния управления на модель Форрестера. Два направления развития динамического подхода к глобальному моделированию. Исследование стационарных решений системы. Анализ результатов численного эксперимента на модели.	ОПК-7

5. Образовательные технологии

На практических и лабораторных занятиях активно используется проектно:

1. Модульная технология на практических занятиях;
2. Проблемное изучение (проблемное изучение отдельных тем, использование частично-поискового и исследовательского методов обучения);
3. Рефлексивное обучение (осмысление, переосмысление и преобразование студентами содержаний и форм своего опыта);
4. Проектно-групповой подход;
5. Студенческие доклады.

6. Организация самостоятельной работы студентов

СРС включает следующие виды работ:

- ◆ подготовка к сдаче зачета;
- ◆ подготовка к аудиторным контрольным работам;
- ◆ подготовка к аудиторным самостоятельным работам;
- ◆ регулярное выполнение домашних заданий;
- ◆ регулярную подготовку к фронтальному теоретическому опросу.

По результатам СРС применяются следующие виды контроля:

- ◆ зачет;
- ◆ аудиторная контрольная работа;
- ◆ аудиторная самостоятельная работа;

- ♦ проверка выполнения домашнего задания (на каждом практическом занятии);
- ♦ фронтальный теоретический опрос (на каждом практическом занятии).

При оценке результатов деятельности студентов используется пятибалльная система оценок.

6.1. Тематика практических работ

№ п/п	Тема практического занятия	
1	Моделирование экологических процессов	2
2	Непрерывные по времени модели динамики численности локальной популяции. Задачи оптимального управления в моделях популяции.	2
3	Модели, описываемые системами двух линейных дифференциальных уравнений	2
4	Модели, описываемые системами двух нелинейных автономных дифференциальных уравнений	2
5	Бифуркация динамических систем. Колебания в биологических системах	2
6	Модели взаимодействия двух видов. Динамический хаос	2
7	Дискретные по времени модели динамики численности популяции. Модель Форрестера	2

6.2. Вопросы к зачету

1. Понятие модели. Объекты, цели и методы моделирования. Специфика математического моделирования живых систем. Современная классификация моделей.
2. Непрерывные по времени модели динамики численности локальной популяции. Модели Мальтуса, Ферхюльста-Пирла-Рида. Принцип Олли, модель Базыкина. Модели Пелла -Томлинсона и Фокса.
3. Задачи оптимального управления в моделях популяции.
4. Модели, описываемые системами двух линейных дифференциальных уравнений.
5. Исследование устойчивости стационарных состояний нелинейных систем второго порядка. Теорема Ляпунова об устойчивости.
6. Бифуркация динамических систем. Типы бифуркаций.
7. Колебания в биологических системах. Предельные циклы. Бифуркация Хопфа.
8. Модели взаимодействия двух видов. Классификация типов взаимодействия. Конкуренция. Хищник-жертва. Обобщенные модели взаимодействия видов.
9. Динамический хаос.
10. Модели с дискретным временем. Модели Мальтуса, Мэя, Риккера.
11. Стационарные точки и циклы. Устойчивость и хаос. Бифуркационная диаграмма и показатель Ляпунова.
12. Глобальная модель Форрестера.

Критерии оценки ответов студентов на зачете **«Зачтено»**

- раскрыто основное содержание материала;
- правильно даны определения понятий и использованы научные термины;
- допущены незначительные нарушения последовательности изложения;
- небольшие недостатки при использовании научных терминов;
- небольшие неточности в выводах и обобщениях из практических работ;
- для доказательства использованы наблюдения, опыты;
- ответ самостоятельный, использованы ранее приобретенные знания;

- прослеживается межпредметная связь;

«Не зачтено»

- не усвоено основное содержание учебного материала, изложено фрагментарно, не последовательно;
 - определения понятий не четкие;
 - не использованы в качестве доказательства выводы и обобщения из наблюдений, практических занятий;
 - допущены ошибки и неточности в использовании научной терминологии
- определение понятий.

6.3. Методические рекомендации студентам

Успешное овладение знаниями предполагает постоянную и систематическую работу студентов на лекциях, практических занятиях, при подготовке заданий согласно плану самостоятельной работы, при прохождении промежуточной аттестации.

