

Министерство науки и высшего образования РФ

ФГБОУ ВО Уральский государственный лесотехнический университет

Химико-технологический институт

Кафедра физико-химической технологии защиты биосферы

Рабочая программа дисциплины

включая фонд оценочных средств и методические указания для
самостоятельной работы обучающихся

**Б1.В.03 – МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭНЕРГО- И РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ
ПРОЦЕССОВ В ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ, НЕФТЕХИМИИ
И БИОТЕХНОЛОГИИ**

Направление подготовки 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы
в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Направленность (профиль) – «Охрана окружающей среды и рациональное
использование природных ресурсов»

Квалификация – бакалавр

Количество зачётных единиц (часов) – 3 (108)

г. Екатеринбург, 2021

Разработчик: канд. техн. наук, доцент Саб / А.В. Савиновских /

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры физико-химической технологии защиты биосферы (протокол № 8 от «10» марта 2021 года).

Зав. кафедрой Ю.А. / Ю.А. Горбатенко /

Рабочая программа рекомендована к использованию в учебном процессе методической комиссией химико-технологического института (протокол № 5 от «12» марта 2021 года).

Председатель методической комиссии ХТИ И.Г. / И.Г. Первова /

Рабочая программа утверждена директором химико-технологического института

Директор ХТИ И.Г. / И.Г. Первова /

«12» марта 2021 года

Оглавление

1. Общие положения	4
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	4
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы	6
4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся	6
5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) указанием отведенного на них количества академических часов	7
5.1. Трудоемкость разделов дисциплины	7
очная форма обучения	7
заочная форма обучения	7
5.2. Содержание занятий лекционного типа	7
5.3. Темы и формы занятий семинарского типа	9
5.4. Детализация самостоятельной работы	9
6. Перечень учебно-методического обеспечения по дисциплине	10
7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине	12
7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы	12
7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания	13
7.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы	14
7.4. Соответствие шкалы оценок и уровней сформированных компетенций	17
8. Методические указания для самостоятельной работы обучающихся	18
9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	20
10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине	20

1. Общие положения

Дисциплина «**Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии**» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана, входящего в состав образовательной программы высшего образования 18.03.02 – Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии (профиль – Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов).

Нормативно-методической базой для разработки рабочей программы учебной дисциплины «Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» являются:

- Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации», утвержденный приказом Минобрнауки РФ № 273-ФЗ от 29.12.2012;
- Приказ Минобрнауки России № 301 от 05.04.2017 г. Об утверждении порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры.
- Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 12.12.2016 г. № 727н «Об утверждении профессионального стандарта - Специалист по эксплуатации очистных сооружений водоотведения».
- Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 31.10.2016 г. № 591н «Об утверждении профессионального стандарта - Специалист по экологической безопасности (в промышленности)».
- Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» (уровень бакалавриат), утвержденный приказом Министерства образования и науки РФ № 923 от 07.08.2020;
- Учебные планы образовательной программы высшего образования направления 18.03.02 – Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии (профиль – Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов), подготовки бакалавров по очной и заочной формам обучения, одобренный Ученым советом УГЛТУ (протокол №8 от 27.08.2020) и утвержденный ректором УГЛТУ (27.08.2020).

Обучение по образовательной 18.03.02 – Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии (профиль – Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов) осуществляется на русском языке.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Планируемыми результатами обучения по дисциплине являются знания, умения, владения и/или опыт деятельности, характеризующие этапы/уровни формирования компетенций и обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения образовательной программы в целом.

Цель освоения дисциплины – является ознакомить студентов с теорией и практикой моделирования технологических процессов при расширении, реконструкции, совершенствовании и внедрении на предприятиях новых экологически безопасных, энерго- и ресурсосберегающих технологий, а также применение современных информационных технологий при конструкторско-технологическом анализе экобиозащитного оборудования.

Задачи дисциплины:

- научить математическому моделированию технологических процессов с использованием стандартных пакетов автоматизированного расчета и проектирования;
- дать представление о физическом моделировании и масштабировании полученных результатов при проектировании, совершенствовании и реконструкции отдельных стадий технологического процесса в соответствии с техническим заданием и эксплуатационной документацией;
- сформировать способность выполнять расчеты химико-технологических процессов с использованием математических моделей и современных прикладных программ;
- сформировать навыки самостоятельного проведения исследований с использованием современных компьютерных технологий.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих профессиональных компетенций:

- **ПК-1.** Способен анализировать работу очистных сооружений водоотведения, внедрять новые и совершенствовать действующие технологические процессы и режимы водоочистки, в соответствии с требованиями природоохранного законодательства и эксплуатационной документации
- **ПК-2.** Готов обосновывать снижение экологических рисков при расширении, реконструкции и внедрении новых экологически безопасных, энерго- и ресурсосберегающих технологий и оборудования;
- **ПК-3.** Способен проводить конструкторско-технологический анализ экобиозащитного оборудования производства к выпуску новой продукции с улучшенными экологическими характеристиками, с учетом рационального использования природных ресурсов и минимизации воздействия на окружающую среду;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**знать:**

