

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ И
ПРИРОДНЫХ СИСТЕМ

Направление подготовки 18.04.02. "Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии";

Профиль/программа подготовки «Мембранная технология»
Уровень высшего образования магистратура

Форма обучения очная

Семестр	Трудо- емкость зач. ед./час.	Лекций, час.	Лаборат. работ, час.	Практиче- ские заня- тия, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачет), час
3	5/180	18	36		90	Экзамен, 36
Итого	5/180	18	36		90	Экзамен, 36

Владимир, 2015

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

С каждым годом все более актуальной становится проблема повышения эффективности научных исследований. Из математической теории эксперимента, доказавшей за последнее двадцатилетие эффективность своих рекомендаций практически во всех областях науки и техники, следует, что опытные работы могут быть *оптимизированы* без привлечения дополнительных капитальных вложений. Курс «Математическое моделирование технологических и природных систем» предполагает ознакомление с такими этапами исследования, разработки и внедрения в производство прогрессивных технико-экономических решений как *эксперимент* и другие *опытные работы*, качество и эффективность которых зависит не только от улучшения материальной базы науки, но и от совершенствования организации таких работ. Именно организация эксперимента в первую очередь требует оптимизации на основе использования достижений фундаментальных наук.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина относится к вариативной части учебного плана подготовки магистра. Курс “Математическое моделирование технологических и природных систем” является одной из дисциплин, завершающих теоретическую подготовку магистров. Знания, полученные в данном курсе необходимы для дальнейшего профессионального развития.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В процессе освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

1) Знать

- методы математического моделирования материалов и технологических процессов и природных систем (ОПК-4), (ПК-6)

2) Уметь:

- использовать методы математического моделирования материалов и технологических процессов и природных систем, применять их к теоретическому анализу и экспериментальной проверке теоретических гипотез (ОПК-4), (ПК-6)

3) Владеть:

- готовностью разрабатывать математические модели и осуществлять их экспериментальную проверку (ОПК-4), (ПК-6).

В процессе ознакомления дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие компетенции:

готовностью к использованию методов математического моделирования материалов и технологических процессов, к теоретическому анализу и экспериментальной проверке теоретических гипотез (ОПК-4);

готовностью разрабатывать математические модели и осуществлять их экспериментальную проверку (ПК-6);

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единицы, 180 часа.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Объем учебной работы с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам)	
				Лекции	Консультации	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС			КП / КР
1	Тема 1. Проблема повышения эффективности и научных исследований.	3	1-2	2			4		12		2/37	
2	Тема 2. Обобщенная функциональная модель	3	3-4	2			4		12		2/37	
3	Тема 3. Метрологические проблемы анализа и моделирования при проведении активного эксперимента	3	5-6	2			4		12		2/37	Рейтинг-контроль 1
4	Тема 4. Прямые, косвенные и совместные измерения	3	7-8	2			4		12		2/37	
5	Тема 5. Обработка результатов эксперимента	3	9-10	2			4		12		2/37	
6	Тема 6. Схема активного эксперимента	3	11-12	2			4		12		2/37	Рейтинг-контроль 2
7	Тема 7. Полнофакторный эксперимент	3	13-14	2			4		10		2/37	

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)							Объем учебной работы с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Консультации	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС	КП / КР		
8	Тема 8 Композиционные и некомпозиционные планы.	3	15 - 16	2			4		10		2/37	
9	Тема 9 План Бокса-Бенкина	3	17 - 18	2			4		10		2/37	Рейтинг-контроль 3
Итого		(144 ч):		18			36		90		18/37	Экзамен, 36

4.1. Теоретический курс

(мультимедийное сопровождение)

Лекция 1 Проблема повышения эффективности научных исследований.

