



Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**
Химико-технологический факультет
Кафедра автоматизации технологических процессов



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе
и техн. наук, проф.

Н. В. Лобов

2016 г.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ
«Моделирование систем и процессов»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Программа прикладного бакалавриата

Направление 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»

Профиль подготовки бакалавра: Автоматизация химико-технологических процессов

Квалификация выпускника: бакалавр

Выпускающая кафедра: Автоматизация технологических процессов

Форма обучения: очная

Курс: 3 **Семестр(ы):** 6

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану: 4 3Е
Часов по рабочему учебному плану: 144 ч

Виды контроля:

Экзамен: 6 семестр Зачёт: - Курсовой проект: - Курсовая работа: -

Пермь 2016

Учебно-методический комплекс дисциплины «Моделирование систем и процессов» разработан на основании:

- федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утверждённого приказом Министерства образования и науки Российской Федерации «12» марта 2015 г. номер приказа 200 по направлению подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств» (уровень бакалавриата);
- компетентностной модели выпускника ОПОП по направлению подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств», профилю «Автоматизация химико-технологических процессов», утверждённой «24» июня 2013г. (с изменениями в связи с переходом на ФГОС ВО);
- базового учебного плана очной формы обучения по направлению подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств», профилю «Автоматизация химико-технологических процессов», утверждённого «28» апреля 2016 г.

Рабочая программа согласована с рабочими программами дисциплин Математика, Физика, Химия, Теоретическая механика, Прикладная механика, Материаловедение, Технологические процессы автоматизированных производств 1, Органическая химия, Общая химическая технология, Теоретические основы химических процессов, Идентификация химико-технологических объектов и систем управления, участвующих в формировании компетенций совместно с данной дисциплиной.

Разработчик канд. техн. наук, доц.



А. С. Островский

Рецензент д-р техн. наук, проф.



А. Г. Шумихин

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Автоматизация технологических процессов и производств» «14» октября 2016 г., протокол № 2.

Заведующий кафедрой
автоматизации технологических процессов и
производств,
д-р техн. наук, проф.



А. Г. Шумихин

Рабочая программа одобрена учебно-методической комиссией химико-технологического факультета «14» ноября 2016 г., протокол № 47.

Председатель учебно-методической комиссии
химико-технологического факультета,
канд. техн. наук, доц.



Е. Р. Мошев

СОГЛАСОВАНО

Начальник управления образовательных
программ, канд. техн. наук, доц.



Д. С. Репецкий

1 Общие положения

1.1 Цель учебной дисциплины

Цель изучения дисциплины «Моделирование систем и процессов» по направлению подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств» – формирование знаний основ современных методов функционального, имитационного и математического моделирования производственных процессов и систем различного назначения, методов построения моделей различных классов и их реализации на компьютерной технике посредством современных прикладных программных средств.

В процессе изучения данной дисциплины студент расширяет и углубляет следующие компетенции:

- способностью использовать основные закономерности, действующие в процессе изготовления продукции требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах общественного труда (ОПК-1);
- способность участвовать в работах по моделированию продукции, технологических процессов, производств, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством с использованием современных средств автоматизированного проектирования, по разработке алгоритмического и программного обеспечения средств и систем автоматизации и управления процессами (ПСК-2(ПК-19)).

1.2 Задачи учебной дисциплины

- **изучение** классификации моделей систем и процессов, их видов и видов моделирования; принципов и методологии функционального, имитационного и математического моделирования систем и процессов, методов построения моделирующих алгоритмов; методов построения математических моделей, их упрощения, технических и программных средств моделирования;
- **формирование умения** реализовывать простые алгоритмы имитационного моделирования; использовать основные методы построения математических моделей процессов, систем, их элементов и систем управления; работать с каким-либо из основных типов программных систем, предназначенных для математического и имитационного моделирования;
- **формирование навыков** алгоритмизации и программирования задач моделирования и обработки результатов эксперимента по определению динамических характеристик каналов «вход – выход» объектов управления и применения для целей моделирования динамики объектов и автоматических систем управления систем компьютерной математики типа Matlab, MathCad и других прикладных программ.