- методы математического моделирования процессов химической технологии, нефтехимии и биотехнологии;
- методы идентификации математических описаний;
- методы определения энерго- и ресурсосберегающих режимов работы экобиозащитного оборудования и принципы его работы;

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 с применением программного продукта;
- применять современные программные средства при разработке технологической документации;
- применять знания в области информационных технологий при разработке, расширении, реконструкции и внедрении новых экологически безопасных, энерго- и ресурсосберегающих технологий и оборудования;

владеть:

- навыками математического моделирования при обосновании проектов расширения и реконструкции действующих производств;
- методами построения математических моделей процессов химической технологии и интерпретации полученных результатов;
- методами поиска информации в компьютерных сетях, пакетами прикладных программ для моделирования химико-технологических и нефтехимических процессов;
- методами математической статистики для обработки результатов экспериментов.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Данная учебная дисциплина относится к дисциплинам формируемой участниками образовательных отношений, что означает формирование в процессе обучения у бакалавра основных профессиональных знаний и компетенций в рамках выбранного профиля и профессионального стандарта.

Освоение данной дисциплины является необходимой основой для последующего изучения дисциплин ОПОП и написания выпускной квалификационной работы.

Перечень обеспечивающих, сопутствующих и обеспечиваемых дисциплин

	Обеспечивающие	Сопутствующие	Обеспечиваемые
1.	Инженерная графика. Начертательная геометрия	Технология основных производств и промышленных выбросов	Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.	Применение информационных технологий в инженерных расчетах	Расчеты химико-технологических процессов	
3.	Процессы и аппараты химической технологии	Производственная практика (технологическая (проектно-технологическая))	

Указанные связи дисциплины дают обучающемуся системное представление о комплексе изучаемых дисциплин в соответствии с ФГОС ВО, что обеспечивает требуемый теоретический уровень и практическую направленность в системе обучения и будущей деятельности выпускника.

4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего академических часов	
	очная форма	заочная форма
Контактная работа с преподавателем*:	50,25	8,25
лекции (Л)	16	2
практические занятия (ПЗ)	34	6
лабораторные работы (ЛР)	-	-
иные виды контактной работы	0,25	0,25
Самостоятельная работа обучающихся:	57,75	99,75
изучение теоретического курса	24	46
подготовка к текущему контролю	30	50
курсовая работа (курсовой проект)	-	-
подготовка к промежуточной аттестации	3,75	3,75
Вид промежуточной аттестации:	зачет	зачет
Общая трудоемкость	3/108	

*Контактная работа обучающихся с преподавателем, в том числе с применением дистанционных образовательных технологий, включает занятия лекционного типа, и (или) занятия семинарского типа, лабораторные занятия, и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающегося с преподавателем, а также аттестационные испытания промежуточной аттестации. Контактная работа может включать иные виды учебной деятельности, предусматривающие групповую и индивидуальную работу обучающихся с преподавателем. Часы контактной работы определяются Положением об организации и проведении контактной работы при реализации образовательных программ высшего образования, утвержденным Ученым советом УГЛУ от 25 февраля 2020 года.

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) указанием отведенного на них количества академических часов

5.1.Трудоёмкость разделов дисциплины

очная форма обучения

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	Всего контактной работы	Самостоятельная работа
1	Раздел 1. Введение в курс «Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»	2	4	-	6	6
2	Раздел 2. Построение эмпирических моделей	6	8	-	14	24
3	Раздел 3. Математическое моделирование и оптимизация химико-технологических процессов	8	22	-	30	24
Итого по разделам:		16	34	-	50	54
Промежуточная аттестация					0,25	3,75
Всего		108				

заочная форма обучения

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	Всего контактной работы	Самостоятельная работа
1	Раздел 1. Введение в курс «Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»	0,5	-	-	0,5	16
2	Раздел 2. Построение эмпирических моделей	0,5	2	-	2,5	40
3	Раздел 3. Математическое моделирование и оптимизация химико-технологических процессов	1	4	-	5	40
Итого по разделам:		2	6	-	8	96
Промежуточная аттестация					0,25	3,75
Всего		108				

5.2. Содержание занятий лекционного типа

1. Введение в курс «Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»

1.1. Цель и задачи дисциплины. Содержание дисциплины. Методология изучения дисциплины.

1.2. Основные принципы моделирования химических процессов. Физическое и математическое моделирование. Детерминированные и вероятностные математические мо-

дели. Цифровое и аналоговое моделирование. Применение методологии системного анализа для решения задач моделирования. Применение принципа «черного ящика» при математическом моделировании.

1.3. Иерархическая структура химических производств и их математических моделей. Основные приемы моделирования: эмпирический, структурный и комбинированный. Построение статических и динамических моделей. Решение прямых задач. Проектный и поверочный (оценочный) расчет процессов. Решение обратных задач. Параметрическая и структурная идентификация математических моделей. Установление адекватности математических моделей. Стратегия проведения расчетных исследований и компьютерного моделирования реальных процессов. Оптимизация химико-технологических процессов.

