

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого»
Институт сельского хозяйства и природных ресурсов

Кафедра фундаментальной и прикладной химии



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИСХПР
А.М. Козина
«27» декабря 2016 г.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Учебный модуль по специальности
04.05.01 – фундаментальная и прикладная химия

Рабочая программа

СОГЛАСОВАНО

Начальник учебного отдела

Лас Л.Б. Даниленко

«22» декабря 2016 г.

Разработали

старший преподаватель кафедры ФПХ

Исаков В.А. Исаков
зав. кафедрой ФПХ

Зыкова И.В. Зыкова
«21» декабря 2016 г.

Принято на заседании кафедры
Протокол № 4 от 23.12.2016 г.

Заведующий кафедрой
Зыкова И.В. Зыкова

«23» декабря 2016 г.

1 Цели и задачи учебного модуля

Цель учебного модуля (УМ) состоит в том, чтобы сформировать у студентов владение навыками решать задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и вычислительных средств.

Задачи УМ:

1. изучение основных понятий математического моделирования химико-технологических процессов;
2. рассмотрение методов построения моделей и их качественного исследования;
3. изучение методов оптимизации параметров технологических процессов на основе построенных математических моделей;
4. закрепление у студентов практических навыков по использованию численных методов оптимизации и компьютерного решения систем уравнений математического описания.

2 Место учебного модуля в структуре ОП специальности 04.05.01 фундаментальная и прикладная химия

Учебный модуль «Моделирование химико-технологических процессов» изучается в 9 семестре, входит в вариативную часть ОП специальности 04.05.01 фундаментальная и прикладная химия и является дисциплиной по выбору студента.

Изучение дисциплины базируется на знаниях, полученных при изучении математики, информатики, физической химии, вычислительных методов в химии, химической технологии, теоретических основ технологии неорганических веществ и материалов, процессов и аппаратов химических производств, технологии минеральных удобрений и солей.

Знания, приобретенные студентами при изучении данного курса, способствуют приобретению практических навыков и приемов для успешной производственной деятельности.

3 Требования к результатам освоения учебного модуля

Процесс изучения УМ направлен на формирование компетенции: способен решать задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и вычислительных средств с учетом основных требований информационной безопасности (ОПК-4).

В результате освоения УМ студент должен знать, уметь и владеть:

Код компетенции	Уровень освоения компетенции	Знать	Уметь	Владеть
ОПК-4	базовый	основные понятия математического моделирования ХТП; методы построения математических моделей ХТП и их качественного исследования; методы оптимизации параметров технологических процессов на основе построенных математических моделей.	составлять математическое описание элементов ХТП; проводить анализ полученного описания, выбирать метод его решения, разрабатывать алгоритм и его компьютерную реализацию.	методами расчета статических и динамических режимов химико-технологических процессов.

4 Структура и содержание учебного модуля

4.1 Трудоемкость учебного модуля

В структуре УМ выделены учебные элементы модуля (УЭМ) в качестве самостоятельных разделов.

Учебная работа (УР)	Всего	Распределение по семестрам	Коды формируемых компетенций
		9	
Трудоемкость модуля в зачетных единицах (ЗЕТ)	4	4	
Распределение трудоемкости по видам УР в академических часах (АЧ):			
<i>1) УЭМ 1 Математические модели технологических процессов</i>			
- лекции	18	18	ОПК-4
- практические занятия	36	36	
- лабораторные работы			
- аудиторная СРС	18	18	
- внеаудиторная СРС	27	27	
<i>2) УЭМ 2 Оптимизация химико-технологических процессов</i>			
- лекции	6	6	ОПК-4
- практические занятия	12	12	
- лабораторные работы			
- аудиторная СРС	6	6	
- внеаудиторная СРС	9	9	
Аттестация:			
- экзамен	36	36	

4.2 Содержание и структура разделов учебного модуля

УЭМ 1 Математические модели химико-технологических процессов

1.1 Общие принципы моделирования

Введение. Классификация моделей и методы моделирования. Принципы построения математических моделей химико-технологических процессов. Достоинства и недостатки математического моделирования.

