



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Иркутский государственный университет»
(ФГБОУ ВПО «ИГУ»)



Рабочая программа дисциплины

Индекс дисциплины по УП: **Б1.В.ОД.2**

Наименование дисциплины **Основы математического моделирования**

Направление подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре
04.06.01– Химические науки

Направленность программы подготовки кадров высшей квалификации (программы аспирантуры):
Неорганическая химия

Форма обучения **очная, заочная**

Согласовано с УМК ИМЭИ
протокол № 1 от «21» сентября 2014 г.

Председатель УМК  /В.Г.Антоник /

Иркутск 2014 г.

Содержание

1.	Цели и задачи дисциплины.....	3
2.	Место дисциплины в структуре ООП.....	3
3.	Требования к результатам освоения дисциплины.....	3
4.	Объем дисциплины и виды учебной работы.....	4
5.	Содержание дисциплины.....	5
5.1.	Содержание разделов и тем дисциплины.....	5
5.2.	Разделы, темы дисциплин и виды занятий.....	8
6.	Примерная тематика курсовых работ (проектов).....	9
7.	Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	9
	а) основная литература.....	9
	б) дополнительная литература.....	9
	в) программное обеспечение.....	9
	г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы.....	9
8.	Материально-техническое обеспечение дисциплины.....	9
9.	Образовательные технологии.....	10
10.	Фонд оценочных средств (ФОС).....	10
10.1.	Оценочные средства текущего контроля.....	10
10.2.	Оценочные средства для промежуточной аттестации (в форме зачета).....	12

1. Цели и задачи дисциплины

Основной целью дисциплины является изучение принципов построения математических моделей при проведении научных исследований с использованием современных аналитических и вычислительных методов.

Основные задачи:

- изучение основных типов моделей и математических методов исследования систем различных классов;
- разработка моделей реальных систем различных классов с использованием современных методов исследования;
- обработка и анализ результатов моделирования реальных систем при помощи прикладного программного обеспечения.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Основы математического моделирования» входит в обязательные дисциплины вариативной части учебного плана, индекс Б1.В.ОД.2.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Изучение дисциплины направлено на формирование у аспирантов следующих универсальных компетенций:

- способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерирование новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);
- способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития (УК-5).

Изучение дисциплины направлено на формирование у аспирантов следующих общепрофессиональных компетенций:

- способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1);
- готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования (ОПК-2).

Изучение дисциплины направлено на формирование у аспирантов следующих профессиональных компетенций:

использовать современные специализированные вычислительные комплексы и базы данных при планировании химических исследований, для обработки и анализа экспериментальных данных, подготовке публикаций и презентаций результатов диссертационной работы (ПК-3).

В результате изучения дисциплины аспиранты должны **знать**:

- основные типы моделей, задачи и методы моделирования систем различных классов;
- принципы построения моделей;
- методы формализации, алгоритмизации и реализации моделей на персональных ЭВМ.

В результате изучения дисциплины аспиранты должны **уметь**:

- разрабатывать модели реальных систем;
- анализировать результаты и выявлять свойства и закономерности, присущие процессам, протекающим в системах;
- уметь ставить и решать задачи оптимизации систем.

В результате изучения дисциплины аспиранты должны **владеть**:

- современными аналитическими, численными и имитационными методами исследования систем;
- методами оптимизации, направленными на решение задач обработки и анализа результатов эксперимента.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Форма обучения – очная, заочная

Вид учебной работы	Всего часов очно / заоч	Семестры			
		2			
Аудиторные занятия (всего)	36/164	36/16			
В том числе:					
Лекции	24/12	24/12			
Практические занятия (ПЗ)	12/4	12/4			
Семинары (С)					
Лабораторные работы (ЛР)					
Контроль самостоятельной работы					
Самостоятельная работа (всего)	36/56	36/56			
В том числе:					
Курсовой проект (работа)					
Расчетно-графические работы					
Реферат					
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>					
<i>Подготовка доклада</i>					
<i>Выполнение практического задания</i>	36/56	36/56			

Вид промежуточной аттестации (зачет с оценкой)					
Общая трудоемкость	часы	72	72		
	зачетные единицы	2	2		

5. Содержание дисциплины

5.1. Содержание разделов и тем дисциплины.

Тема 1. Классификация математических моделей.

Вопросы:

- 1.1. Основные этапы математического моделирования.
- 1.2. Понятие математической модели и ее свойства.
- 1.3. Классификация моделей.