Запись **лекции** – одна из форм активной самостоятельной работы студентов, требующая навыков и умения кратко, схематично, последовательно и логично фиксировать основные положения, выводы, обобщения, формулировки. Культура записи лекции – один из важнейших факторов успешного и овладения знаниями. Последующая работа над текстом лекции закрепляет в памяти ее содержание, позволяет развивать соответствующее мышление. Важно иметь в виду, что материал лекции может быть дан под запись (обязательное фиксирование материала), так и в виде устного изложения (монолог, диалог, пролог). Во втором случае, необходимость записи лекции заключается в фиксировании основных, ключевых моментов рассматриваемой темы.

Студент, неудовлетворительно ответивший на поставленный перед ним вопросы, должен отработать это занятие, то есть в особое время, назначенное преподавателем, ответить на любые заданные преподавателем вопросы из тех, что его группа рассматривала на данном занятии. Аналогичную отработку влечет каждый пропуск занятия, вне зависимости от того, что послужило его причиной. Помимо устных опросов студентов, преподаватель может проводить письменные контрольные работы, компьютерное тестирование и использовать другие формы контроля и оценки знаний студентов.

Ответы студентов на занятиях учитываются преподавателем при выставлении им оценок.

Учебным планом для студентов предусмотрена **самостоятельная работа**. Самостоятельное изучение студентами соответствующих тем необходимо для более глубокого и полного раскрытия курса. Самостоятельная работа должна проводиться дополнительно, вне зависимости от лекционных и практических занятий. Для этого необходимо выполнить задания для самостоятельных работ, которые даются в соответствующем разделе. Форма контроля самостоятельной работы определяется преподавателем. Для проверки знаний применяется **тестирование**, целью которого является промежуточная аттестация студентов по пройденному материалу. Тесты ориентированы на выявление степени усвоения студентами фактического материала.

Для эффективного и полного освоения знаниями по дисциплине необходимо большое внимание уделять правильной и полной работе с **литературой**. В рабочей программе дается необходимый перечень основной и дополнительной литературы. В основную литературу включены источники, содержащие наиболее полный спектр фактического материала по рассматриваемым темам, а также являющиеся наиболее доступными для студентов. Дополнительная литература представляет собой альтернативные источники, а также материалы, более глубоко раскрывающие отдельные стороны тех или иных вопросов. В целом, студентам необходимо обращаться как к основной так и дополнительной литературой.

Методические рекомендации преподавателю

1. Изучив глубоко содержание учебной дисциплины, целесообразно разработать матрицу наиболее предпочтительных методов обучения и форм самостоятельной работы студентов, адекватных видам лекционных и семинарских занятий.

2. Необходимо предусмотреть развитие форм самостоятельной работы, выводя студентов к завершению изучения учебной дисциплины на её высший уровень.
 3. Пакет заданий для самостоятельной работы следует выдавать в начале семестра, определив предельные сроки их выполнения и сдачи. Задания для самостоятельной работы желательно составлять из обязательной и факультативной частей.
 4. Организуя самостоятельную работу, необходимо постоянно обучать студентов методам такой работы.
 5. Вузовская лекция - главное звено дидактического цикла обучения. Её цель - формирование у студентов ориентировочной основы для последующего усвоения материала методом самостоятельной работы. Содержание лекции должно отвечать следующим дидактическим требованиям:
 - изложение материала от простого к сложному, от известного к неизвестному;
 - логичность, четкость и ясность в изложении материала;
 - возможность проблемного изложения, дискуссии, диалога с целью активизации деятельности студентов;
 - опора смысловой части лекции на подлинные факты, события, явления, статистические данные;
 - тесная связь теоретических положений и выводов с практикой и будущей профессиональной деятельностью студентов.
- Преподаватель, читающий лекционные курсы в вузе, должен знать существующие в педагогической науке и используемые на практике варианты лекций, их дидактические и воспитывающие возможности, а также их методическое место в структуре процесса обучения.
6. При изложении материала важно помнить, что почти половина информации на лекции передается через интонацию. Учитывать тот факт, что первый кризис внимания студентов наступает на 15-20-й минутах, второй - на 30-35-й минутах. В профессиональном общении исходить из того, что восприятие лекций студентами младших и старших курсов существенно отличается по готовности и умению.
 7. При проведении аттестации студентов важно всегда помнить, что систематичность, объективность, аргументированность - главные принципы, на которых основаны контроль и оценка знаний студентов. Проверка, контроль и оценка знаний студента, требуют учета его индивидуального стиля в осуществлении учебной деятельности. Знание критериев оценки знаний обязательно для преподавателя и студента.