2. Построение эмпирических моделей

2.1. Формулировка задачи аппроксимации для описания экспериментальных зависимостей и получения эмпирических моделей процессов. Виды критериев аппроксимации. Критерий метода наименьших квадратов. Решение задачи аппроксимации для нелинейной и линейной по параметрам моделей. Матричная формулировка задачи аппроксимации. Аналитический и алгоритмический подходы для решения задачи аппроксимации для линейных и линеаризованных моделей методом наименьших квадратов. Оценка точности описания с использованием остаточной дисперсии, а также ошибок и погрешностей в каждой экспериментальной точке измерения.

2.2. Линейный регрессионный анализ для построения эмпирических моделей на основе данных пассивного эксперимента. Понятия функции отклика и факторов. Основные допущения регрессионного анализа. Критерии проверки однородности дисперсий. Выбор вида уравнений регрессии, определение коэффициентов регрессии и их значимости с использованием критерия Стьюдента. Процедура исключения незначимых коэффициентов регрессии. Определение адекватности регрессионных моделей с помощью критерия Фишера. Критерий воспроизводимости и условия его применимости.

2.3. Основные положения теории планирования экспериментов: полный факторный эксперимент (ПФЭ) и обработка его результатов. Оптимальные свойства матрицы планирования и свойство ортогональности. Определение коэффициентов моделей, их значимости и адекватности уравнения регрессии. Свойство ротатабельности полного факторного эксперимента.

3. Математическое моделирование и оптимизация химико-технологических процессов

3.1. Этапы математического моделирования: формулировка гипотез, построение математического описания, разработка моделирующего алгоритма, проверка адекватности моделей и идентификация их параметров, расчетные исследования (вычислительный эксперимент).

3.2. Разработка математического описания процессов. Блочный принцип построения структурных математических моделей. Обобщенное описание движения потоков фаз в аппаратах с помощью гидродинамических моделей, учитывающих сосредоточенные и распределенные источники вещества и энергии. Локальные интенсивности источников вещества и энергии в потоках, соответствующие различным физико-химическим процессам. Основные типы уравнений математического описания химико-технологических процессов конечные, обыкновенные дифференциальные и дифференциальные уравнения в частных производных.

3.3. Математическое моделирование теплообменников с мешалкой и змеевиковых теплообменников в стационарном состоянии. Выбор и графическое представление алгоритмов решения. Применение стандартных методов вычислительной математики для решения задачи.

3.4. Оптимизация химико-технологических процессов. Задачи оптимального проектирования и управления. Выбор критериев оптимальности (целевых функций) и оптимизируемых переменных (ресурсов оптимизации). Ограничения I и II рода. Использование

методов оптимизации для решения различных задач: оптимизации процессов с использованием их структурных моделей (численные методы оптимизации процессов) и эмпирических моделей (экспериментально-статистические методы оптимизации).

5.3. Темы и формы занятий семинарского типа

Учебным планом по дисциплине предусмотрены практические занятия

№	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Форма проведения занятия	Трудоёмкость, час	
			очное	заочное
1	Раздел 1. Введение в курс «Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»	Расчетно-графическая работа	4	-
2	Раздел 2. Построение эмпирических моделей	Расчетно-графическая работа	8	2
3	Раздел 3. Математическое моделирование и оптимизация химико-технологических процессов	Расчетно-графическая работа	22	4
Итого:			34	6

5.4. Детализация самостоятельной работы

№	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Вид самостоятельной работы	Трудоемкость, час	
			очная	заочная
1	Раздел 1. Введение в курс «Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»	Подготовка к практическим занятиям, тестирование	6	16
2	Раздел 2. Построение эмпирических моделей	Подготовка к практическим занятиям, тестирование	24	40
3	Раздел 3. Математическое моделирование и оптимизация химико-технологических процессов	Подготовка к практическим занятиям, тестирование	24	40
4	Подготовка к промежуточной аттестации (зачет)	Изучение лекционного материала, литературных источников в соответствии с тематикой, подготовка к выполнению контрольного задания	3,75	3,75
Итого:			57,75	99,75

**6. Перечень учебно-методического обеспечения по дисциплине
Основная и дополнительная литература**

№ п/п	Автор, наименование	Год издания	Примечание
Основная учебная литература			
1	Ушанов, С.В. Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов химической технологии, нефтехимии и биотехнологии: учебное пособие / С.В. Ушанов, В.М. Ушанова. – Красноярск: СибГУ им. академика М.Ф. Решетнёва, 2018. – 114 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/book/14747 – Режим доступа: для авториз. пользователей.	2018	Полнотекстовый доступ при входе по логину и паролю*
2	Заварухин, С.Г. Математическое моделирование химико-технологических процессов и аппаратов: учебное пособие: [16+] / С.Г. Заварухин; Новосибирский государственный технический университет. – 2-е изд., перераб. и доп. – Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2017. – 86 с. ил., табл., граф. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=576798 – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7782-3284-6. – Текст: электронный.	2017	Полнотекстовый доступ при входе по логину и паролю*
3	Расчеты и моделирование в химической технологии с применением Mathcad: учебное пособие: [16+] / Т.В. Лаптева, Н.Н. Зиятдинов, С.А. Лаптев, Д.Д. Первухин; Казанский национальный исследовательский технологический университет. – Казань: Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2018. – 248 с.: ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=612446 – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7882-2526-5. – Текст: электронный.	2018	Полнотекстовый доступ при входе по логину и паролю*
Дополнительная учебная литература			
4	Закгейм, А.Ю. Общая химическая технология: введение в моделирование химико-технологических процессов / А.Ю. Закгейм. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва: Логос, 2012. – 304 с. – (Новая университетская библиотека). – Режим доступа: по подписке. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=84988 . – ISBN 978-98704-471-1. – Текст: электронный.	2012	Полнотекстовый доступ при входе по логину и паролю*
5	Основы проектирования процессов переработки природных энергоносителей: учебное пособие / А.В. Кравцов, М.А. Самборская, А.В. Вольф, О.Е. Митянина; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный универси-	2015	Полнотекстовый доступ при входе по логину и паролю*