Вопросы и задания самоконтроля:

1. Понятие модели.
2. Объекты, цели и методы моделирования.
3. Классификационные признаки моделей.
4. Классификация математических моделей в зависимости от сложности объекта моделирования; от оператора модели; от параметров модели; от целей моделирования; от методов реализации.

Тема 2. Математические модели экономических процессов.

Вопросы:

- 2.1. Математическая теория потребления.
- 2.2. Классические и неоклассические модели поведения фирмы.
- 2.3. Спрос и предложение. Модели рынка одного товара.
- 2.4. Модель межотраслевого баланса Леонтьева.
- 2.5. Транспортная задача.
- 2.6. Задача о коммивояжере.
- 2.7. Модель оптимального портфеля ценных бумаг.

Вопросы и задания самоконтроля:

1. Теория потребления.
2. Модели поведения фирмы.
3. Паутинообразная модель рынка.
4. Модель Леонтьева.
5. Математическая модель транспортной задачи.

6. Математическая модель задачи о выпуске продукции.
7. Математическая модель задачи о портфеле ценных бумаг.
8. Случайные процессы и их классификация.
9. Математическая модель задачи о назначениях.
10. Предмет, задача и основные понятия математического программирования.
11. Классификация задач математического программирования.
12. Задача линейного программирования и ее общая форма.
13. Приведение задачи линейного программирования к канонической форме.
14. Геометрическая интерпретация задачи линейного программирования.
15. Возможные множества решений задачи линейного программирования.
16. Общая характеристика симплекс – метода.
17. Заполнение начальной симплекс – таблицы.
18. Критерий оптимальности плана задачи линейного программирования.
19. Метод построения нового плана в рамках симплекс – метода.
20. Вспомогательная задача.
21. Модель транспортной задачи в форме таблицы.
22. Балансировка транспортной задачи.
23. Метод северо-западного угла.
24. Общая характеристика метода потенциалов.
25. Проверка плана транспортной задачи на оптимальность.
26. Построение нового плана в методе потенциалов.
27. Предмет, область применения и основные понятия теории графов.
28. Предмет и область применения системы сетевого планирования и управления.
29. Сетевой график и его элементы.
30. Параметры событий и работ.
31. Методика расчета параметров сетевого графика.
32. Критический путь и его содержательный смысл.
33. Постановка задачи о кратчайшем маршруте.
34. Метод решения задачи о кратчайшем маршруте.
35. Постановка задачи о максимальном потоке.
36. Разрез и его пропускная способность.
37. Теорема Форда – Фалкерсона.
38. Методология метода ветвей и границ.
39. Постановка задачи коммивояжера.
40. Алгоритм приведения матрицы расходов в задаче коммивояжера.
41. Алгоритм деления множества маршрутов на части.

Тема 3. Моделирование динамических процессов.

Вопросы:

- 4.1. Понятие динамической модели. Основные методы исследования.

4.2. Математические модели популяций.

Вопросы и задания самоконтроля:

1. Процессы размножения и гибели популяций.
2. Модели биологических систем.
3. Модели роста колонии микроорганизмов.

Тема 4. Вычисления в MS Excel.

Вопросы:

- 4.1. Введение в систему MS Excel.
- 4.2. Вычислительное ядро системы.

Вопросы и задания самоконтроля:

1. Структура системы MS Excel.
2. Встроенные функции MS Excel.
3. Элементы программирования.

Тема 5. Моделирование систем.

Вопросы:

- 5.1. Разработка численного алгоритма в модели поведения потребителя.
- 5.2. Разработка численного алгоритма нахождения точки рыночного равновесия в паутинообразной модели рынка.

Вопросы и задания самоконтроля:

1. Основные этапы разработки численного алгоритма.
2. Виды погрешностей.

5.2. Разделы, темы дисциплин (модулей) и виды занятий

Наименование темы	Виды занятий в часах очно/ заочно			
	Лекции	Практ. зан.	СРС	Всего
Тема 1. Классификация математических моделей. 1.1. Основные этапы математического моделирования. 1.2. Понятие математической модели и ее свойства. 1.3. Классификация моделей.	2/2	1/1	4/4	7/7
Тема 2. Математические модели экономических процессов. 2.1. Математическая теория потребления. 2.2. Классические и неоклассические модели поведения фирмы. 2.3. Спрос и предложение. Модели рынка одного товара. 2.4. Модель межотраслевого баланса Леонтьева. 2.5. Транспортная задача. 2.6. Задача о коммивояжере. 2.7. Модель оптимального портфеля ценных бумаг.	10/4	5/1	10/14	25/19
Тема 3. Моделирование динамических процессов. 3.1. Понятие динамической модели. Основные методы исследования. 3.2. Математические модели популяций.	4/2	2/1	6/10	12/13
Тема 4. Вычисления в MS Excel. 4.1. Встроенные функции. 4.2. Элементы программирования.	4/2	2/1	6/10	12/13
Тема 5. Моделирование систем. 5.1. Разработка алгоритма в модели поведения потребителя. 5.2. Разработка алгоритма нахождения точки рыночного равновесия в паутинообразной модели рынка.	4/2	2/0	4/8	10/10
Зачет.			6/10	6/10
Итого	24/12	12/4	36/56	72