План лекции: Введение. Организация эксперимента. 2. Пути оптимизирования научных исследований. 3. Понятие научной проблемы. 4. Уровни познания объективного мира. 5. Определение системы исследований диалектическим материализмом 6. Функция и выход системы

Лекция 2 Обобщенная функциональная модель

План лекции: 1. Иерархическая связь между факторами. 2. Понятие «черный ящик». 3. Физические и абстрактно-знаковые модели. 4. Аппроксимированное уравнение состояния функций. 5. Полиномиальные модели. 6. Расчет статистических оценок по экспериментальным данным матриц $[Y_{RT}]$ и $[X_T]$.

Лекция 3 Метрологические проблемы анализа и моделирования при проведении активного эксперимента

План лекции: 1. Общие сведения об эксперименте. Анализ особенностей поведения выхода системы Y_j . 2. Шкала измерения величин. 3. Абсолютная погрешность (ошибка) измерения A_n . 4. Классификация ошибок измерения. 5. Ошибки функции одного измерения. 6. Ошибки функции многих независимых переменных.

Лекция 4 Прямые, косвенные и совместные измерения

План лекции: 1. Понятие прямых, косвенных и совместных измерений. 2. Обработка результатов прямых измерений. 3. Обработка результатов косвенных измерений.

Лекция 5 Обработка результатов эксперимента

План лекции: 1. Проверка воспроизводимости опытов. 2. Вычисление погрешностей эксперимента. 3. Рандомизация

Лекция 6. Схема активного эксперимента

План лекции: 1. Схема активного эксперимента, выборочный метод и задачи статистики. 2. Математическое описание. 3. Факторное пространство и кодирование переменных. 4. Полный факторный эксперимент. Факторы и уровни их варьирования. 5. Матрицы планирования 2-х и 3-х факторных экспериментов.

Лекция 7 Полнофакторный эксперимент

План лекции: 1. Свойства матриц планирования полного факторного эксперимента. 2. Определение значимости коэффициентов регрессии, адекватность уравнений регрессии. 3. Применение полного факторного эксперимента на конкретном примере.

Лекция 8. Композиционные и некомпозиционные планы

План лекции: 1. Оптимизация процесса. 2. Ортогональное и ротатабельное композиционное планирование. 3. Схема опытов ортогонального ЦКП 4. Ортогональное ЦКП для двух факторов. 5. Ротатабельное планирование эксперимента. 6 Матрица ротатабельного планирования

Лекция 9. План Бокса-Бенкина

План лекции: 1. Использование 3-х факторного плана Бокса-Бенкина для математического моделирования влияния ингредиентов шихты на свойства керамических материалов. Свойства плана. 2. Расчет уравнений регрессии по плану Бокса-Бенкина. 3. Регрессионный анализ математической модели. 4. Анализ проведенных расчетов и выдача рекомендаций оптимального состава, графо-аналитический метод.

4.2. Перечень тем лабораторных занятий (36час)

Работа	Содержание	час
Лабораторная работа 1.	1. Общие сведения об эксперименте. Анализ особенностей поведения выхода системы Y_j .2. Шкала измерения величин. 3. Абсолютная погрешность (ошибка) измерения A_n .4. Классификация ошибок измерения. 5. Ошибки функции одного измерения. 6. Ошибки функции многих независимых переменных.	4
Лабораторная работа 2.	1. Понятие прямых, косвенных и совместных измерений. 2. Обработка результатов прямых измерений. 3. Обработка результатов косвенных измерений.	4
Лабораторная работа 3	Обработка результатов эксперимента. Проверка воспроизводимости опытов. 2. Вычисление погрешностей эксперимента. Рандомизация	4
Лабораторная работа 4.	Схема активного эксперимента, выборочный метод и задачи статистики. 2. Математическое описание. 3. Факторное пространство и кодирование переменных. 4. Полный факторный эксперимент.	4