	тет». – 2-е изд., испр. – Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2015. – 166 с.: ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=442115 – Библиогр. в кн. – Текст: электронный.		
6	Математическое моделирование. Практикум / Л.А. Коробова, Ю.В. Бугаев, С.Н. Черняева, Ю.А. Сафонова; науч. ред. Л.А. Коробова; Министерство образования и науки РФ, Воронежский государственный университет инженерных технологий. – Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2017. – 113 с.: табл., граф., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=482006 . – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-00032-247-5. – Текст: электронный.	2017	Полнотекстовый доступ при входе по логину и паролю*
7	Исследование равновесия в системах газ-жидкость: теоретические основы и экспериментальные методики. Моделирование химико-технологических процессов / Г.Г. Елиманова, Э.А. Каралин, Д.В. Ксенофонтов и др.; Министерство образования и науки России, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет». – Казань: Казанский научно-исследовательский технологический университет, 2016. – 88 с.: ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=501154 – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7882-2070-3. – Текст: электронный.	2016	Полнотекстовый доступ при входе по логину и паролю*

*- прежде чем пройти по ссылке, необходимо войти в систему

Функционирование электронной информационно-образовательной среды обеспечивается соответствующими средствами информационно-коммуникационных технологий.

Электронные библиотечные системы

Каждый обучающийся обеспечен доступом к электронной библиотечной системе УГЛУТУ (<http://lib.usfeu.ru/>), ЭБС Издательства Лань <http://e.lanbook.com/>, ЭБС Университетская библиотека онлайн <http://biblioclub.ru/>, содержащих издания по основным изучаемым дисциплинам и сформированных по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Справочные и информационные системы

1. Справочно-правовая система «Консультант Плюс».
2. Информационно-правовой портал Гарант. Режим доступа: <http://www.garant.ru/>
3. База данных Scopus компании Elsevier B.V. <https://www.scopus.com/>

Профессиональные базы данных

1. Информационные системы, банки данных в области охраны окружающей среды и природопользования – Режим доступа: <http://минприродыро.рф>
2. Информационная система «ТЕХНОРМАТИВ». – Режим доступа: <https://www.technormativ.ru/> и;
3. Научная электронная библиотека elibrary. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/>.

4. Программы для экологов EcoReport. – Режим доступа: <http://ecoreport.ru/> ;
5. Информационные системы «Биоразнообразии России». – Режим доступа: <http://www.zin.ru/BioDiv/>

Нормативно-правовые акты

1. Указ Президента Российской Федерации № 260 от 22 мая 2015 г. «О некоторых вопросах информационной безопасности Российской Федерации». – Режим доступа: <https://itsec2012.ru/ukaz-prezidenta-rossiyskoy-federacii-260-ot-22-maya-2015-g-o-nekotoryh-voprosah-informacionnoy-bezopacnosti-rossiyskoy-federacii>
2. Закон РФ от 27 декабря 1991 г. N 2124-I «О средствах массовой информации». – Режим доступа: <https://itsec2012.ru/zakon-rf-ot-27-dekabrya-1991-g-n-2124-i-o-sredstvah-massovoy-informacii>
3. Положение «О государственной системе защиты информации В российской федерации от иностранных технических Разведок и от ее утечки по техническим каналам». – Режим доступа: <https://itsec2012.ru/polozhenie-o-gosudarstvennoy-sisteme-zashchity-informacii-v-rossiyskoy-federacii-ot-inostrannyh>
4. Национальный стандарт Российской Федерации ГОСТ Р ИСО/МЭК 27001-2006 «Информационная технология. Методы и средства обеспечения безопасности. Системы менеджмента информационной безопасности. Требования». – Режим доступа: <https://itsec2012.ru/nacionalnyy-standart-rossiyskoy-federacii-gost-r-isomek-27001-2006-informacionnaya-tehnologiya>
5. Межгосударственный стандарт ГОСТ 34.201-89 «Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Виды, комплектность и обозначение документов при создании автоматизированных систем». – Режим доступа: <https://itsec2012.ru/mezhgosudarstvennyy-standart-gost-34201-89-informacionnaya-tehnologiya-kompleks-standartov-na>
6. Защита информации ГОСТ Р 51188-98 «Испытания программных средств на наличие компьютерных вирусов Типовое руководство». – Режим доступа: <https://itsec2012.ru/zashchita-informacii-gost-r-51188-98-ispytaniya-programmnyh-sredstv-na-nalichie-kompyuternyh-virusov>
7. Средства вычислительной техники защита от несанкционированного доступа к информации ГОСТ Р 50739-95. – Режим доступа: <https://itsec2012.ru/sredstva-vychislitelnoy-tehniki-zashchita-ot-nesankcionirovannogo-dostupa-k-informacii-gost-r-50739>
8. Методика оценки угроз безопасности информации (Утверждена ФСТЭК России 5 февраля 2021 г.). – Режим доступа: <https://itsec2012.ru/normativno-pravovye-akty-fstek>

