

УТВЕРЖДАЮ
Проректор-директор ИПР
_____ А. Ю. Дмитриев
«___» _____ 2014 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭНЕРГО- И РЕСУРСΟΣБЕРЕГАЮЩИХ ПРОЦЕССОВ ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ, НЕФТЕХИМИИ И БИОТЕХНОЛОГИИ

НАПРАВЛЕНИЕ ООП _____ 241000 Энерго- и ресурсосберегающие процессы
химической технологии нефтехимии и биотехнологии _____

ПРОФИЛИ ПОДГОТОВКИ:

Основные процессы химических производств и химическая кибернетика _____

Машины и аппараты химических производств

КВАЛИФИКАЦИЯ _____ бакалавр _____

БАЗОВЫЙ УЧЕБНЫЙ ПЛАН ПРИЕМА _____ 2012 _____ г.

КУРС 3 СЕМЕСТР 6

КОЛИЧЕСТВО КРЕДИТОВ 3 (3/3)

ПРЕРЕКВИЗИТЫ Б2.Б1, Б2.В1.1, Б2.Б6, Б3.Б4

КОРЕКВИЗИТЫ Б3.В.1.1

ВИДЫ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ВРЕМЕННОЙ РЕСУРС:

Лекции _____ 16 час.

Практические занятия _____

Лабораторные занятия _____ 32 час.

АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ 48 час.

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА 48 час.

ИТОГО 96 час.

ФОРМА ОБУЧЕНИЯ _____ очная _____

ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ экзамен (6)

ОБЕСПЕЧИВАЮЩЕЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ _____ кафедра ХТТ и ХК _____

ЗАВЕДУЮЩИЙ КАФЕДРОЙ _____ Е.М. Юрьев

РУКОВОДИТЕЛЬ ООП _____ Н.В. Ушева

ПРЕПОДАВАТЕЛЬ _____ Н. В. Ушева

2014 г.

1. Цели освоения дисциплины

Цели дисциплины и их соответствие целям ООП

Код цели	Цели освоения дисциплины «Моделирование химико-технологических процессов»	Цели ООП
Ц1	Применять математическое моделирование при анализе и оценке ресурсоэффективности химико-технологических процессов.	Подготовка выпускников к производственно-технологической деятельности в области энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии, конкурентоспособных на мировом рынке.
Ц2	Формирование способности выполнять расчеты химико-технологических процессов с использованием математических моделей и современных прикладных программ	Подготовка выпускников к проектной деятельности в области энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии.
Ц5	Формирование навыков самостоятельного проведения исследований с использованием современных компьютерных технологий	Подготовка выпускников к <i>самообучению</i> и непрерывному профессиональному самосовершенствованию

2. Место дисциплины в структуре ООП

Согласно ФГОС и ООП 241000 Энерго- и ресурсосберегающие процессы химической технологии нефтехимии и биотехнологии дисциплина «Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии нефтехимии и биотехнологии» является базовой дисциплиной и относится к технологическому модулю.

Код дисциплины ООП	Наименование дисциплины	Кредиты	Форма контроля
Модуль (технологический)			
<i>Базовая часть</i>			
Б3.В.10	Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии нефтехимии и биотехнологии	3	экзамен

До освоения дисциплины «Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии нефтехимии и биотехнологии» должны быть изучены следующие дисциплины (пререквизиты):

Код дисциплины ООП	Наименование дисциплины	Кредиты	Форма контроля
<i>пререквизиты</i>			

Модуль (математический)			
Б2.Б1	Математика	17	экзамен
Б2.Б.3	Информатика	4	экзамен
Модуль (химический)			
Б2.Б6	Физическая химия	8	экзамен
Модуль (технологический)			
Б3.Б4	Процессы и аппараты химической технологии	14	Экзамен
	<i>кореквизиты</i>		
Б3В1.1	Системный анализ процессов химической технологии	4	Экзамен

При изучении указанных дисциплин (пререквизитов) формируются «входные» знания, умения, опыт и компетенции, необходимые для успешного освоения дисциплины «Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии нефтехимии и биотехнологии».