	Факторы и уровни их варьирования. 5. Матрицы планирования 2-х и 3-х факторных экспериментов.	
Лабораторная работа 5	1. Свойства матриц планирования полного факторного эксперимента. 2. Определение значимости коэффициентов регрессии, адекватность уравнений регрессии. 3. Применение полного факторного эксперимента на конкретном примере.	4
Лабораторная работа 6.	Композиционные и не композиционные планы 1. Оптимизация процесса. 2. Ортогональное и ротатабельное композиционное планирование. 3. Схема опытов ортогонального ЦКП	4
Лабораторная работа 7.	Композиционные и не композиционные планы 1. Ортогональное ЦКП для двух факторов. 2. Ротатабельное планирование эксперимента. 3 Матрица ротатабельного планирования	4
Лабораторная работа 8.	1. Использование 3-х факторного плана Бокса-Бенкина для математического моделирования влияния ингредиентов шихты на свойства керамических материалов. Свойства плана. 2. Расчет уравнений регрессии по плану Бокса-Бенкина.	4
Лабораторная работа 9.	1. Регрессионный анализ математической модели плана Бокса - Бенкина. 2. Анализ проведенных расчетов и выдача рекомендаций оптимального состава композиции. 3. Графо-аналитический метод	4

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Для достижения планируемых результатов обучения, в дисциплине «Математическое моделирование технологических и природных систем» используются различные образовательные технологии:

1. *Информационно-развивающие технологии*, направленные на овладение большим запасом знаний, запоминание и свободное оперирование ими.

Используется лекционно-семинарский метод, самостоятельное изучение литературы, применение новых информационных технологий для самостоятельного пополнения знаний, включая использование технических и электронных средств информации.

2. *Деятельностные практико-ориентированные технологии*, направленные на формирование системы профессиональных практических умений при проведении экспериментальных исследований, обеспечивающих возможность качественно выполнять профессиональную деятельность.

3. *Развивающие проблемно-ориентированные технологии*, направленные на формирование и развитие проблемного мышления, мыслительной активности, способности проблемно мыслить, видеть и формулировать проблемы, выбирать способы и средства для их решения.

Используются виды проблемного обучения: освещение основных проблем на лекциях, учебные дискуссии, коллективная мыслительная деятельность в группах при выполнении лабораторных работ,

Личностно-ориентированные технологии обучения, обеспечивающие в ходе учебного процесса учет различных способностей обучаемых, создание необходимых условий для развития их индивидуальных способностей, развитие активности личности в учебном процессе. Личностно-ориентированные технологии обучения реализуются в результате индивидуального общения преподавателя и студента при выполнении домашних индивидуальных заданий, подготовке индивидуальных отчетов по лабораторным работам.

4. Для целенаправленного и эффективного формирования запланированных компетенций у обучающихся, выбраны следующие сочетания форм организации учебного процесса и методов активизации образовательной деятельности:

- при выполнении лабораторных работ: работа в команде, метод выборочных ответов, исследовательский метод, анализ конкретных ситуаций (case-study);

- при чтении лекций: интерактивная лекция, опережающая самостоятельная работа, "мозговой штурм" (выборочно по списку группы определяются студенты, которые отвечают на вопросы преподавателя по предыдущей теме лекционного курса);

В рамках работы над содержанием дисциплины использованы следующие формы работ:

- публичная защита рефератов;
- научные студенческие конференции по итогам защиты рефератов;
- лабораторные исследования с дальнейшей интерпретацией полученных данных.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

6.1. Формирование рейтинговой оценки. Критерии и методы оценки качества знаний студентов по дисциплине «Математическое моделирование технологических и природных систем»

Текущий контроль знаний студентов осуществляется посредством рейтинговой оценки знаний студентов.

В соответствии с рейтинговой системой, текущий контроль производится трижды в течение семестра путем балльной оценки качества усвоения теоретического материала (ответы на вопросы) и результатов практической деятельности (решение задач, выполнение заданий, решение проблем, выполнение лабораторных работ).