7. Информационно-методическое обеспечение дисциплины

Основная литература

1. Ризниченко Г.Ю. Лекции по математическим моделям в биологии. – Ижевск, 2008. – 232 с.
2. Абакумов А.И. Математическая экология. – Владивосток, 2010.

Дополнительная литература

1. Ризниченко Г.Ю. Математические модели в биофизике и экологии. – М.; Ижевск: ИКИ, 2003. – 184 с.
2. Горбань А.Н., Хлебопрос Р.Д., Демон Дарвина: Идея оптимальности и естественный отбор. – М.: Наука, 1988.

3. Компьютеры и нелинейные явления: Информатика и современная естествознание/ Ред.-сост. А.А. Самарский. – М.: Наука, 1988.
4. Неймарк Ю.И., Ланда П.С. Стохастические и хаотические колебания. – М.: Наука, 1988.
5. Понтрягин Л.С. Обыкновенные дифференциальные уравнения. – М.: Наука, 1980.
6. Агафонов С.А., Герман А.Д., Муратова Т.В. Дифференциальные уравнения. – М.: Изд. МГТУ, 1999.
7. Свирежев Ю.М. Нелинейные волны, диссипативные структуры и катастрофы экологии. – М.: Наука, 1987.
8. Скалецкая Е.И., Фрисман Е.Я., Шапиро А.П. Дискретные модели динамики численности популяции и оптимизация промысла.
9. Понтрягин Л.С. Обыкновенные дифференциальные уравнения. – М.: Наука, 1979.
10. Смит Дж. М. Модели в экологии. – М.: Наука, 1976.
11. Странные аттракторы. Сборник статей.
12. Уатт К. Экология и управление природными ресурсами. Количественный подход. – М.: Мир, 1971.
13. Хэссард Б., Казаринов Н., Вэн И. Теория и приложения бифуркаций рождения цикла. – М.: Мир, 1985.
14. Шапиро А.П., Луппов С.П., Рекуррентные уравнения в теории популяционной биологии. – М.: Наука, 1983.
15. Акжигитов Г.Н., Мазур И.И., Маттис Г.Я. и др. Англо-русский экологический словарь. – М.: Рус. яз., 2000. – 608 с.
16. Геловани В.А., Егоров В.А., Митрофанов В.Е., Пионтковский А.А. Исследование влияния управления на глобальную модель Форрестера. Проблемы кибернетики. – М.: Наука, 1976.
17. Форрестер Дж. Мировая динамика. – М.: Мир, 1981.
18. Фрисман Е.Я. Математические модели динамики численности локальной однородной популяции. – Владивосток, 1996.

Интернет-ресурсы

1. Информационная система «Динамические модели в биологии»
<http://dmb.biophys.msu.ru/>
2. Кафедра биофизики биологического факультета МГУ им. М. В. Ломоносова
<http://www.biophys.msu.ru/>
3. Группа молекулярной динамики кафедры биоинженерии биологического факультета МГУ им. М. В. Ломоносова
<http://www.moldyn.ru/>
4. Объединённый центр вычислительной биологии и биоинформатики
<http://www.jcbi.ru/>
5. «Биомолекула» – научно-популярный сайт, посвящённый молекулярным основам современной биологии и практическим применениям научных достижений в медицине и биотехнологии
<http://www.biomolecula.ru/>
6. Институт математических проблем биологии РАН
<http://www.impb.ru/>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для обеспечения дисциплины необходимы:
оборудованные аудитории, различные технические и аудиовизуальные средства обучения.

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
Текущий контроль				
1.Посещение лекции, наличие конспекта	2	3	3	6
2. Наличие конспекта на практическом занятии	1	7	4	7
3. Выполнение СРС	4	7	16	17
4. Презентация	5	1	2	5
5. Выполнение задания	5	3	12	15
Рубежный контроль				
1. Тестирование КР	20	1	15	30
Поощрительные баллы				
1. Студенческая олимпиада или конференция				2
2. Публикация статей				5
3. Изготовление наглядных пособий				3
Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)				
4. Посещение лекционных занятий			0	–6
5. Посещение семинарских занятий			0	-6
Итоговый контроль				
1. Зачет	20		15	20
Итого			100	