1.3 Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

- методы моделирования процессов и систем химической технологии;
- модели процессов и аппаратов химической технологии;
- методики параметризации моделей гидродинамики.

1.4 Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к вариативной части Блока 1 Дисциплины (модули) и является *обязательной* при освоении ОПОП по направлению 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств», профилю «Автоматизация химико-технологических процессов».

В результате изучения дисциплины обучающийся должен освоить части указанных в пункте 1.1 компетенций и демонстрировать следующие результаты:

• **знать:**

- классификацию моделей систем и процессов, их виды и виды моделирования;
- принципы и методологию функционального, имитационного и математического моделирования систем и процессов, методы построения моделирующих алгоритмов;
- методы построения математических моделей, их упрощения, технические и программные средства моделирования;

• **уметь:**

- реализовывать простые алгоритмы имитационного моделирования;
- использовать основные методы построения математических моделей процессов, систем, их элементов и систем управления;
- работать с каким-либо из основных типов программных систем, предназначенных для математического и имитационного моделирования;

• **владеть:**

- навыками работы с программной системой для математического и имитационного моделирования.

В таблице 1.1 приведены предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций, заявленных в пункте 1.1.

Таблица 1.1 – Дисциплины, направленные на формирование компетенций

Код	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины (группы дисциплин)
Профессиональные компетенции			
ОПК-1	способность использовать основные закономерности, действующие в процессе изготовления продукции требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах общественного труда	Математика, Физика, Химия. Теоретическая механика, Органическая химия, Теоретические основы химических процессов, Физическая химия, Прикладная механика, Материаловедение	Общая химическая технология, (изучаются одновременно)

		Математика Физика Химия Теоретическая механика Прикладная механика Технологические процессы автоматизированных производств 1 Органическая химия Общая химическая технология Теоретические основы химических процессов	
ПСК-2 (ПК-19)	способность участвовать в работах по моделированию продукции, технологических процессов, производств, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством с использованием современных средств автоматизированного проектирования, по разработке алгоритмического и программного обеспечения средств и систем автоматизации и управления процессами		Идентификация химико-технологических объектов и систем управления

2 Требования к результатам освоения учебной дисциплины

Учебная дисциплина обеспечивает формирование части компетенций ОПК-10, ПСК-2 (ПК-19).

2.1 Дисциплинарная карта компетенции ОПК-1

Код	Формулировка компетенции
ОПК-1	способность использовать основные закономерности, действующие в процессе изготовления продукции требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах общественного труда

Код	Формулировка дисциплинарной части компетенции
ОПК-1.Б1.В.01	способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования

Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
В результате освоения компетенции студент Знает: - классификацию моделей систем и процессов, их виды и виды моделирования; - принципы и методологию функционального, имитационного и математического моделирования систем и процессов, методы построения моделирующих алгоритмов	<i>Лекции. Самостоятельная работа студентов по изучению теоретического материала</i>	<i>Контрольные вопросы для текущего и промежуточного контроля. Вопросы к экзамену</i>
Умеет: - реализовывать простые алгоритмы имитационного моделирования; - работать с каким-либо из основных типов программных систем, предназначенных для математического и имитационного моделирования	<i>Практические занятия. Лабораторные работы. Самостоятельная работа студентов (подготовка к лекциям, практическим занятиям, лабораторным работам)</i>	<i>Типовые задания к практическим занятиям и лабораторным работам, вопросы к экзамену</i>
Владеет: - навыками работы с программной системой для математического и имитационного моделирования	<i>Лабораторные работы; Самостоятельная работа по подготовке к экзамену</i>	<i>Типовые задания к лабораторным работам, вопросы к экзамену</i>

2.2 Дисциплинарная карта компетенции ПСК-2 (ПК-19)

Код	Формулировка компетенции
ПСК-2	способность участвовать в работах по моделированию продукции, технологических процессов, производств, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством с использованием современных средств автоматизированного проектирования, по разработке алгоритмического и программного обеспечения средств и систем автоматизации и управления процессами

Код	Формулировка дисциплинарной части компетенции
ПСК-2. Б1.В.01	способность участвовать в разработке математических моделей процессов и производственных объектов

Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
В результате освоения компетенции студент Знает: – методы построения математических моделей, их упрощения, технические и программные средства моделирования	<i>Лекции. Самостоятельная работа студентов по изучению теоретического материала.</i>	<i>Контрольные вопросы для текущего и промежуточного контроля. Вопросы к экзамену</i>
Умеет: – использовать основные методы построения математических моделей процессов, систем, их элементов	<i>Практические занятия. Лабораторные работы. Самостоятельная работа студентов (подготовка к лекциям, практическим занятиям, лабораторным работам)</i>	<i>Типовые задания к практическим занятиям и лабораторным работам, задание к расчётно-графической работе и индивидуальное задание, вопросы и практические задания к экзамену.</i>
Владеет: – навыками работы с программной системой для математического и имитационного моделирования	<i>Лабораторные работы; самостоятельная работа по подготовке к экзамену</i>	<i>Типовые задания к лабораторным работам, вопросы к экзамену.</i>

3 Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

Объем дисциплины в зачетных единицах составляет 4 ЗЕ. Количество часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся указано в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Объём и виды учебной работы

№ п.п.	Виды учебной работы	Трудоёмкость, ч		
		по семестрам	всего	
1	2	3	4	5
1	Аудиторная (контактная работа)		52	52
	-в том числе в интерактивной форме			
	- лекции (Л)		18	18
	-в том числе в интерактивной форме			
	- практические занятия (ПЗ)		16	16
	-в том числе в интерактивной форме			
	- лабораторные работы (ЛР)		18	18
	-в том числе в интерактивной форме			
2	Контроль самостоятельной работы (КСР)		2	2
3	Самостоятельная работа студентов (СРС)		54	54
	- изучение теоретического материала		9	9
	- подготовка к контрольным работам		10	10
	- подготовка к аудиторным занятиям (лекциям, практическим, лабораторным)		17	17
	- подготовка отчетов по лабораторным работам (практическим занятиям)		18	18
4	Итоговый контроль (промежуточная аттестация обучающихся) по дисциплине: экзамен		36	36
5	Трудоёмкость дисциплины, всего:			
	в часах (ч)		144	144
	в зачётных единицах (ЗЕ)		4	4

4 Содержание учебной дисциплины

4.1 Модульный тематический план

Таблица 4.1 – Тематический план по модулям учебной дисциплины

Номер учебно-го модуля	Номер раздела дисциплины	Номер темы дисциплины	Количество часов и виды занятий (очная форма обучения)							Трудоём-ность, ч / ЗЕ
			аудиторная работа				КСР	итоговый контроль	само-стоя-тельная работа	
			всего	Л	ПЗ	ЛР				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1	1	1	1						1
		2	1	1						1
	2	3	1	1						1
		4	1	1						1
	Итого по модулю:		4	4			0,5			4,5 / 0,1
2	3	5	8	2	4	2			12	20
		6	8	2	4	2			12	20
		7	8	2	4	2			12	20
	Итого по модулю:		24	6	12	6	0,5		36	60,5 / 1,7
	3	4	8	12	2	4	6			9
9			8	2		6			9	18
Итого по модулю:		20	4	4	12	0,5		18	38,5 / 1,1	
4	5	10	3	3						3
		11	1	1						1
	Итого по модулю:		4	4			0,5			4,5 / 0,1
Промежуточная аттеста-ция: экзамен								36		36 / 1
Всего:			52	18	16	18	2	36	54	144 / 4

4.2 Содержание разделов и тем учебной дисциплины

Модуль 1. Общие сведения о моделировании

Раздел 1. Общие сведения о математическом моделировании

Л – 2 ч

Тема 1. Общие сведения

Моделирование как метод познания объектов, процессов, явлений. Модель и оригинал, отношения между ними. Гомоморфизм модели и оригинала. Основные положения теории подобия. Классификация моделей. Основные свойства моделей: адекватность, простота, возможность получения новой информации об оригинале. Виды моделирования, примеры моделей систем.