1. Проблема повышения эффективности научных исследований. Организация эксперимента.
2. Пути оптимизирования научных исследований. 3. Понятие научной проблемы. 4. Уровни познания объективного мира. 5. Определение системы исследований диалектическим материализмом. 6. Функция и выход системы. 7. Обобщенная функциональная модель. 8. Иерархическая связь между факторами.
9. Понятие «черный ящик». 10. Физические и абстрактно-знаковые модели. 11. Аппроксимированное уравнение состояния функций. 12. Полиномиальные модели. 13. Расчет статистических оценок по экспериментальным данным матриц $[Y_{RT}]$ и $[X_T]$.
14. Метрологические проблемы анализа и моделирования при проведении активного эксперимента. 15. Общие сведения об эксперименте. 16. Анализ особенностей поведения выхода системы Y_j . 17. Шкала измерения величин. 18. Абсолютная погрешность (ошибка) измерения $A_{и}$. 19. Классификация ошибок измерения. 20. Ошибки функции одного измерения. 21. Ошибки функции многих независимых переменных.

Рейтинг-контроль № 2.

1. Понятие прямых, косвенных и совместных измерений. 2. Обработка результатов прямых измерений. 3. Обработка результатов косвенных измерений. 4. Проверка воспроизводимости опытов. 5. Вычисление погрешностей эксперимента. 6. Рандомизация. 7. Схема активного эксперимента, выборочный метод и задачи статистики. 8. Математическое описание. 9. Факторное пространство и кодирование переменных. 10. Полный факторный эксперимент. Факторы и уровни их варьирования. 11. Матрицы планирования 2-х и 3-х факторных экспериментов.

Рейтинг-контроль № 3.

1. Свойства матриц планирования полного факторного эксперимента. 2. Определение значимости коэффициентов регрессии, адекватность уравнений регрессии. 3. Применение полного факторного эксперимента на конкретном примере. 4. Композиционные и некомпозиционные планы, оптимизация процесса. 5. Ортогональное и ротатабельное композиционное планирование. 6. Схема опытов ортогонального ЦКП. 7. Ортогональное ЦКП для двух факторов. 8. Ротатабельное планирование эксперимента. 9. Матрица ротатабельного планирования. 10. Использование 3-х факторного плана Бокса-Бенкина для математического моделирования влияния ингредиентов шихты на свойства керамических материалов. 11. Свойства плана. 12. Расчет уравнений регрессии по плану Бокса-Бенкина. 13. Регрессионный анализ математической модели. 14. Анализ проведенных расчетов и выдача рекомендаций оптимального состава композиции. 15. Графо-аналитический метод

6.2. Обеспечение самостоятельной работы студентов.

Самостоятельная работа студентов обеспечивается учебной литературой, представленной в библиотеке ВлГУ, электронным залом ВлГУ, Интернет-ресурсами, а также учебно-методическими комплексами, представленными на сайте кафедры.

Для выполнения лабораторных работ предоставлен теоретический, графический материал, цели и задачи выполнения работ. Для подготовки к защите работ представлен перечень вопросов самоподготовки и контроля.

При подготовке к занятиям студентам представляется возможность использования видеофильмов, программных продуктов:

- 1) электронная версия реферативных журналов ВИНТИ;
- 2) электронная версия методических указаний к лабораторным работам, созданная на кафедре ХТ.

Отчеты по лабораторным работам оформляются студентами при использовании ПЭВМ.

Темы для самостоятельного обучения (108 ч)

Тема 1	Вопросы по теме 1. Физические и абстрактно-знаковые модели. 2. Аппроксимированное уравнение состояния функций. 3. Полиномиальные модели. . Расчет статистических оценок по экспериментальным данным матриц $[Y_{Rt}]$ и $[X_T]$.
Тема 2	Вопросы по теме 1. Общие сведения об активном эксперименте. Анализ особенностей поведения выхода системы Y_j .2. Шкала измерения величин.
Тема 3	Вопросы по теме 1. Абсолютная погрешность (ошибка) измерения A_n . 2. Классификация ошибок измерения. 3. Ошибки функции одного измерения. 4. Ошибки функции многих независимых переменных.
Тема 4	Вопросы по теме 1. Обработка результатов прямых измерений. 2. Обработка результатов косвенных измерений.
Тема 5	Вопросы по теме 1. Схема активного эксперимента, выборочный метод и задачи статистики. 2. Математическое описание. 3. Факторное пространство и кодирование переменных. 4. Полный факторный эксперимент. Факторы и уровни их варьирования.
Тема 6	Вопросы по теме. 1. Матрицы планирования 2-х и 3-х факторных экспериментов.
Тема 7	Вопросы по теме .1. Свойства матриц планирования полного факторного эксперимента. 2. Определение значимости коэффициентов регрессии, адекватность уравнений регрессии. 3. Применение полного факторного эксперимента на конкретном примере.
Тема 8	Вопросы по теме Оптимизация процесса. 2. Ортогональное и ротатабельное