В результате освоения дисциплин (пререквизитов) студент должен:

Знать:

- основные понятия и методы математического анализа, теории дифференциальных уравнений, теории вероятностей и математической статистики;
- технические и программные средства реализации информационных технологий, основы работы в локальных и глобальных сетях, типовые численные методы решения математических задач и алгоритмы их реализации, один из языков программирования высокого уровня;
- основные уравнения химической термодинамики; уравнения формальной кинетики, кинетики гомогенного, гетерогенного катализа;
- основы теории переноса тепла и массы; принципы физического моделирования химико-технологических процессов; основные уравнения движения жидкостей; основы теории тепло- и массопередачи, типовые процессы и аппараты химической технологии;

Уметь:

- решать основные задачи теории вероятности и математической статистики, решать уравнения и системы дифференциальных уравнений;
- работать в качестве пользователя персонального компьютера, использовать численные методы для решения математических задач, использовать языки и системы программирования для решения профессиональных задач;
- определять характер движения жидкостей и газов; характеристики процессов тепло- и массопередачи; рассчитывать параметры, выбирать аппаратуру для конкретного химико-технологического процесса;

Владеть

- методами поиска и обмена информацией в компьютерных сетях, техническими и программными средствами защиты информации;
- навыками вычисления тепловых эффектов химических реакций, констант равновесия химических реакций; давления насыщенного пара над индивидуальным веществом, состава сосуществующих фаз в двухкомпонентных системах;
- навыками проектирования простейших аппаратов химической промышленности;
- методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования

3. Результаты освоения дисциплины

Результаты освоения дисциплины получены путем декомпозиции результатов обучения (Р3, Р5), сформулированных в основной образовательной программе 241000 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы химической технологии нефтехимии и биотехнологии», для достижения которых необходимо, в том числе, изучение дисциплины «Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии нефтехимии и биотехнологии».

Планируемые результаты обучения согласно ООП

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Профессиональные компетенции</i>	
Р3 (ПК-5,8 ОК-2)	Ставить и решать задачи производственного анализа, связанные с созданием и переработкой материалов с использованием моделирования объектов и процессов химической технологии нефтехимии и биотехнологии
Р5 (ПК-1,5,20 -22; ОК-7)	Проводить теоретические и экспериментальные исследования в области энерго-и ресурсосберегающих процессов химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Планируемые результаты освоения дисциплины «»

№ п/п	Результат
1.	Освоить методологию построения математических моделей ХТП
2.	Выполнять обработку данных, полученных при теоретических и экспериментальных исследованиях
3.	Самостоятельно выполнять компьютерные расчеты при моделировании объектов химической технологии и нефтехимии

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать:

- Методы математического моделирования процессов химической технологии, нефтехимии и биотехнологии;
- Основные модели структуры потоков, теплообменных, массообменных и химических процессов
- Статистические методы построения эмпирических моделей, планирования экспериментальных исследований;

Уметь:

- использовать численные методы для решения математических задач, использовать языки программирования для решения профессиональных задач;
- Осуществлять моделирование процессов химической технологии, нефтехимии и биотехнологии;
- Производить выбор аппарата и рассчитывать технологические параметры процесса с учетом задач энерго- и ресурсосбережения.

Владеть

- методами построения математических моделей процессов химической технологии и интерпретации полученных результатов;
- методами математической статистики для обработки результатов экспериментов;
- Методами анализа и расчета процессов в промышленных аппаратах.

В результате освоения дисциплины выпускник обладает следующими профессиональными и общекультурными компетенциями:

Способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в

профессиональной деятельности, применением методов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ПК-1);

способностью работать с информацией в глобальных компьютерных сетях (ПК-5);

способностью участвовать в совершенствовании технологических процессов с позиций энерго- и ресурсосбережения, минимизации воздействия на окружающую среду (ПК-8);

способностью применять современные методы исследования технологических процессов и природных сред, использовать компьютерные средства в научно-исследовательской работе (ПК-20);

способностью планировать экспериментальные исследования, получать, обрабатывать и анализировать полученные результаты (ПК-21);

способностью моделировать энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии (ПК-22);

Общекультурные компетенции:

умением логически верно, аргументировано и ясно строить устную и письменную речь (ОК-2);

стремлением к саморазвитию, повышению своей квалификации и мастерства (ОК-7);

4. Структура и содержание дисциплины

4.1 Аннотированное содержание разделов дисциплины.

Методологические основы построения математических моделей процессов химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Математическое моделирование как современный метод анализа и синтеза химико-технологических процессов (ХТП). Математическое моделирование – перспективное направление совершенствования химико-технологических и нефтехимических процессов.

Сущность и цели математического моделирования объектов химической технологии. Два подхода к составлению математических моделей процесса: детерминированный и стохастический.