1.2 Моделирование химических систем

Химический процесс как элемент химической системы. Иерархия химических систем. Формы представления математических моделей химических систем. Методы исследования математических моделей химических систем. Классификация параметров типовых процессов с позиции математического моделирования. Общая схема разработки математической модели химической системы.

1.3 Математические модели химико-технологических процессов

1.3.1 Математическое описание гидродинамической структуры потоков

Математическое описание гидродинамической структуры потоков. Модель идеального смешения. Модель идеального вытеснения. Диффузионные гидродинамические модели. Ячеечные гидродинамические модели.

1.3.2 Математическое моделирование кинетики химических реакций

Основные понятия химической кинетики. Моделирование кинетики гомогенных химических реакций. Моделирование кинетики гетерогенных химических реакций. Методы построения кинетических моделей гетерогенных химических реакций. Метод стационарных концентраций. Метод построения кинетических моделей с использованием элементов теории графов.

1.3.3 Моделирование гомогенных химических реакторов

Общие сведения. Классификация реакторов. Математическая модель реактора идеального смешения. Математическая модель реактора идеального вытеснения. Исследование химического процесса, протекающего в гомогенном реакторе идеального смешения. Исследование химического процесса, протекающего в реакторе идеального вытеснения в стационарном режиме.

1.3.4 Моделирование тепловых процессов химической технологии

Основные закономерности теплообмена. Математические модели теплообменных аппаратов.

1.3.5 Математическое моделирование массообменных процессов

Математическое описание равновесия в системе «жидкость-пар» и «жидкость-жидкость». Моделирование процесса массопередачи. Моделирование процесса сепарации. Моделирование процесса ректификации. Моделирование процесса абсорбции. Моделирование процесса адсорбции. Моделирование других массообменных процессов.

1.4 Экспериментально-статистические модели

Основные понятия и определения. Статистические модели объектов на основе пассивного эксперимента. Методы корреляционного и регрессионного анализа. Статистические модели на основе активного эксперимента. Полный факторный эксперимент. Кодирование переменных. Расчет коэффициентов регрессии. Дробный факторный эксперимент.

УЭМ 2 Оптимизация химико-технологических процессов

2.1 Методы оптимизации в химической технологии

Основные понятия и определения. Систематизация методов оптимизации. Статистические методы оптимизации. Аналитические методы. Численные методы решения оптимизационных задач без ограничений.

Календарный план, наименование разделов учебного модуля с указанием трудоемкости по видам учебной работы представлены в технологической карте учебного модуля (приложение Б).

4.3 Содержание практических занятий

№ раздела УМ	Наименование практических работ	Трудоемкость, ак. час
1	1. Решение алгебраических уравнений и их систем	4
	2. Определение параметров гидродинамических моделей	4
	3. Моделирование химических реакторов с учетом структуры гидродинамического потока	8
	4. Моделирование теплообменных аппаратов с учетом гидродинамической структуры потоков	4
	5. Моделирование теплообменного аппарата с учетом физико-химических параметров и скорости потока	4
	6. Математическое моделирование процессов массопередачи	4
	7. Экспериментально-статистические модели	4
	8. Расчет кинетических констант по выходным кривым динамики адсорбции	4
2	1. Оптимизация работы реакционного устройства	12

4.5 Организация изучения учебного модуля

Методические рекомендации по организации изучения УМ с учетом использования в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения учебных занятий даются в Приложении А.

5 Контроль и оценка качества освоения учебного модуля

Контроль качества освоения студентами УМ и его составляющих осуществляется непрерывно в течение всего периода обучения с использованием балльно-рейтинговой системы (БРС), являющейся обязательной к использованию всеми структурными подразделениями университета.

Для оценки качества освоения модуля используются формы контроля: текущий – регулярно в течение всего семестра; рубежный – на девятой неделе семестра; семестровый – по окончании изучения УМ.

Оценка качества освоения модуля осуществляется с использованием фонда оценочных средств, разработанного для данного модуля, по всем формам контроля в соответствии с положением от 25.03.2014 Протокол УС № 18 «Об организации учебного процесса по образовательным программам высшего образования».