	композиционное планирование. 3. Схема опытов ортогонального ЦКП.
Тема 9	Вопросы по теме 1. Ортогональное ЦКП для двух факторов. 2. Ротатабельное планирование эксперимента. 3 Матрица ротатабельного планирования

6.3 Вопросы к экзамену

1. Проблема повышения эффективности научных исследований, организация эксперимента.
2. Пути оптимизирования научных исследований. 3. Понятие научной проблемы. 4. Уровни познания объективного мира. 5. Определение системы исследований диалектическим материализмом 6. Функция и выход системы. 7. Обобщенная функциональная модель 8. Иерархическая связь между факторами.
9. Понятие «черный ящик». 10. Физические и абстрактно-знаковые модели. 11. Аппроксимированное уравнение состояния функций. 12. Полиномиальные модели. 13. Расчет статистических оценок по экспериментальным данным матриц $[Y_{RT}]$ и $[X_T]$. 14. Метрологические проблемы анализа и моделирования при проведении активного эксперимента. 15. Общие сведения об эксперименте. Анализ особенностей поведения выхода системы Y_j . 16. Шкала измерения величин. 17. Абсолютная погрешность (ошибка) измерения A_i . 18. Классификация ошибок измерения. 19. Ошибки функции одного измерения.
20. Ошибки функции многих независимых переменных. 21. Понятие прямых, косвенных и совместных измерений. 22. Обработка результатов прямых измерений. 23. Обработка результатов косвенных измерений.
24. Обработка результатов эксперимента. 25. Проверка воспроизводимости опытов. 26. Вычисление погрешностей эксперимента. 27. Рандомизация 28. Схема активного эксперимента, выборочный метод и задачи статистики. 29. Математическое описание. 30. Факторное пространство и кодирование переменных. 31. Полный факторный эксперимент. Факторы и уровни их варьирования. 32. Матрицы планирования 2-х и 3-х факторных экспериментов. 33. Полнофакторный эксперимент 34. Свойства матриц планирования полного факторного эксперимента. 35. Определение значимости коэффициентов регрессии, адекватность уравнений регрессии. 36. Применение полного факторного эксперимента на конкретном примере.
37. Композиционные и некомпозиционные планы 38. Оптимизация процесса. 39. Ортогональное и ротатабельное композиционное планирование. 40. Схема опытов ортогонального ЦКП 45. Ортогональное ЦКП для двух факторов. 46. Ротатабельное планирование эксперимента. 47. Матрица ротатабельного планирования 48 План Бокса-Бенкина. 49. Использование 3-х факторного плана Бокса-Бенкина для математического моделирования влияния ингредиентов шихты на свойства керамических материалов. 50 Свойства плана Бокса-Бенкина. 51. Расчет уравнений регрессии по плану Бокса-Бенкина. 52. Регрессионный анализ математической модели. 53. Анализ проведенных расчетов и выдача рекомендаций оптимального состава композиции. 54. Графо-аналитический метод

Промежуточная аттестация (экзамен) проводится в конце семестра также путем балльной оценки. Итоговый рейтинг определяется суммированием баллов текущей оценки в течение семестра и баллов промежуточной аттестации в конце семестра по результатам зачета. Максимальный итоговый рейтинг соответствует 100 баллам.