Объекты моделирования. Принципы построения и основные требования к моделям процессов и систем. Общая схема разработки математических моделей. Этапы математического моделирования. Формализация процесса функционирования системы. Агрегативная модель. Формы представления математических моделей.

Цели и задачи исследования математических моделей систем. Методы исследования математических моделей систем и процессов. Методы упрощения математических моделей.

Тема 2. Технические и программные средства математического моделирования

Технические средства математического моделирования. Цифровые, аналоговые и гибридные ЭВМ, их характеристики и возможности для моделирования объектов.

Программные средства математического моделирования объектов. Моделирование программы, пакеты прикладных программ (ППП), базы данных, библиотеки моделей, базы декларативных и процедурных знаний. Программы для автоматизированного построения математических моделей объектов. Языки моделирования непрерывных и дискретных объектов.

Раздел 2. Построение математических моделей химико-технологических процессов аналитическим и комбинированным методами

Л – 2 ч

Тема 3. Аналитический метод

Основные положения и этапы аналитического метода: получение структуры уравнений статики и/или динамики (анализ и декомпозиция объекта на элементы, принятие допущений, вывод уравнений баланса субстанции для элементов, формулировка краевых условий, композиция уравнений элементов); получение на лабораторных установках экспериментальных данных; идентификация параметров модели (постановка и решение экстремальной задачи); проверка адекватности модели. Сфера применения аналитических моделей.

Тема 4. Комбинированный метод

Содержание и этапы комбинированного метода построения моделей: вывод уравнений баланса субстанции объекта, получение экспериментальных данных на действующем объекте; параметрическая идентификация моделей, регуляризация методов идентификации: проверка адекватности модели. Сфера применения комбинированных моделей.

Модуль 2. Математические модели структуры потоков – основа для построения математических моделей химико-технологических процессов

Раздел 3. Математические модели структуры потоков в технологических аппаратах

Л – 6 ч, ПЗ – 12 ч, ЛР – 6 ч, СРС – 36 ч.

Тема 5. Простые модели структуры потоков

Функции распределения времени пребывания элементов потока в аппарате. Виды типовых ММ структуры потоков.

Модель идеального смешения. Передаточная функция модели идеального смешения.

Однопараметрическая диффузионная модель. Модель идеального вытеснения как частный случай диффузионной модели.

Передаточная функция аппарата колонного типа с неограниченным по длине каналом, описываемого диффузионной моделью.

Передаточная функция аппарата колонного типа с ограниченными по длине каналами, описываемого диффузионной моделью.

Свойства диффузионной модели при стационарном вводе индикатора в произвольное сечение канала.

Тема 6. Комбинированные модели структуры потоков

Ячеечная модель. Последовательное соединение зон идеального смешения и идеального вытеснения для случая линейного объекта. Последовательное соединение зон идеального вытеснения для случая нелинейного объекта.

Модель аппарата идеального смешения с застойной зоной.

Тема 7. Параметрическая идентификация моделей структуры потоков

Начальные и центральные моменты функции распределения времени пребывания элементов потока в аппарате.

Связь передаточной функции и моментов функции распределения времени пребывания элементов потока в аппарате.

Вывод выражений для вычисления моментов функции распределения времени пребывания ячейочной модели, диффузионной модели с неограниченным по длине каналом и диффузионной модели с ограниченными по длине каналами.

Методика расчета моментов функции распределения времени пребывания по экспериментальным кривым отклика.

Модуль 3. Математические модели типовых процессов химической технологии

Раздел 4. Математические модели типовых процессов химической технологии

Л – 4 ч, ПЗ – 4 ч, ЛР – 12 ч, СРС – 18 ч.

Тема 8. Модели структуры потоков с учетом источников вещества и тепла

ММ проточного аппарата идеального смешения с учетом источников вещества и тепла.

ММ проточного аппарата идеального вытеснения с учетом источников вещества и тепла.

Однопараметрическая диффузионная модель с учетом источников (стоков) вещества и тепла.

Двухпараметрическая диффузионная модель с учетом источников (стоков) вещества и тепла.

ММ аппарата идеального смешения периодического действия с учетом источников вещества и тепла.

Частные уравнения интенсивности источников (стоков) вещества и тепла в потоках: химические реакции, массо- и теплообмен.