Содержание видов контроля и их график отражены в технологической карте учебного модуля (Приложение Б).

6 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебного модуля представлено **Картой учебно-методического обеспечения** (Приложение В)

7 Материально-техническое обеспечение учебного модуля

Для проведения лекций необходима аудитория, оборудованная мультимедийной техникой для демонстрации презентаций и видеоматериалов.

Для проведения практических занятий необходим компьютерный класс с современными ПК и установленным на них лицензионным программным обеспечением. На персональных компьютерах должны быть установлены программы для работы с электронными таблицами (Microsoft Excel, OpenOffice Calc, Kingsoft Office Free Spreadsheets или др.) и для работы с математическими или инженерными вычислениями (MathCAD 15.0, MathCAD Prime, MathLAB или др.). Компьютеры должны иметь выход в Интернет

Приложения (обязательные):

А – Методические рекомендации по организации изучения учебного модуля

Б – Технологическая карта

В – Карта учебно-методического обеспечения УМ

Приложение А

Методические рекомендации по организации изучения учебного модуля «Моделирование химико-технологических процессов»

Методические рекомендации устанавливают порядок и методику изучения теоретического и практического материала учебного модуля. Методические рекомендации составляются по каждому виду учебной работы, включенные в модуль. Методические рекомендации должны нацеливать студента на творческую самостоятельную работу, не должны подменять учебную литературу и справочники, давать готовых решений поставленных перед студентом задач.

Для достижения планируемых результатов обучения, в курсе «Моделирование химико-технологических процессов» используются различные образовательные технологии:

1. *Информационно-развивающие технологии*, направленные на овладение большим запасом знаний, запоминание и свободное оперирование ими. Используется 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 выполнении практических работ, обеспечивающих возможность качественно выполнять профессиональную деятельность.

3. *Развивающие проблемно-ориентированные технологии*, направленные на формирование и развитие проблемного мышления, мыслительной активности, способности видеть и формулировать проблемы, выбирать способы и средства для их решения. Используются виды проблемного обучения: коллективная мыслительная деятельность в группах при выполнении практических работ, решение задач повышенной сложности.

4. *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 индивидуальных практических работ.

Методические рекомендации по теоретической части учебного модуля

В лекционной части курса рассматриваются области использования методов математического моделирования и ЭВМ в химии и химической технологии, их взаимосвязь, математические модели типовых процессов (детерминированные и эмпирико-статистические), алгоритмы, программы, способы получения математических описаний и предварительного анализа данных.

Изучаются методы решения экстремальных задач, способы ускорения оптимизации. Дается характеристика различных видов автоматизированных систем, анализируется их структура.

Методические рекомендации по практическим занятиям

Практические работы имеют целью ознакомление студентов с элементами автоматизированных систем технологические расчеты, их математическим, алгоритмическим, программным, информационным и техническим обеспечением. В качестве объектов изучения рассматриваются процессы и технологии, характерные для специальности 04.05.01 – фундаментальная и прикладная химия

Форма проведения практических занятий – фронтальная, дистанционная.

Приложение Б

Технологическая карта
учебного модуля «Моделирование химико-технологических процессов»
семестр 9, ЗЕТ 4, вид аттестации экзамен, акад. часов 72, баллов рейтинга 200

№ и наименование раздела учебного модуля, КП/КР	№ недели сем.	Трудоемкость, ак.час					Форма текущего контроля успе- (в соотв. с паспортом ФОС)	Максим. кол-во баллов рейтинга
		Аудиторные занятия				СРС		
		ЛЕК	ПЗ	ЛР	АСРС			
УЭМ 1 Математические модели химико-технологических процессов	1-9	18	36		18	27		
1.1 Общие принципы моделирования	1	2	4		2	3	РГР№1 Т1	5 3
1.2 Моделирование химических систем	2	2	4		2	3	РГР№2 Т2	10 2
1.3 Математические модели химико-технологических процессов	3-7	10	20		10	15	РГР№3 РГР№4 РГР№5 РГР№6 Т3 Т4 Т5	15 15 15 15 5 5 5
1.4 Экспериментально-статистические модели	8-9	4	8		4	6	РГР№7 РГР№8 Т6	15 15 5
УЭМ 2 Оптимизация химико-технологических процессов	10-12	6	12		6	9		
2.1 Методы оптимизации в химической технологии	10-12	6	12		6	9	РГР№9 Т7	15 5
Итого за семестр	1-12	24	48		24	36		150
Экзамен						36		50
Итого за курс		24	48		24	72		200