При оценке знаний студентов преподаватель должен руководствоваться следующими критериями для обеспечения объективного подхода к выставлению оценок «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно»:

- оценка «отлично» выставляется за глубокие, исчерпывающие ответы на вопросы экзаменационного билета, изложенные последовательно, грамотно, с обоснованием представленных положений, использованием не только конспекта лекций и учебника, но и монографической литературы;

- оценка «хорошо» выставляется за правильные ответы на вопросы экзаменационного билета, причем они должны быть изложены грамотно и по существу вопроса, без существенных неточностей;

- оценка «удовлетворительно» выставляется за такие ответы, в которых частично изложен основной материал, но не приводятся детали, допущены неточности в формулировках, нарушена последовательность изложения, допущено недостаточное знание практических вопросов;

- оценка «неудовлетворительно») выставляется за отсутствие ответов на два вопроса билета, или неполные ответы на них, в которых допущены существенные ошибки.

Пересчет итогового рейтингового балла в оценку приведен в таблице.

Таблица

Шкала пересчета итогового рейтингового балла в оценку

Итоговый рейтинговый балл	Оценка
≥ 91	отлично
75-90	хорошо
61-74	удовлетворительно
<60	неудовлетворительно

7.УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

а) основная литература

- 1 Моделирование технологических и природных систем: учебное пособие[текст]/Е.В.Ермолаева, Г.Н.Замараева, В.Т. Земсковад общ ред. Ю.Т.Панова и Н.С. Попова- Тамбов: Изд-во Першина Р.В., 2014.- 154 с.
- 2 Математическое моделирование химико-технологических процессов [Электронный ресурс] / Ас. М. Гумеров, Н. Н. Валеев, Аз. М. Гумеров, В. М. Емельянов. - М. : КолосС, 2013. - (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений) - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785953206310.html>
- 3 Математическое моделирование динамической прочности конструкционных материалов [Электронный ресурс] : Учебное пособие / Белов Н.Н., Копаница Д.Г., Югов Н.Т. - М. :

Издательство АСВ, 2013. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930939811.html>

- 4 Математическое моделирование в механике сплошных сред [Электронный ресурс] / Р. Темам, А. Миранвиль ; пер. с англ. - 2-е изд. (эл.). - М. : БИНОМ, 2014. - (Математическое моделирование). - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996323128.html>
- 5 Компьютерное моделирование и оптимизирование составов композиционных строительных материалов [Электронный ресурс] : Монография / В.В. Белов, А.Н. Бобрышев, В.Т. Ерофеев, И.В. Образцов, А.А. Бобрышев, А.И. Меркулов, П.С. Ерофеев, И.Н. Максимова, Д.А. Меркулов. - М. : Издательство АСВ, 2015. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785432300683.html>

б) дополнительная литература

- 1 Методы математического и физического моделирования процессов деревообработки [Электронный ресурс] : учебное пособие / Р.Р. Хасаншин. - Казань : Издательство КНИТУ, 2014. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788216713.html>
- 2 Компьютерное моделирование. Лабораторный практикум [Электронный ресурс] / Королёв А.Л. - М. : БИНОМ, 2013. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996322558.html>
- 3 Основы научных исследований. Организация и планирование эксперимента [Электронный ресурс] : учебное пособие / Р.Г. Сафин, А.И. Иванов, Н.Ф. Тимербаев. - Казань : Издательство КНИТУ, 2013. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788214122.html>
- 4 Методы математического и физического моделирования процессов деревообработки [Электронный ресурс] : учебное пособие / Р.Р. Хасаншин. - Казань : Издательство КНИТУ, 2014. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788216713.html>
- 5 Моделирование и оптимизация полимерных материалов [Электронный ресурс] / Луцейкин Г. А. - М. : КолосС, 2009. - (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений). - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785953207461.html>

в) периодические издания:

- журнал «Известия ВУЗов. Химия и химическая технология»;
- журнал «Химическая промышленность сегодня»;
- журнал «Фундаментальные проблемы современного материаловедения»;
- журнал «Бутлеровские сообщения»;

- журнал «Башкирский химический журнал»;
- журнал «Известия ВУЗов. Прикладная химия и биотехнология»;
- журнал «Современные наукоемкие технологии»

г) интернет-ресурсы:

- сайты ведущих научных журналов по химической технологии;
- электронные библиотечные системы студенческая электронная библиотека «Консультант студента. (бесплатный доступ через электронную библиотеку ВлГУ).