Кинетические модели химических реакций

Краткие сведения из химической кинетики, скорость химической реакции, закон действующих масс. Экспериментальные методы исследования кинетики химических реакций. Кинетические модели гомогенных химических реакций. Кинетические модели гетерогенных химических реакций.

Лабораторная работа. Моделирование кинетики гомогенных химических реакций.

Типовые математические модели структуры потоков в аппаратах

Структура потоков - гидродинамическая основа математических моделей. Модель идеального перемешивания, идеального вытеснения, диффузионные модели. Адекватность моделей структуры потоков. Экспериментально-аналитические методы определения кривых отклика, кривые отклика типовых процессов.

Лабораторная работа. Исследование гидродинамики насадочного абсорбера.

Модели тепловых процессов

Основные уравнения тепловых процессов. Модели теплообменных аппаратов, модели идеального вытеснения и идеального перемешивания. Исследование процессов

аналитическими и численными методами. Исследование стационарного режима работы теплообменного аппарата при постоянной температуре греющего пара. Моделирование процесса нагрева в трубчатой печи.

Лабораторная работа. Моделирование теплообменных аппаратов в стационарном режиме.

Модели массообменных процессов

Равновесные и балансовые соотношения в процессах массопередачи. Гидродинамические основы процессов массопередачи. Механизм переноса вещества и законы диффузии, основы кинетики процесса массопередачи. Расчет процессов разделения в газовых сепараторах на основе методики однократного испарения.

Моделирование гомогенных химических реакторов

Структурный анализ процессов, протекающих в реакторе, выделение микро- и макроуровней. Описание протекания химического процесса в реакторе идеального смешения, идеального вытеснения. Уравнения теплового баланса гомогенных химических реакторов. Сравнение различных типов химических реакторов.

Лабораторная работа. Моделирование гомогенных химических реакторов.

Статистический анализ

Роль статистических методов при обработке данных химического эксперимента. Эксперимент – основа построения статистических моделей. Общий вид статистических моделей, уравнение регрессии, параметры уравнения..

Некоторые элементы теории вероятности и математической статистики

Обработка результатов эксперимента статистическими методами.. Основные числовые характеристики случайной величины: математическое ожидание, дисперсия . Выборочные статистические характеристики: среднее арифметическое, выборочная дисперсия, выборочный коэффициент корреляции.

Статистические модели на базе пассивного эксперимента

Пассивный эксперимент. Методы корреляционного и регрессионного анализа при обработке данных химического эксперимента. Виды регрессии. Определение параметров модели по методу наименьших квадратов. Критерий Стьюдента при оценке значимости коэффициентов регрессии. Критерий Фишера для проверки адекватности полученного уравнения регрессии реальному эксперименту.

Статистические модели на базе активного эксперимента.

Полный факторный эксперимент (ПФЭ). Понятие матрицы планирования, интервала варьирования, основного уровня. Кодирование переменных. Свойства матрицы планирования. Определение коэффициентов регрессии ПФЭ. Порядок составления плана. Статистический анализ уравнения регрессии..

Лабораторная работа. Обработка экспериментальных данных методами корреляционного и регрессионного анализа.

Оптимизация химико-технологических процессов

Постановка задачи оптимизации в ХТ. Критерий оптимальности, целевая функция, оптимизирующие параметры. Общая стратегия решения задачи оптимизации на ЭВМ.

Методы оптимизации, классификация. Методы одномерного поиска.

Лабораторная работа. Обработка экспериментальных данных в EXCEL.

4.2 Структура дисциплины

Структура дисциплины «Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии нефтехимии и биотехнологии» по разделам и видам учебной деятельности с указанием временного ресурса в часах представлена в табл.1.

*Структура дисциплины
по разделам и формам организации обучения*

Название раздела	Аудиторная работа (час)			СРС (час)	Итого (час)
	Лекции	Практ. занятия	Лабор. занятия		
<i>6 семестр</i>					
<i>1. Методологические основы построения математических моделей процессов химической технологии, нефтехимии и биотехнологии</i>	2			4	6
<i>2. Математическое описание детерминированных ХТП Моделирование кинетики гомогенных и гетерогенных химических реакций.</i>	2		6	6	14
<i>3. Типовые математические модели структуры потоков в аппаратах</i>	2		6	6	14
<i>4. Моделирование гомогенных химических реакторов</i>	2		6	6	14
<i>5. Моделирование тепловых и массообменных процессов</i>	2		4	6	12
<i>6. Статистический анализ Обработка результатов эксперимента статистическими методами</i>	2		4	8	14
<i>7. Статистические модели на базе пассивного и активного эксперимента</i>	2		6	6	14
<i>8. Оптимизация химико-технологических процессов</i>	2			6	8
Итого	16		32	48	96