6. Примерная тематика курсовых работ - не предусмотрено

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Голубева Н.В. Математическое моделирование систем и процессов [Электронный ресурс] / Н.В.Голубева. - Москва: Лань, 2013. (ЭБС «Лань», неограниченный доступ)

б) дополнительная литература:

1. Математическое моделирование [Электронный ресурс]: метод. указания к лаб. И контр. Работам по курсу «Математическое моделирование». ЭВК. – Иркутск: [б. и.], 2013. – Режим доступа: ЭЧЗ «Библиотех». – Неогранич. доступ.
2. Бурмистрова Н.А. Математическое моделирование экономических процессов как средство формирования профессиональной компетентности будущих специалистов финансовой сферы при обучении математике / Н.А. Бурмистрова. – М.: Логос, 2010. – 227 с.

в) программное обеспечение:

MS Excel, PowerPoint

г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

<http://buratino.isu.ru> – электронный образовательный портал ИГУ.

<http://ellib.library.isu.ru> – электронная библиотека ИГУ.

<http://e.lanbook.com> – электронная библиотека (ЭБС ИГУ).

<https://isu.bibliotech.ru> – электронная библиотека (ЭБС ИГУ).

<http://elibrary.ru/> – российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 14 млн научных статей и публикаций.

<http://www.edu.ru/> – федеральный образовательный портал.

<http://www.exponenta.ru> – образовательный математический сайт.

<http://www.math.ru/> – математический портал. Бесплатная электронная

библиотека.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническое обеспечение включает в себя: компьютерный класс общего пользования с подключением к Интернет; учебные классы, оснащенные современной аудио- и видеотехникой; компьютерные мультимедийные проекторы; компьютерную систему.

9. Образовательные технологии

Дисциплина предполагает использование практических занятий с электронной презентацией материалов, выполнение заданий на персональном компьютере, работу в Интернет.

10. Фонды оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации (ФОС)

10.1. Оценочные средства текущего контроля

Основными оценочными средствами для текущего контроля являются выступления аспирантов с докладом.

При оценке достигнутых уровней по докладу применяются следующие критерии:

Уровни	Показатели
пороговый	В докладе соблюдается культура речи. Доклад в основном правильный, но схематичный, обнаруживающий лишь умение поверхностно и с отклонениями от последовательности изложения раскрыть материал; научно-теоретический уровень доклада не достаточен; нет обобщений и выводов в полном объеме, имеются существенные ошибки в формулировке определений.
базовый	В докладе соблюдается культура речи. Присутствует хорошее знание и понимание материала, умение излагать свои мысли последовательно и грамотно. Может быть недостаточно полно развернута аргументация, возможны отдельные затруднения в формулировке выводов, иллюстративный материал может быть представлен недостаточно, приводимые примеры не точные, отдельные ошибки в формулировке понятий
повышенный	В докладе соблюдается культура речи. Доклад исчерпывающий, точный, проявлено умение пользоваться материалом текстов по предмету для аргументации и самостоятельных выводов, свободное владение соответствующей терминологией, навыками анализа, умение излагать свои мысли последовательно с необходимыми обобщениями и выводами, используя термины.

Список примерных тем докладов

1. Модели окружающего мира.
2. Физические модели.
3. Социальные модели.
4. Исторические модели.
5. Экономические модели.

6. Дискретные математические модели.
7. Непрерывные математические модели.
8. Вероятностные модели.
9. Случайные процессы в природе.
10. Марковские процессы и их приложения.
11. Алгоритмы и их реализации.
12. Сложность алгоритмов.
13. Вычислительные устройства.
14. Реализация математических моделей на вычислительных устройствах.
15. Вычислительные эксперименты и их интерпретации.
16. Критерии точности моделей.
17. Компьютеры и точность вычислений.
18. Модели теории графов.
19. Транспортная задача и ее математические модели.
20. Задача о нахождении кратчайшего маршрута.
21. Задача коммивояжера.
22. Математические модели развития популяций.
23. Генетические алгоритмы.
24. Эволюционные модели вычислений.
25. Метод ветвей и границ.