**8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

- 1) интерактивные лекции (наборы презентаций для прочтения лекций);
- 2) набор DVD-фильмов по различным производствам и процессам химической технологии;
- 3) аудитории и лабораторий кафедры для проведения практических занятий.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 18.04.02 "Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии"; профилю подготовки «Мембранные технологии»

Рабочую программу составил

Рецензент
(представитель работодателя)

д.т.н., профессор Христофоров А.И.
зам. генерального директора по
научно -технологическому развитию
ЗАО«Компания «СТЭС», к.т.н
Лазарев Е.В.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ХТ.

пр № 6 т 5.02.15 года

Заведующий кафедрой

Панов Ю.Т.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 18.04.02 "Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии"; пр. № 7 от 5.02.15 года

Председатель комиссии

Панов Ю.Т.

ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Рабочая программа одобрена на 2016/17 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 5.09.16 года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рецензия

на рабочую программу дисциплины «Математическое моделирование технологических и природных систем» для магистров направления 18.04.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» очной формы обучения профессора кафедры ХТ Христофорова А.И.

На рецензирование представлена рабочая программа дисциплины профессора Христофорова А.И. для магистров направления 18.04.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» очной формы обучения.

В рабочей программе четко сформулирована цель освоения студентами данной дисциплины и задачи, выполнение которых позволяет достигнуть обозначенную цель.

В соответствии с ФГОС ВО в программе перечислены компетенции, в формировании которых участвует данная дисциплина. Определены и четко согласованы с соответствующими компетенциями результаты образования.

Объем дисциплины (5 ЗЕТ, 180 ч.) соответствует учебному плану направления. Тематический план дисциплины представлен с разбиением по неделям, с указанием количества всех форм занятий, в том числе в интерактивной форме. Перечислены контрольные мероприятия текущей и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины. В части содержания дисциплины тематический план представлен достаточно подробно, что позволяет составить представление о материале лекционного курса, тематике лабораторных занятий и сделать вывод о том, что содержание дисциплины полностью соответствует современным тенденциям развития науки и техники в области химической технологии.

В рабочей программе содержатся оценочные средства в виде вопросов заданий для проведения рейтинг-контроля и к экзамену, которые позволяют преподавателю объективно оценить результаты освоения дисциплины в процессе и в конце обучения. Даны методические указания и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента как неотъемлемой составной части образовательного процесса.

Описаны технологии обучения, применяемые автором для активизации образовательного процесса для всех форм занятий: лекций, лабораторных занятий, самостоятельной работы.

В рабочей программе перечислена учебно-методическая литература, рекомендованная автором для изучения дисциплины: основная, которая формирует основные результаты образования и заявленные компетенции, и дополнительная (в том числе интернет-ресурсы), необходимая для более глубокого освоения основных положений дисциплины и развития творческих и интеллектуальных способностей студентов.

Заявленное в рабочей программе материально-техническое обеспечение позволяет реализовать заявленные задачи дисциплины и достигнуть поставленной цели.

Таким образом, представленная рабочая программа дисциплины «Математическое моделирование технологических и природных систем» профессора Христофорова А.И. составлена в полном соответствии с требованиями ФГОС ВО и может быть использована при подготовке бакалавров направления 18.04.02.«Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии».

Рецензент:

зам. генерального директора по
научно-технологическому развитию
ЗАО «Компания «СТЭС», к.т.н.



Лазарев Е.В.