7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Формируемые компетенции	Вид и форма контроля
ПК-1. Способен анализировать работу очистных сооружений водоотведения, внедрять новые и совершенствовать действующие технологические процессы и режимы водоочистки, в соответствии с требованиями природоохранного законодательства и эксплуатационной документации	Промежуточный контроль: контрольные вопросы и задания для зачета Текущий контроль: выполнение расчетно-графической работы, тестирование
ПК-2. Готов обосновывать снижение экологических рисков при расширении, реконструкции и внедрении новых экологически безопасных, энерго- и ресурсосберегающих технологий и оборудования	Промежуточный контроль: контрольные вопросы и задания для зачета Текущий контроль: выполнение

	расчетно-графической работы, тестирование
ПК-3. Способен проводить конструкторско-технологический анализ экобиозащитного оборудования производства к выпуску новой продукции с улучшенными экологическими характеристиками, с учетом рационального использования природных ресурсов и минимизации воздействия на окружающую среду	Промежуточный контроль: контрольные вопросы и задания для зачета Текущий контроль: выполнение расчетно-графической работы, тестирование

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Критерии оценивания контрольных вопросов и заданий для зачета (промежуточный контроль, формирование компетенций ПК-1, ПК-2 и ПК-3)

Зачтено – все текущие контрольные мероприятия (тесты; расчетно-графические работы) выполнены в срок; оформление, структура и стиль работы - образцовые; практические работы выполнены самостоятельно; присутствуют собственные обобщения, заключения и выводы. Оформление, алгоритм решения контрольного задания образцовые; в задании нет грубых математических ошибок; задание выполнено самостоятельно. Обучающийся правильно ответил на все контрольные вопросы зачета и образцово выполнил контрольное задание зачета;

Зачтено – все текущие контрольные мероприятия (тесты; расчетно-графические работы) выполнены в срок; в структуре и стиле работы нет грубых ошибок; практические работы выполнены самостоятельно; присутствуют собственные обобщения, заключения и выводы. Контрольное задание зачета выполнено с незначительными недочетами, которые студент исправляет с помощью «наводящих» вопросов; задание выполнено самостоятельно. Обучающийся ответил на все контрольные вопросы зачета с помощью преподавателя и с небольшими недочетами выполнил контрольное задание зачета;

Зачтено – все текущие контрольные мероприятия (тесты; расчетно-графические работы) выполнены с нарушением графика; в структуре и стиле работы есть недостатки; практические работы выполнены под руководством преподавателя. Контрольное задание зачета выполнено при непосредственной помощи преподавателя, студент смог ответить только на 1 из 2 контрольных вопросов зачета.

Не зачтено – текущие контрольные мероприятия (тесты; расчетно-графические работы) не выполнены, либо выполнены частично; практические работы выполнены под руководством преподавателя. Студент не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач. Контрольное задание зачета не выполнено, студент с трудом ответил только на 1 контрольный вопрос зачета.

Критерии оценивания выполнения расчетно-графических работ (текущий контроль, формирование компетенций ПК-1, ПК-2 и ПК-3)

Зачтено – работа выполнена в срок; оформление, алгоритм решения задачи образцовые; в задаче нет грубых математических ошибок; задача выполнена самостоятельно. Обучающийся при защите задачи правильно ответил на все вопросы с помощью преподавателя.

Не зачтено – оформление работы не соответствует требованиям; выбран не верный алгоритм решения задачи; работа имеет грубые математические ошибки.

Критерии оценивания выполнения заданий в тестовой форме (текущий контроль, формирование компетенций ПК-1, ПК-2 и ПК-3)

По итогам выполнения тестовых заданий оценка производится по четырехбалльной шкале. При правильных ответах на:

- 51 и более % – оценка «зачтено»;
- 50 и менее % - оценка «не зачтено».