5. Образовательные технологии

Для достижения планируемых результатов обучения, в дисциплине «Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии нефтехимии и биотехнологии» используются различные образовательные технологии:

1. *Информационно-развивающие технологии*, направленные на формирование системы 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. *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 защите лабораторных работ, при выполнении домашних индивидуальных заданий, подготовке индивидуальных отчетов по лабораторным работам, решении задач повышенной сложности, на консультациях.

Для целенаправленного и эффективного формирования запланированных компетенций у обучающихся, выбраны следующие сочетания форм организации учебного процесса и методов активизации образовательной деятельности, представленные в табл. 2.

Таблица 2

Методы и формы организации обучения (ФОО)

Методы	ФОО				
	Лекции	Лаб. раб.	Практ. занятия	Сем., колл.	СРС
IT-методы		+			
Работа в команде		+			
Case-study					
Методы проблемного обучения		+			+
Обучение на основе опыта		+			
Опережающая самостоятельная работа		+		+	
Проектный метод					
Поисковый метод	+				+
Исследовательский метод		+			

6. Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

6.1а Текущая самостоятельная работа (СРС)

Текущая самостоятельная работа по дисциплине «Математическое моделирование ХТП», направленная на углубление и закрепление знаний студента, на развитие практических умений, включает в себя следующие виды работ:

- работа с лекционным материалом;
- изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- выполнение домашних индивидуальных заданий,
- подготовка к лабораторным работам и защитам лабораторных работ;
- подготовка к самостоятельным и контрольным работам;

Проработка лекционного материала контролируется предварительным опросом материала и выполнением самостоятельных работ по дисциплине. Подготовка к лабораторным работам контролируется проверкой и оценкой отчетов и “защитой” результатов работ.

Эффективной формой самостоятельной работы является выполнение домашних заданий с элементами научных исследований.

6.1б. Творческая проблемно-ориентированная самостоятельная работа (ТСР)

Творческая проблемно-ориентированная самостоятельная работа по дисциплине

«Математическое моделирование ХТП», направленная на развитие интеллектуальных умений, общекультурных и профессиональных компетенций, развитие творческого мышления у студентов, включает в себя следующие виды работ по основным проблемам курса:

- поиск, анализ, структурирование информации;
- выполнение расчетных работ, обработка и анализ данных;
- анализ научных публикаций по определенной преподавателем теме.

6.2. Содержание самостоятельной работы студентов по дисциплине

Темы индивидуальных домашних заданий

№ п/п	Тема
1	Составление моделей кинетики гомогенных химических реакций
2	Составление моделей гомогенных химических реакторов
3	Разработка математических моделей тепловых процессов
4.	Применение статистических методов обработки экспериментальных данных
5.	Разработка математических моделей экспериментально- статистическими методами

6.4. Контроль самостоятельной работы

Оценка результатов самостоятельной работы организуется как единство двух форм: самоконтроль и контроль со стороны преподавателя.

Самоконтроль зависит от определенных качеств личности, ответственности за результаты своего обучения, заинтересованности в положительной оценке своего труда, материальных и моральных стимулов, от того насколько обучаемый мотивирован в достижении наилучших результатов. Задача преподавателя состоит в том, чтобы создать условия для выполнения самостоятельной работы (учебно-методическое обеспечение), правильно использовать различные стимулы для реализации этой работы (рейтинговая система), повышать её значимость, и грамотно осуществлять контроль самостоятельной деятельности студента (фонд оценочных средств).

Контроль за текущей СРС осуществляется на лабораторных занятиях во время защиты лабораторной работы.

Контроль за проработкой лекционного материала и самостоятельного изучения отдельных тем осуществляется во время рубежного контроля (контрольные работы) и также во время защиты лабораторных работ.