Тема 9. Модели теплообменников

ММ теплообменников типа «смешение-смешение», типа «вытеснение-смешение» и типа «вытеснение-вытеснение».

Модуль 4. Преобразование математических моделей

Раздел 5. Математические модели динамики технологических процессов и аппаратов как объектов регулирования

Л – 4 ч

Тема 10. Приведение математических моделей к виду, удобному для синтеза систем автоматизированного регулирования

Методика аналитического получения линеаризованных математических моделей ТП

как объектов регулирования.

Примеры математических моделей: смесителя как объекта регулирования концентрации (рН); объекта с регулированием уровня; объектов, работающих по законам состояния газа; химического реактора идеального смешения как объекта регулирования состава и температуры.

Тема 11. Имитационное моделирование объектов и систем управления. Организация и методика вычислительного эксперимента.

4.3 Перечень тем практических занятий

Таблица 4.2 – Темы практических занятий

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы практического занятия
1	2	3
1	5, 6, 7	Вывод формул связи начальных и центральных моментов функции распределения времени пребывания элементов потока в аппарате вышших порядков. Расчет моментов комбинированных моделей структуры потоков по их передаточной функции
2	7	Обработка экспериментальных кривых отклика на импульсное возмущение при решении задач структурной и параметрической идентификации моделей структуры потоков
3	8	Математическое описание химического реактора идеального смешения

4.4 Перечень тем лабораторных работ

Таблица 4.3 – Темы лабораторных работ

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы лабораторной работы
1	2	3
1	5, 6, 7	Исследование типовых ММ структуры потоков в технологических аппаратах, идентификация гидродинамической структуры потоков в аппаратах типовыми ММ
2	9	Моделирование статических режимов теплообменных аппаратов и их параметрическая идентификация
3	8	Моделирование статических режимов проточного политропического реактора идеального вытеснения, исследование температурных профилей в реакторе

5. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Изучение дисциплины осуществляется в течение одного семестра, график изучения дисциплины приводится п.7.

5. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

6. Изучение теоретического материала, выполнение индивидуальных заданий и сдача/защита контрольных и лабораторных работ должно осуществляться в установленные преподавателем сроки.

Таблица 5.1 – Виды самостоятельной работы студентов (СРС)

Номер темы дисциплины	Вид самостоятельной работы студентов	Трудоёмкость, часов
1	2	3
5	Изучение теоретического материала	2
	Подготовка к контрольным работам	1
	Подготовка к аудиторным занятиям	4
	Подготовка отчетов по лабораторным работам	5
6	Изучение теоретического материала	2
	Подготовка к контрольным работам	1
	Подготовка к аудиторным занятиям	4
	Подготовка отчетов по лабораторным работам	5
7	Изучение теоретического материала	2
	Подготовка к контрольным работам	2
	Подготовка к аудиторным занятиям	3
	Подготовка отчетов по лабораторным работам	5
8	Изучение теоретического материала	2
	Подготовка к контрольным работам	2
	Подготовка к аудиторным занятиям	3
	Подготовка отчетов по лабораторным работам	2
9	Изучение теоретического материала	1
	Подготовка к контрольным работам	2
	Подготовка к аудиторным занятиям	3
	Подготовка отчетов по лабораторным работам	3
	Итого: в ч / в ЗЕ	62 / 1,63

5.1. Изучение теоретического материала

Тематика вопросов, изучаемых самостоятельно

Тема 5.

Аналитический вывод передаточной функции аппарата колонного типа с ограниченными по длине каналами, описываемого диффузной моделью.

Тема 6.

Дополнительные комбинированные модели структуры потоков.

Тема 7.

Расчёт начального момента второго порядка диффузной модели с неограниченным по длине каналом.

Тема 8.

Частные уравнения интенсивности источников (стоков) вещества и тепла в потоках: изменение агрегатного состояния.

Тема 9.

Получение формул для температур на выходе из зон теплоносителя и хладагента для ММ теплообменников типа «смешение-смешение».

5.2 Курсовой проект (курсовая работа)

Не предусмотрен.

5.3. Реферат

Не предусмотрен.