В соответствии с Положением «Об организации учебного процесса по образовательным программам высшего образования» перевод баллов рейтинга в традиционную систему оценок осуществляется по шкале:

отлично – 180-200;

хорошо – 140-179;

удовлетворительно – 100-139;

неудовлетворительно – менее 100

Приложение В
Карта учебно-методического обеспечения

Учебного модуля «Моделирование химико-технологических процессов»

Специальность 04.05.01 – фундаментальная и прикладная химия

Формы обучения очная

Курс 5 Семестр 9

Часов: всего 144, лекций 24, практических занятий 48, СРС 72

Обеспечивающая кафедра фундаментальной и прикладной химии

Таблица 1- Обеспечение учебного модуля учебными изданиями

Библиографическое описание издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)	Кол. экз. в библ. НовГУ	Наличие в ЭБС
Учебники и учебные пособия		
1 Общая химическая технология. Методология проектирования химико-технологических процессов: учеб. для вузов / И. М. Кузнецова [и др.]; под ред. Х. Э. Харлампиди. - 2-е изд., перераб. - СПб.: Лань, 2013. - 448 с.	10	
2 Бочкарев В. В., Оптимизация химико-технологических процессов: учеб. пособие для бакалавриата и магистратуры: для вузов / В. В. Бочкарев; Нац. исслед. Томск. политехн. ун-т. - М.: Юрайт, 2016. - 264 с.	1	
3 Советов Б. Я., Моделирование систем: учеб. для вузов. - 6-е изд., стер. - М.: Высшая школа, 2009. – 344 с.	15	
4 Советов Б. Я., Моделирование систем: Практикум: учеб. пособие для вузов. - 4-е изд., стер. - М.: Высшая школа, 2009. – 296 с.	15	
Учебно-методические издания		
1 Исаков В.А., Рабочая программа учебного модуля «Моделирование химико-технологических процессов» для специальности 04.05.01 фундаментальная и прикладная химия. – Великий Новгород: НовГУ, 2016. – 9 с.	http://www.novsu.ru/study/umk/university/r.1180151.k.sort.spec_shifr/i.1180151/?spec=&showfolder=1222277	

Таблица 2 – Информационное обеспечение учебного модуля

Название программного продукта, интернет-ресурса	Электронный адрес	Примечание

Таблица 3 – Дополнительная литература

Библиографическое описание издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)	Кол. экз. в библ. НовГУ	Наличие в ЭБС
1 Моделирование случайных величин : метод. указания / сост. Н. Ю. Кропачева, А. С. Тихомиров ; Новгород. гос. ун-т им. Ярослава Мудрого. - Великий Новгород, 2004. - 47с.	10	
2 Тарасик В.П., Математическое моделирование технических систем : учеб. для вузов. - 2-е изд., испр. и доп. - Минск : Дизайн ПРО, 2004. - 639с.	1	
3 Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. Т.19 / Редкол.:Ю.А.Израэль и др.;Ин-т глоб.климата и экологии. - СПб. : Гидрометеиздат, 2003. - 293с.	2	

СОГЛАСОВАНО

НБ НовГУ:

зав. отделом обслуживания



Е.П. Настуняк

Действительно для 2017/2018 учебного года. Зав. кафедрой ФПХ *И.В. Зыкова*
протокол № 11 от 29.06.2017

Действительно для 2018/2019 учебного года. Зав. кафедрой ФПХ *И.В. Зыкова*
протокол № 13 от 28.06.2018

Действительно для 2019/2020 учебного года. Зав. кафедрой ФПХ *И.В. Зыкова*
протокол № 11 от 22.06.2019

Действительно для 2020/2021 учебного года
протокол № 11 от 03.07.2020
Зав. кафедр. ФПХ И.В. Зыкова