6.5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Для организации самостоятельной работы студентов (выполнения индивидуальных домашних заданий; самостоятельной проработки теоретического материала, подготовки по лекционному материалу; подготовки к лабораторным занятиям, контрольным работам) преподавателями кафедры разработаны следующие учебно-методические пособия :

1. Ушева Н.В., Мойзес О.Е., Митянина О.Е. Кузьменко Е.А. Математическое моделирование химико-технологических процессов. Томск., 2014. – 135 с.
2. Кравцов А.В., Ушева Н.В., Кузьменко Е.А., Фёдоров А.Ф. Математическое моделирование химико-технологических процессов. Лабораторный практикум. Томск, 2013. – 128 с.
3. О.Е. Мойзес , А.В. Кравцов, Информатика. Ч. 2. – Учебное пособие. Томск: ТПУ, – 2010. – 152 с.

Методические указания к выполнению лабораторных работ приведены :

1. Кравцов А.В., Ушева Н.В., Кузьменко Е.А., Фёдоров А.Ф. Математическое моделирование химико-технологических процессов. Лабораторный практикум. Томск, 2013. – 128 с.
2. Мойзес О.Е. Методы корреляционного и регрессионного анализа при обработке экспериментальных данных. Методические указания к выполнению лабораторных работ. Томск, 2014.-13с.

Программное обеспечение и Internet-ресурсы

1. Ушева Н.В. Моделирование химико-технологических процессов. Электронная версия курса лекций. ТПУ, 2014.

2. Ушева Н.В. Моделирование химико-технологических процессов. Электронная версия курса лекций. ТПУ, 2014. Презентация по дисциплине.

Кроме того, для выполнения самостоятельной работы рекомендуется литература, перечень которой представлен в разделе 9.

Разработаны варианты индивидуальных заданий для ИДЗ.

7. СРЕДСТВА (ФОС) ТЕКУЩЕЙ И ИТОВОГО ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Средства (фонд оценочных средств) оценки текущей успеваемости и промежуточной аттестации студентов по итогам освоения дисциплины «Моделирование энерго-и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» представляют собой комплект контролирующих материалов следующих видов:

- Входной контроль. Представляет собой перечень вопросов, ответы на которые студент должен знать в результате изучения предыдущих дисциплин (математики, физической химии, процессов и аппаратов). Поставленные вопросы требуют точных и коротких ответов. Входной контроль проводится в письменном виде на первых занятиях в течение 15 минут. Проверяются входные знания к текущему семестру.

- Текущий контроль. Предусматривает проведение самостоятельных (контрольных работ), В контрольных работах представлены теоретические вопросы и практические задания на разработку математических моделей по основным разделам дисциплины. Проверяется степень усвоения теоретических и практических знаний, приобретенных умений на репродуктивном и продуктивном уровне.

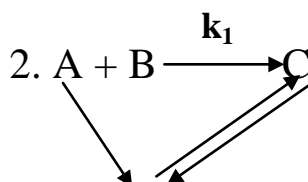
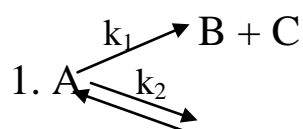
Проведение мероприятий конференц-недели предусматривают подготовку презентаций и доклады по выбранной тематике (работа в команде).

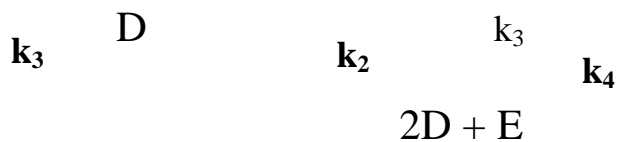
- Промежуточный контроль. Экзамен. Экзаменационные билеты для сдачи экзамена состоят из теоретических (2 вопроса) и задачи по всем разделам, изучаемым в данном семестре.

Примеры контролирующих материалов.

Самостоятельная работа №1

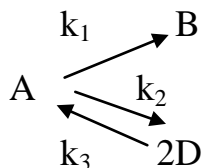
Составить кинетическую модель для заданной совокупности химических реакций, найти решение с применением метода Эйлера:





Самостоятельная работа №2

Составить математическую модель реактора идеального вытеснения, в котором протекает химическая реакция:



Самостоятельная работа №3

1. Составить модель процесса сепарации.
 2. Составить модель теплообменника:
хладоагент движется в режиме идеального вытеснения;
теплоноситель – в режиме идеального смешения.
-

Самостоятельная работа 4

Вариант 1

1. Пояснить суть корреляционного и регрессионного анализов при обработке экспериментальных данных
3. Составить матрицу планирования эксперимента в натуральных и кодированных переменных. На процесс влияют следующие факторы:
Температура $T (x_1) = 180 - 240^\circ\text{C}$
Скорость потока $v (x_2) = 1,2 - 1,4$ м/сек
Концентрация $C (x_3) = 40 - 60$ %

Экзаменационный билет

«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Билет №

по дисциплине

Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии нефтехимии и биотехнологии

институт
курс

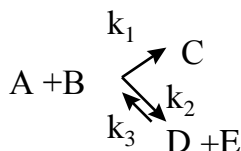
ИПР
3

1. Метод математического моделирования. Основные понятия и определения.