Показатели	Критерии
Ответы по вопросам	<ul style="list-style-type: none"> • содержание ответа соответствует поставленному вопросу • раскрываются наиболее значимые факты, научные положения, • соблюдается логическую последовательность в изложении материала
Ответы на дополнительные вопросы	<ul style="list-style-type: none"> • содержание ответа соответствует поставленному вопросу • раскрываются наиболее значимые факты, научные положения, • соблюдается логическую последовательность в изложении материала

Шкала оценивания: 0 баллов – полное отсутствие критерия; 1 балл – частичное выполнение критерия; 2 балла – полное выполнение критерия

Оценка проставляется по количеству набранных баллов:

- 60-75% от максимально возможного количества баллов - удовлетворительно,
- 76-85% от максимально возможного количества баллов - хорошо,
- 86-100% от максимально возможного количества баллов – отлично.

10.2. Оценочные средства для промежуточной аттестации (в форме зачета)

Зачет проводится в форме собеседования, в ходе которого аспиранты отвечают на вопросы.

Список вопросов к зачету

1. Понятие модели, свойства модели.
2. Классификация моделей.
3. Математическая модель.
4. Основные этапы математического моделирования.
5. Математическая модель транспортной задачи.
6. Математическая модель задачи о выпуске продукции.
7. Математическая модель задачи о ранце.
8. Случайные процессы и их классификация.
9. Математическая модель задачи о назначениях.
10. Предмет, задача и основные понятия математического программирования.
11. Классификация задач математического программирования.
12. Задача линейного программирования и ее общая форма.
13. Приведение задачи линейного программирования к канонической форме.
14. Геометрическая интерпретация задачи линейного программирования.
15. Возможные множества решений задачи линейного программирования.
16. Общая характеристика симплекс – метода.
17. Заполнение начальной симплекс – таблицы.
18. Критерий оптимальности плана задачи линейного программирования.
19. Метод построения нового плана в рамках симплекс – метода.
20. Вспомогательная задача.
21. Модель транспортной задачи в форме таблицы.
22. Балансировка транспортной задачи.
23. Метод северо-западного угла.
24. Общая характеристика метода потенциалов.
25. Проверка плана транспортной задачи на оптимальность.
26. Построение нового плана в методе потенциалов.
27. Предмет, область применения и основные понятия теории графов.
28. Предмет и область применения системы сетевого планирования и управления.
29. Сетевой график и его элементы.
30. Параметры событий и работ.
31. Методика расчета параметров сетевого графика.
32. Критический путь и его содержательный смысл.
33. Постановка задачи о кратчайшем маршруте.
34. Метод решения задачи о кратчайшем маршруте.
35. Постановка задачи о максимальном потоке.
36. Разрез и его пропускная способность.
37. Теорема Форда – Фалкерсона.

38. Методология метода ветвей и границ.
39. Постановка задачи коммивояжера.
40. Алгоритм приведения матрицы расходов в задаче коммивояжера.
41. Алгоритм деления множества маршрутов на части.
42. Процессы размножения и гибели.
43. Процесс Маркова и его свойства.

Результат диагностики сформированности компетенций УК-1, УК-5, ОПК-1, ОПК-2, ПК-3	Показатели	Критерии
знать: основные типы моделей, задачи и методы моделирования систем различных классов; принципы построения моделей; методы формализации, алгоритмизации и реализации моделей на персональных ЭВМ.	Ответы по вопросам	<ul style="list-style-type: none"> • содержание ответа соответствует поставленному вопросу • раскрываются наиболее значимые факты, научные положения, • соблюдается логическую последовательность в изложении материала
уметь: разрабатывать модели реальных систем; анализировать результаты и выявлять свойства и закономерности, присущие процессам, протекающим в системах; уметь ставить и решать задачи оптимизации систем.	Ответы по вопросам	<ul style="list-style-type: none"> • содержание ответа соответствует поставленному вопросу • раскрываются наиболее значимые факты, научные положения, • соблюдается логическую последовательность в изложении материала
владеть: современными аналитическими, численными и имитационными методами исследования систем; методами оптимизации, направленными на решение задач	Ответы по вопросам	<ul style="list-style-type: none"> • содержание ответа соответствует поставленному вопросу • раскрываются наиболее значимые факты, научные положения, • соблюдается логическую последовательность в изложении материала

обработки и анализа результатов эксперимента.		
---	--	--

Шкала оценивания: 0 баллов – полное отсутствие критерия; 1 балл – частичное выполнение критерия; 2 балла – полное выполнение критерия

Оценка проставляется по количеству набранных баллов:

60-75% от максимально возможного количества баллов - удовлетворительно,

76-85% от максимально возможного количества баллов - хорошо,

86-100% от максимально возможного количества баллов – отлично.