7.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Контрольные вопросы к зачету (промежуточный контроль)

1. Сущность и цели математического моделирования объектов химической технологии.
2. Два подхода к составлению математических моделей процесса: детерминированный и стохастический.
3. Исследование процессов аналитическими и численными методами.
4. Исследование стационарного режима работы теплообменного аппарата при постоянной температуре греющего пара.
5. Моделирование процесса нагрева в трубчатой печи.
6. Гидродинамические основы процессов массопередачи.
7. Механизм переноса вещества и законы диффузии.
8. Основы кинетики процесса массопередачи.
9. Расчет процессов разделения в газовых сепараторах на основе методики однократного испарения.
10. Экспериментально-аналитические методы определения кривых отклика.
11. Математическая модель гомогенного химического реактора идеального смешения с учетом переноса тепла.
12. Методы оптимизации. Критерий оптимальности, целевая функция.
13. Типовые математические модели структуры потоков в аппаратах.
14. Модель идеального перемешивания, идеального вытеснения.
15. Кривые отклика типовых процессов.
16. Структурный анализ процессов, протекающих в реакторе.
17. Основные уравнения тепловых процессов.
18. Модели теплообменных аппаратов, модели идеального вытеснения и идеального перемешивания.
19. Исследования процессов аналитическими и численными методами.
20. Гидродинамические основы процессов массопередачи.
21. Модели массообменных процессов.
22. Расчет процессов разделения в газовых сепараторах.
23. Математические модели процесса ректификации.
24. Сущность пассивного эксперимента.
25. Методы корреляционного и регрессионного анализа при обработке данных химического эксперимента. Виды регрессии.
26. Определение параметров модели по методу наименьших квадратов.
27. Критерий Стьюдента при оценке значимости коэффициентов регрессии.
28. Критерий Фишера для проверки адекватности полученного уравнения регрессии реальному эксперименту.
29. Уметь поставить задачи оптимизации в ХТ. Критерий оптимальности, целевая функция, оптимизирующие параметры. Общая стратегия решения задачи оптимизации на ЭВМ.

30. Методы оптимизации, классификация.
31. Методы одномерного поиска.
32. Статистические модели на базе пассивного и активного эксперимента.

Пример билета на зачет (промежуточный контроль)

1. Математическая модель гомогенного химического реактора идеального смешения с учетом переноса тепла.
2. Методы оптимизации. Критерий оптимальности, целевая функция.
3. Задача:
Используя MS Excel провести регрессионный анализ, построить поверхности (постоянными являются Z_1 и Z_2) и провести «Поиск решения» (максимальное значение). Как улучшить критерий Фишера?

№	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4	Z_5	Y(П)	Y(T)	Y(Y)
1	50	190	10	4	16	5,8	53	76
2	30	190	10	4	8	5,0	38	79
3	50	170	10	4	8	4,2	43	83
4	30	170	10	4	16	5,4	36	74
5	50	190	20	4	8	5,9	52	90
6	30	190	20	4	16	6,7	78	89
7	50	170	20	4	16	6,6	74	99
8	30	170	20	4	8	4,8	58	97
9	50	190	10	20	8	5,8	52	85
10	30	190	10	20	16	5,5	66	98
11	50	170	10	20	16	5,6	67	95
12	30	170	10	20	8	5,8	42	85
13	50	190	20	20	16	6,4	48	76
14	30	190	20	20	8	5,8	46	99
15	50	170	20	20	8	5,7	47	100
16	30	170	20	20	16	5,6	31	85
17	40	180	15	12	12	5,2	47	87
18	40	180	15	12	12	5,2	51	93

Фрагмент заданий в тестовой форме (текущий контроль)

Найти неправильный ответ – Математические модели имеют три основных разновидности:

- 1) имитационные
- 2) аналитические
- 3) алгоритмические
- 4) субъектно-функциональные

Найти правильный ответ – Моделирование – это метод практического или теоретического опосредованного исследования объекта на некоторой промежуточной системе, которая:

- 1) находится в некотором объективном соответствии с познаваемым объектом;
- 2) способна в процессе ее исследования частично замещать в ряде отношений сам изучаемый объект;

3) в конечном итоге дает полную информацию о самом интересующем нас объекте.
Закончить предложение – Технология это:

- 1) наука, изучающая способы и процессы получения и переработки продуктов природы в предметы потребления и средства производства;
- 2) способ изменения свойств товаров и продуктов;
- 3) определенный порядок действий обработки продуктов и товаров;
- 4) другой ответ.

Модель объекта это...

- 1) предмет похожий на объект моделирования
- 2) объект - заместитель, который учитывает свойства объекта, необходимые для достижения цели
- 3) копия объекта
- 4) шаблон, по которому можно произвести точную копию объекта

Основная функция модели это:

- 1) получить информацию о моделируемом объекте
- 2) отобразить некоторые характеристические признаки объекта
- 3) получить информацию о моделируемом объекте или отобразить некоторые характеристические признаки объекта
- 4) воспроизвести физическую форму объекта

Математические модели относятся к классу:

- 1) изобразительных моделей
- 2) прагматических моделей
- 3) познавательных моделей
- 4) символических моделей

Математической моделью объекта называют...

- 1) описание объекта математическими средствами, позволяющее выводить суждение о некоторых его свойствах при помощи формальных процедур
- 2) любую символическую модель, содержащую математические символы
- 3) представление свойств объекта только в числовом виде

Установление равновесия между простотой модели и качеством отображения объекта называется...

- 1) дискретизацией модели
- 2) алгоритмизацией модели
- 3) линеаризацией модели
- 4) идеализацией модели

Имитационное моделирование ...