2. Методы корреляционного и регрессионного анализа при обработке данных химического эксперимента.

3 Задача.

Составить в соответствии с заданной схемой реакций математическую модель реактора идеального вытеснения. Тепловой режим политропический.



Составил _____ Ушева Н.В.

Утверждаю: Зав. кафедрой _____ Юрьев Е.М.

«_____» _____ 20 г.

Разработанные контролирующие материалы позволяют оценить степень усвоения теоретических и практических знаний, приобретенные умения и владение опытом на репродуктивном уровне, когнитивные умения на продуктивном уровне, и способствуют формированию профессиональных компетенций студентов.

8. Рейтинг качества освоения дисциплины

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

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 экзамена. Максимальный итоговый рейтинг соответствует 100 баллам.

Для сдачи каждого задания устанавливается определенное время сдачи (в течение недели, месяца и т.п.). Задания, сданные позже этого срока, оцениваются ниже, чем это установлено в *рейтинг-плане* дисциплины.

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

• основная литература:

- Закгейм, А. Ю. Общая химическая технология: Введение в моделирование химико-технологических процессов: учеб. пособие / А. Ю. Закгейм. — Москва: Логос, 2012. — 304 с. Схема доступа: <http://ibooks.ru/reading.php?short=1&isbn=978-5-98704-497-1>
- Гумеров А.М., Валеев Н.Н., и др. Математическое моделирование химико-технологических процессов. Учебное пособие (Гриф УМО). М.: Колосс, 2008.-159 с.
- Ушева Н.В., Мойзес О.Е., Митянина О.Е. Кузьменко Е.А. Математическое моделирование химико-технологических процессов. Томск, 2014. – 135 с.
- Кравцов А.В., Ушева Н.В., Кузьменко Е.А., Фёдоров А.Ф. Математическое моделирование химико-технологических процессов. Учебное пособие. Томск, 2013.- 128 с.

• дополнительная литература

- О.Е. Мойзес , А.В. Кравцов, Информатика. Ч. 2. – Учебное пособие. Томск: ТПУ, – 2010. – 152 с.
- Хрущёва И. В. Основы математической статистики и теории случайных процессов : / И. В. Хрущёва, В. И. Щербаков, Д. С. Леванова. — Москва: Лань, 2009. — 331 с. Схема доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=426
- Швалев Ю. Б. Общая химическая технология. Промышленные химико-технологические процессы [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю. Б. Швалев; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2010.
- Основы ресурсоэффективности [Электронный ресурс] : учебное пособие / И. Б. Ардашкин [и др.]; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ) ; под ред. А. А. Дульзона, В. Я. Ушакова. — 1 компьютерный файл (pdf; 3.8 МВ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2012. Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2012/m334.pdf>

Программное обеспечение и Internet-ресурсы

1. Ушева Н.В. Моделирование химико-технологических процессов. Электронная версия курса лекций. ТПУ, 2014.
2. Ушева Н.В. Моделирование химико-технологических процессов. Электронная версия курса лекций. ТПУ, 2014. Презентация по дисциплине.
3. <http://library.ru> , www.chemnet.ru; <http://www.lib.tpu.ru>
4. Компьютерные моделирующие системы (КМС) разработанные на кафедре ХТТ и ХК.

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

№ п/п	Наименование (компьютерные классы, учебные лаборатории, оборудование)	Аудитория, количество установок
2	Компьютерный класс (12 шт.)	16 б корпус, 224 ауд.
3.	Компьютерный класс (12 шт.)	2 корпус, 136 ауд,

Программа составлена на основе Стандарта ООП ТПУ в соответствии с требованиями ФГОС по направлению подготовки **241000 Энерго- и ресурсосберегающие процессы химической технологии нефтехимии и биотехнологии** _____

Программа одобрена на заседании каф. ХТТ и ХК
(протокол № 1 от « 28 » _____ 2014 г.)
Автор Ушева Н.В. _____