5.4. Расчетно-графическая работа

Не предусмотрена.

5.5. Индивидуальное задание

Не предусмотрено.

5.6. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установления связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области; формируются группы (команды); каждое практическое занятие проводится по своему алгоритму. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем; отработка командных навыков взаимодействия; закрепление основ теоретических знаний с позиций системного представления бизнеса; развитие творческих навыков по управлению инновациями через разработку и реализацию проектов.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором учащиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности учащихся на достижение целей занятия.

6 Фонд оценочных средств дисциплины**6.1 Текущий контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций**

Текущий контроль освоения дисциплинарных частей компетенций проводится в следующих формах:

- текущая контрольная работа для анализа усвоения материала предыдущей лекции;
- опрос.

6.2 Рубежный и промежуточный контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

Промежуточный контроль освоения дисциплинарных частей компетенций проводится по окончании модулей дисциплины в следующих формах:

- контрольная работа (модуль 2, 3, 4).
- защита лабораторных работ (модуль 2, 3).

6.3 Итоговый контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций**1) Зачёт**

Не предусмотрен.

2) Экзамен

Экзамен по дисциплине проводится устно по билетам. Билет содержит два теоретических вопроса и практическое задание.

Фонды оценочных средств, включающие типовые задания для лабораторных работ и практических занятий, вопросы к контрольным работам, вопросы и практические задания к экзамену, позволяющие оценить результаты освоения данной дисциплины, входят в состав РПД в виде приложения.

6.4 Виды текущего, промежуточного и итогового контроля освоения элементов и частей компетенций

Таблица 6.1 - Виды контроля освоения элементов и частей компетенций

Контролируемые результаты освоения дисциплины (ЗУВы)	Вид контроля				
	ТК	ПК	ПЗ	ЛР	Экзамен
В результате освоения дисциплины студент Знает:					
классификацию моделей систем и процессов, их виды и виды моделирования;	+	+			+
принципы и методологию функционального, имитационного и математического моделирования систем и процессов, методы построения моделирующих алгоритмов;	+	+			+
методы построения математических моделей, их упрощения, технические и программные средства моделирования;	+	+			+
Умеет:					
реализовывать простые алгоритмы имитационного моделирования;			+		+
использовать основные методы построения математических моделей процессов, систем, их элементов и систем управления;			+		+
работать с каким-либо из основных типов программных систем, предназначенных для математического и имитационного моделирования;			+		+
Владеет:					
навыками работы с программной системой для математического и имитационного моделирования				+	+

Примечание:

ТК – текущий контроль в форме контрольной работы по теме (оценка знаний);

ПК – промежуточная контрольная работа по модулю (оценка знаний);

ПЗ – выполнение практических заданий (оценка умений)

ЛР – выполнение лабораторных работ с подготовкой отчёта (оценка навыков).

[illegible]

8 Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

8.1 Карта обеспеченности дисциплины учебно-методической литературой

Б1.В.01 Моделирование систем и процессов (индекс и полное название дисциплины)	Блок 1. Дисциплины (модули) (цикл дисциплины) ☐ базовая часть цикла ☒ вариативная часть цикла ☒ обязательная ☐ по выбору студента
15.03.04 (код направления подготовки / специальности)	Автоматизация технологических процессов и производств / Автоматизация химико-технологических процессов (полное название направления подготовки / специальности)
АТПП/АХТП (аббревиатура направления / специальности)	Уровень подготовки: ☐ специалист ☒ бакалавр ☐ магистр Форма обучения: ☒ очная ☐ заочная ☐ очно-заочная
2016 (год утверждения учебного плана ООП)	Семестр(-ы): <u>6</u> Количество групп: <u>1</u> Количество студентов: <u>20</u>
Островский Александр Сергеевич (фамилия, инициалы преподавателя) химико-технологический (факультет) автоматизации технологических процессов и производств (кафедра)	доцент (должность) 220-48-23 (контактная информация)