- 1) воспроизводит функционирование объекта в пространстве и времени
- 2) моделирование, в котором реализуется модель, производящая процесс функционирования системы во времени, а также имитируются элементарные явления, составляющие процесс
- 3) моделирование, воспроизводящее только физические процессы
- 4) моделирование, в котором реальные свойства объекта заменены объектами – аналогами

Планирование эксперимента необходимо для...

- 1) точного предписания действий в процессе моделирования
- 2) выбора числа и условий проведения опытов, необходимых и достаточных для решения поставленной задачи с требуемой точностью
- 3) выполнения плана экспериментирования на модели
- 4) сокращения числа опытов

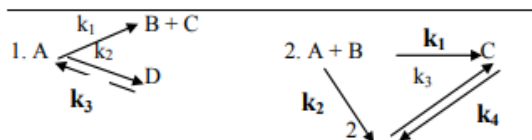
Состояние объекта определяется ...

- 1) количеством информации, полученной в фиксированный момент времени

- 2) множеством свойств, характеризующим объект в фиксированный момент времени относительно заданной цели
- 3) только физическими данными об объекте
- 4) параметрами окружающей среды

Примеры расчетно-графических работ (текущий контроль)

Вариант 1: Составить кинетическую модель для заданной совокупности химических реакций, найти решение с применением метода Эйлера:



- Вариант 2:**
1. Составить модель процесса сепарации смеси CH_4 - гептан.
 2. Составить модель теплообменника: хладагент движется в режиме идеального вытеснения; теплоноситель – в режиме идеального смешения

Вариант 3: Суть корреляционного и регрессионного анализов при обработке экспериментальных данных

На процесс влияют следующие факторы:

Температура $T (x_1) = 180-240^\circ\text{C}$

Скорость потока $v (x_2) = 1,2-1,4 \text{ м/сек}$

Концентрация $C (x_3) = 40-60 \%$

Составить матрицу планирования эксперимента в натуральных и кодированных переменных.

7.4. Соответствие шкалы оценок и уровней сформированных компетенций

Уровень сформированных компетенций	Оценка	Пояснения
Высокий	Зачтено	<p>Теоретическое содержание курса освоено полностью, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены.</p> <p>Обучающийся демонстрирует уверенные знания построения интеллектуальных систем оптимизации и организации энерго- и ресурсосбережения процессов химической технологии; способен на высоком уровне применять язык программирования при решении профессиональных задач, в т.ч. осуществлять моделирование экологически безопасные, энерго- и ресурсосберегающие технологии; готов самостоятельно проводить конструкторско-технологический анализ экобиозащитного оборудования</p>
Базовый	Зачтено	<p>Теоретическое содержание курса освоено полностью, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены с незначительными замечаниями.</p> <p>Обучающийся демонстрирует хорошие знания построения интеллектуальных систем оптимизации и</p>

Уровень сформированных компетенций	Оценка	Пояснения
		организации энерго- и ресурсосбережения процессов химической технологии; способен на базовом уровне применять язык программирования при решении профессиональных задач, в т.ч. осуществлять моделирование экологически безопасные, энерго- и ресурсосберегающие технологии; готов проводить конструкторско-технологический анализ экобиозащитного оборудования
Пороговый	Зачтено	<p>Теоретическое содержание курса освоено частично, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, в них имеются ошибки.</p> <p>Обучающийся демонстрирует основные знания построения интеллектуальных систем оптимизации и организации энерго- и ресурсосбережения процессов химической технологии; способен на пороговом уровне применять язык программирования при решении профессиональных задач, в т.ч. осуществлять моделирование экологически безопасные, энерго- и ресурсосберегающие технологии; готов под руководством проводить конструкторско-технологический анализ экобиозащитного оборудования</p>
Низкий	Не зачтено	<p>Теоретическое содержание курса не освоено, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий либо не выполнены, либо содержат грубые ошибки; дополнительная самостоятельная работа над материалом не привела к какому-либо значительному повышению качества выполнения учебных заданий.</p> <p>Обучающийся не демонстрирует знаний построения интеллектуальных систем оптимизации и организации энерго- и ресурсосбережения процессов химической технологии; не способен применять язык программирования при решении профессиональных задач; не готов самостоятельно проводить конструкторско-технологический анализ экобиозащитного оборудования</p>

8. Методические указания для самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа способствует закреплению навыков работы с учебной и научной литературой, осмыслению и закреплению теоретического материала по умению применять современные информационные технологии и моделировать различные технологические процессы.

Самостоятельная работа выполняется во внеаудиторное (аудиторное) время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия (при частичном непосредственном участии преподавателя, оставляющем ведущую роль в контроле за работой студентов и магистрантов).

В процессе изучения дисциплины «Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» бакалаврами направления 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» основными видами самостоятельной работы являются:

□ подготовка к аудиторным занятиям (лекциям, расчетно-графическим работам) и выполнение соответствующих заданий;

□ самостоятельная работа над отдельными темами учебной дисциплины в соответствии с учебно-тематическим планом;

□ подготовка к тестовому контролю;

□ подготовка к зачету.

Подготовка к расчетно-практическим работам.