Процедура оценивания результатов промежуточной аттестации:

Зачет проводится в форме собеседования, в ходе которого аспиранты отвечают на вопросы. В спорных случаях учитываются результаты текущего контроля.

Составитель: к.ф-м.н., доцент кафедры методов оптимизации
Деренко Николай Васильевич

Программа рассмотрена на заседании кафедры методов оптимизации
(протокол № 8 « 19 » 06 2014 г.)

Зав. кафедрой методов оптимизации



В.А.Дыхта

**Лист согласования, дополнений и изменений
на 2015/2016 учебный год**

К рабочей программе дисциплины Б1.В.ОД.2 Основы математического моделирования по направлению подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре: 04.06.01 – Химические науки

1. В рабочую программу дисциплины вносятся следующие дополнения:
Нет дополнений
2. В рабочую программу дисциплины вносятся следующие изменения:
Нет изменений

Изменения одобрены УМК ИМЭИ, протокол № 1 от 21.09. 2015 г.

Зав. кафедрой методов оптимизации



В.А.Дыхта

**Лист согласования, дополнений и изменений
на 2016/2017 учебный год**

К рабочей программе дисциплины Б1.В.ОД.2 Основы математического моделирования по направлению подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре: 04.06.01 – Химические науки

1. В соответствии с приказом Минобрнауки России №1455 от 07.12.2015 г. о переименовании федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Иркутский государственный университет» (ФГБОУ ВПО «ИГУ») в федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Иркутский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ИГУ») читать наименование вуза в новой редакции.

2. В рабочую программу дисциплины вносятся следующие дополнения и изменения:

п.7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля) читать в следующей редакции:

а) основная литература:

1. Рейзлин, Валерий Израилевич. Математическое моделирование [Текст]: учеб. пособие для магистратуры / В. И. Рейзлин ; Нац. исслед. Томский политехн. ун-т. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Юрайт, 2016. - 126 с.; 24 см. - (Университеты России). - Библиогр.: с. 123-124. - ISBN 978-5-9916-7059-3: 20 экз.

2. Голубева, Нина Викторовна. Математическое моделирование систем и процессов [Электронный ресурс] / Н. В. Голубева. - Москва: Лань", 2016. - 191 с.: ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=76825. - Режим доступа: ЭБС "Издательство Лань". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-8114-1424-6

3. Микони, С. В. Теория принятия управленческих решений [Электронный ресурс] / С. В. Микони. - Москва: Лань", 2015. - Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=65957. - Режим доступа: ЭБС "Издательство "Лань". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-8114-1875-6

б) дополнительная литература:

1. Бурмистрова Н.А. Математическое моделирование экономических процессов как средство формирования профессиональной компетентности будущих специалистов финансовой сферы при обучении математике [Текст] : научное издание / Н. А. Бурмистрова. - М. : Логос, 2010. - 227 с. : ил. ; 21 см. - Библиогр.: с. 156-162. - ISBN 978-5-98704-503-9 1 экз.

2. Математическое моделирование [Электронный ресурс]: метод. указания к лаб. и контр. работам по курсу "Математическое моделирование" для магистрантов по напр. "Прикладная информатика"/ сост. Краковский Ю.М.

- ЭВК. - Иркутск: [б. и.], 2013. - Режим доступа: - Режим доступа: ЭЧЗ "Библиотех". - Неогранич. доступ.

2. Колбин, В. В. Методы принятия решений [Электронный ресурс] / В. В. Колбин. - Москва: Лань", 2016. - Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=71785. - Режим доступа: ЭБС "Издательство Лань". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-8114-2029-2

Изменения одобрены УМК ИМЭИ, протокол № 1 от 19.09. 2016 г.

Зав. кафедрой методов оптимизации



В.А.Дыхта

**Лист согласования, дополнений и изменений
на 2017/2018 учебный год**

К рабочей программе дисциплины Б1.В.ОД.2 Основы математического моделирования по направлению подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре: 04.06.01 – Химические науки

1. В рабочую программу дисциплины вносятся следующие дополнения:
Нет дополнений
2. В рабочую программу дисциплины вносятся следующие изменения:
Нет изменений

Одобрено УМК ИМЭИ, протокол № 5 от 21.06. 2017 г.

Зав. кафедрой вычислительной
математики и оптимизации



В.А.Дыхта