Карта книго-
 обеспеченности
 в библиотеку сдана

8.2. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1	2	3
1 Основная литература		
1	Математическое моделирование химико-технологических процессов: учебное пособие / А. М. Гумеров .— 2-е изд., перераб .— Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2014 .— 176 с., 9,24 усл. печ. л. : ил. — (Учебники для вузов, Специальная литература) .— Библиогр.: с. 175.	11 + ЭБС Лань
2	Моделирование химико-технологических процессов как объектов управления: учебно-исследовательский практикум: учеб.-метод. пособие / А.С. Островский, А.Г. Шумихин. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2008. – 47 с.	50 + ЭБ ПНИПУ
2 Дополнительная литература		
2.1 Учебные и научные издания		
1	Математическое моделирование и оптимизация химико-технологических процессов: практическое руководство / В.А. Холоднов [и др.]. – СПб.: Профессионал, 2003. – 478 с.	15
2	Кафров В.В. Математическое моделирование основных процессов химических производств / В.В. Кафarov, М.Б. Глебов. – М.: Высшая школа, 1991. – 384 с.	14
3	Кафarov В.В. Анализ и синтез химико-технологических систем: учебник для вузов / В.В. Кафarov, В.П. Мешалкин. – М.: Химия, 1991. – 432 с.	53
4	Гультяев А.К. Matlab 5.3. Имитационное моделирование в среде Windows: практическое пособие / А.К. Гультяев. – СПб.: КОРОНА-принт, 2001. – 400 с.	18
2.2 Периодические издания		
1	Теоретические основы химической технологии : журнал / Российская академия наук. Отделение химии и науки о минералах .— Москва : Наука, 1967. — В вузах: ПНИПУ 1996-2015.	
2.3 Нормативно-технические издания		
	Не предусмотрены	
2.4 Официальные издания		
	Не предусмотрены	
2.5 Электронные ресурсы		
1	Лань [Электронный ресурс : электрон.-библ. система : полнотекстовая база данных электрон. документов по гуманитар., естеств., и техн. наукам] / Изд-во «Лань». – Санкт-Петербург: Лань, 2010. – Режим доступа: http://e.lanbook.com/ . – Загл. с экрана.	
2	Электронная библиотека Научной библиотеки Пермского национального исследовательского политехнического университета [Электронный ресурс : полнотекстовая база данных электрон. документов изданных в Изд-ве ПНИПУ]. – Электрон. дан. (1 912 записей). – Пермь, 2014- . – Режим доступа: http://elib.pstu.ru/ . – Загл. с экрана.	

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

8.3.1 Перечень программного обеспечения, в том числе компьютерные обучающие и контролирующие программы

Таблица 8.1 – Программы, используемые для обучения и контроля

№ п.п.	Вид учебного занятия	Наименование программного продукта	Рег. номер	Назначение
1	2	3	4	5
1	ЛЗ	MATLAB, MathCad, Windows 7, Turbo Pascal, C++, MS Office, программы PR&CO&RK (разработка кафедры), LinReg (разработка кафедры) и др.		Выполнение лабораторных работ

8.4 Аудио- и видео-пособия

Не предусмотрены.

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

9.1 Специализированные лаборатории и классы

Таблица 9.1 – Специализированные лаборатории и классы

№ п.п.	Помещения			Площадь, м ²	Количество посадочных мест
	Название	Принадлежность (кафедра)	Номер аудитории		
1	2	3	4	5	6
1	Компьютерный класс	Каф. АТП	308а	36	8
	Компьютерный класс	Каф. АТП	308б	36	8

9.2 Основное учебное оборудование

Таблица 9.2 – Учебное оборудование

№ п.п.	Наименование и марка оборудования (стенда, макета, плаката)	Кол-во, ед.	Форма приобретения / владения (собственность, оперативное управление, аренда и т.п.)	Номер аудитории
1	2	3	4	5
1	Компьютеры типа Pentium IV с ЖК мониторами, каждый, локальной сетью с выходом в Internet, лицензионным программным обеспечением.	16 (+4 резерв)	Оперативное управление	308а, 308б
2	Мультимедийное оборудование (проектор и экран)	2 (компл.)	Оперативное управление	308а, 308б

Лист регистрации изменений

№ п.п.	Содержание изменения	Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой
1	2	3
1		
2		
3		
4		