Выполнение индивидуальной расчетно-практической работы является частью самостоятельной работы обучающегося и предусматривает индивидуальную работу студентов с учебной, технической и справочной литературой по соответствующим разделам курса.

Целью расчетно-практической работы является закрепление практических навыков и умений по моделированию энерго- и ресурсосберегающих процессов с применением современных информационных технологий.

Студент выполняет задание по варианту. Номер варианта соответствует порядковому номеру студента в списке группы.

Руководитель из числа преподавателей кафедры осуществляет текущее руководство, которое включает: систематические консультации с целью оказания организационной и научно-методической помощи студенту; контроль над выполнением работы в установленные сроки; проверку содержания и оформления завершенной работы.

Расчетно-графическая работа выполняется обучающимся самостоятельно и должна быть представлена к проверке преподавателю до начала экзаменационной сессии.

Выполняемая работа должна быть защищена студентом. Студенты, не выполнившие практические работы, к сдаче зачета не допускаются. Работа должна быть аккуратно оформлена в электронном виде, удобна для проверки и хранения.

Самостоятельное выполнение *тестовых заданий* по всем разделам дисциплины сформированы в фонде оценочных средств (ФОС)

Данные тесты могут использоваться:

- бакалаврами при подготовке к зачету в форме самопроверки знаний;
- преподавателями для проверки знаний в качестве формы промежуточного контроля на практических и лекционных занятиях;
- для проверки остаточных знаний бакалавров, изучивших данный курс.

Тестовые задания рассчитаны на самостоятельную работу без использования вспомогательных материалов. То есть при их выполнении не следует пользоваться учебной и другими видами литературы.

Для выполнения тестового задания, прежде всего, следует внимательно прочитать поставленный вопрос. После ознакомления с вопросом следует приступить к прочтению предлагаемых вариантов ответа. Необходимо прочитать все варианты и в качестве ответа следует выбрать индекс (цифровое обозначение), соответствующий правильному ответу.

На выполнение теста отводится ограниченное время. Оно может варьироваться в зависимости от уровня тестируемых, сложности и объема теста. Как правило, время выполнения тестового задания определяется из расчета 60 секунд на один вопрос.

Содержание тестов по дисциплине ориентировано на подготовку бакалавров по основным вопросам курса. Уровень выполнения теста позволяет преподавателям судить о ходе самостоятельной работы бакалавров в межсессионный период и о степени их подготовки к зачету.

9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Для успешного овладения дисциплиной используются следующие информационные технологии обучения:

- При проведении лекций используются презентации материала в программе Microsoft Office (PowerPoint), выход на профессиональные сайты, использование видеоматериалов различных интернет-ресурсов.
- Практические занятия по дисциплине проводятся с необходимого методического материала (методические указания, справочники, нормативы и т.п.)
- в случае дистанционного изучения дисциплины и самостоятельной работы используется ЭИОС (MOODLE).

На практических занятиях студенты отрабатывают навыки по моделированию энерго- и ресурсосберегающих процессов с применением различных программных продуктов.

В процессе изучения дисциплины учебными целями являются первичное восприятие учебной информации о теоретических основах и принципах работы с документами (планы, схемы, регламенты), ее усвоение, запоминание, а также структурирование полученных знаний и развитие интеллектуальных умений, ориентированных на способы деятельности репродуктивного характера. Посредством использования этих интеллектуальных умений достигаются узнавание ранее усвоенного материала в новых ситуациях, применение абстрактного знания в конкретных ситуациях.

Для достижения этих целей используются в основном традиционные информативно-развивающие технологии обучения с учетом различного сочетания пассивных форм (лекция, практическое занятие, консультация, самостоятельная работа) и репродуктивных методов обучения (повествовательное изложение учебной информации, объяснительно-иллюстративное изложение) и лабораторно-практических методов обучения (выполнение расчетно-графической работы).

Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного программного обеспечения:

- семейство коммерческих операционных систем семейства Microsoft Windows;
- офисный пакет приложений Microsoft Office;
- программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат.ВУЗ».

10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Реализация учебного процесса осуществляется в специальных учебных аудиториях университета для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Все аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории. При необходимости обучающимся предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, обеспечивающие тематические иллюстрации.

Самостоятельная работа обучающихся выполняется в специализированной аудитории, которая оборудована учебной мебелью, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду УГЛТУ.

Есть помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

Требования к аудиториям

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
<p>Помещение для лекционных и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущей и промежуточной аттестации.</p>	<p>Столы и стулья, экран, маркерная доска. Рабочие места, оснащены компьютерами с выходом в сеть Интернет и электронную информационную образовательную среду. Переносные: -демонстрационное мультимедийное оборудование (ноутбук, проектор); - комплект электронных учебно-наглядных материалов (презентаций) на флеш-носителях, обеспечивающих тематические иллюстрации.</p>
<p>Помещения для самостоятельной работы</p>	<p>Столы, стулья, экран, проектор. Рабочие места студентов, оснащены компьютерами с выходом в сеть Интернет и электронную информационную образовательную среду.</p>
<p>Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования</p>	<p>Расходные материалы для ремонта и обслуживания техники. Места для хранения оборудования</p>