

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Новомосковский институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего
образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева»

И.о. директора НИ (ф) РХТУ им. Д.И. Менделеева

УТВЕРЖДАЮ

Земляков Ю.Д.

2017 г.



Рабочая программа дисциплины

Моделирование систем и процессов

Уровень высшего образования Бакалавриат

Направление подготовки 15.03.04

«Автоматизация технологических процессов и производств»

Направленность (профиль) подготовки «Автоматизация технологических процессов и производств»

Квалификация выпускника Бакалавр

(бакалавр, магистр, дипломированный специалист)

Форма обучения очная

(очная, очно-заочная и др.)

г. Новомосковск – 2017г.

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств» направленность «Автоматизация технологических процессов и производств», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 12 марта 2015 г. № 200.

Разработчик (ки):

НИ РХТУ
(место работы)

к.т.н, доцент

(подпись)

/Лопатин А.Г./

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
Автоматизация производственных процессов

Протокол № 1 от 31.08 2017

Зав.кафедрой,

д.т.н, профессор

(подпись)

/Вент Д.П./

Эксперт:

АО "НАК "Азот"
(место работы)

Ведущий инженер ЦЦРТО КИП и А

(подпись)

/Поморцева Л.В./

Рабочая программа согласована с деканом факультета Кибернетика

Декан факультета, к.т.н., доцент

(подпись)

/Маслова Н.В./

« 31 » 08 2017г

Рабочая программа согласована с учебно-методическим управлением НИ РХТУ

Руководитель, д.х.н., профессор

(подпись)

/Кизим Н.Ф./

« 31 » 08 2017г

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Нормативные документы, используемые при разработке основной образовательной программы

Нормативную правовую базу разработки рабочей программы дисциплины составляют:

Федеральный закон от 29 декабря 2012 года № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (с учетом дополнений и изменений);

«Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования — программам бакалавриата, программам специализации, программам магистратуры», утвержденный приказом Министерства образования и науки РФ от 05.04.2017 N 301;

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования (ФГОС ВО) (ФГОС-3+) по направлению подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 12.03.2015 г. N 200 (Зарегистрировано в Минюсте России 27.03.2015 г. N 36578) (далее – стандарт);

Нормативно-методические документы Минобрнауки России;

Устав ФГБОУ ВО РХТУ им. Д.И. Менделеева;

Положение о Новомосковском институте (филиале) РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Локальные акты Новомосковского института (филиала) РХТУ им. Д.И. Менделеева (далее Институт).

Область применения программы

Программа дисциплины является частью основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств, направленность (профиль) Автоматизация технологических процессов и производств, соответствующей требованиям ФГОС ВО 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств, утвержденной приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 12.03.2015 г. N 200 (Зарегистрировано в Минюсте России 27.03.2015 г. N 36578).

2. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является обеспечение базовой подготовки студентов в области математического моделирования химико-технологических процессов и систем.

Задачи преподавания дисциплины:

- приобретение знаний о принципах и методах функционального, имитационного и математического моделирования систем и процессов методы построения моделирующих алгоритмов;
- приобретение знаний о методах построения математических моделей, их упрощения; технические и программные средства моделирования;
- формирование и развитие умений использовать основные методы построения математических моделей процессов, систем, их элементов и систем управления;
- формирование и развитие умений планировать модельный эксперимент и обрабатывать его результаты на персональном компьютере;
- приобретение и формирование навыков работы с программной системой для математического и имитационного моделирования;
- приобретение и формирование навыков оценки точности и достоверности результатов моделирования.

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина Моделирование систем и процессов относится к базовой части блока 1 Дисциплины (модули). Является обязательной для освоения в 6 семестре, на 3 курсе.

Дисциплина базируется на курсах циклов естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин: Высшая математика, Технологические процессы автоматизированных производств, Теория автоматического управления.

4. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ ДОСТИЖЕНИЕ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих профессиональных компетенций:

Код компетенции	Содержание компетенции (результаты освоения ОПОП)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОК-5	способностью к самоорганизации и самообразованию	Знать: - содержание процессов самоорганизации и самообразования, их особенностей и технологий реализации, исходя из целей совершенствования профессиональной деятельности Уметь: - самостоятельно строить процесс овладения информацией, отобранной и структурированной для выполнения профессиональной деятельности. Владеть: - навыками самостоятельной работы с образовательными ресурсами
ПК-19	способностью 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	Знать: - принципы и методы функционального, имитационного и математического моделирования систем и процессов методы построения моделирующих алгоритмов Уметь: - использовать основные методы построения математических моделей процессов, систем, их элементов и систем управления Владеть: - навыками работы с программной системой для математического и имитационного моделирования
ПК-20	способностью проводить эксперименты по	Знать:

	заданным методикам с обработкой и анализом их результатов, составлять описания выполненных исследований и подготавливать данные для разработки научных обзоров и публикаций	- методы построения математических моделей, их упрощения; технические и программные средства моделирования Уметь: - планировать модельный эксперимент и обрабатывать его результаты на персональном компьютере Владеть: - навыками оценки точности и достоверности результатов моделирования
--	---	--

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет **216** час или **6** зачетных единиц (з.е). 1 з.е. равна 27 астрономическим часам или 36 академическим часам (п.16 Положения «Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета в Новомосковском институте (филиале) ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева» от 31.08.2017).

Вид учебной работы	Всего ак.час.	Семестры ак.час
		6
Контактная работа обучающихся с педагогическими работниками (всего)	89,3	89,3
Контактная работа аудиторная	88	88
В том числе:		
Лекции	34	34
Практические занятия (ПЗ)	36	36
Лабораторные работы (ЛР)	18	18
Вид аттестации (экзамен)	0,3	0,3
Консультации перед экзаменом	1	1
Самостоятельная работа (всего)	91	91
Контактная самостоятельная работа (групповые консультации и индивидуальная работа обучающихся с педагогическим работником)	6	6
В том числе СР		
Курсовая работа	40	40
Проработка лекционного материала	15	15
Подготовка к лабораторным занятиям	15	15
Подготовка к практическим занятиям	15	15
Подготовка к экзамену	35,7	35,7
Общая трудоемкость час. з.е.	216 6	216 6

5.2. Разделы (модули) дисциплины, виды занятий и формируемые компетенции

№ разд ела/т емы	Наименование темы (раздела) дисциплины	Лекции и час.	Занятия семинарского типа		СРС* час.		Всего час.	Формы текущего контроля **	Код формируе мой компетен ции
			Практ. заняти я час.	Лаб. заняти я час.					
1.	Тема 1 Общие сведения о математическом моделировании	2			5		7		ОК-5, ПК-19, ПК-20
2.	Тема 2 Физическое и математическое моделирование	2			5		7		ОК-5, ПК-19, ПК-20
3.	Тема 3 Классификация и виды моделей	2			5		7		ОК-5, ПК-19, ПК-20
4.	Тема 4 Построение математических моделей систем по данным пассивного эксперимента	4		4	5		13	yo	ОК-5, ПК-19, ПК-20
5.	Тема 5 Построение математических моделей по данным активного эксперимента	4		4	5		13	yo	ОК-5, ПК-19, ПК-20
6.	Тема 6 Нечеткие математические модели	4	8	6	6		24	yo	ОК-5, ПК-19, ПК-20
7.	Тема 7 Построение математических	4	4		5		13		ОК-5, ПК-19,

	моделей систем аналитическим методом								ПК-20
8.	Тема 8 Математическое моделирование тепловых процессов	4	8	4	5		21	yo	ОК-5, ПК-19, ПК-20
9.	Тема 9 Математическое моделирование массообменных процессов	4	8		5		17	yo	ОК-5, ПК-19, ПК-20
10.	Тема 10 Математическое моделирование реакционных процессов	4	8		5		17	yo	ОК-5, ПК-19, ПК-20
11.	Курсовая работа				40		40		ОК-5, ПК-19, ПК-20
12.	Консультация перед экзаменом					1	1		ОК-5, ПК-19, ПК-20
13.	Вид аттестации (экзамен)					0,3	0,3		ОК-5, ПК-19, ПК-20
14.	Подготовка к экзамену					35,7	35,7		ОК-5, ПК-19, ПК-20
15.	Всего	34	36	18	91	37	216		ОК-5, ПК-19, ПК-20

* СРС – самостоятельная работа студента

** устный опрос (yo)

5.3. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1.	Общие сведения о математическом моделировании	Моделирование как метод познания объектов, процессов, явлений. Понятие системы.
2.	Физическое и математическое моделирование	Основные положения теории подобия. Этапы и методы математического моделирования. Цели и задачи исследования моделей систем. Структура математического описания систем.
3.	Классификация и виды моделей	Иконографические, символьные, нечеткие, семиотические, семантические. Примеры моделей систем. По свойствам объектов и режимам их функционирования
4.	Построение математических моделей систем по данным пассивного эксперимента	Регрессионный и корреляционный анализ. Идентификация параметров уравнений методом наименьших квадратов, установление адекватности.
5.	Построение математических моделей по данным активного эксперимента	Полный факторный эксперимент
6.	Нечеткие математические модели	Понятие лингвистических переменных и нечетких множеств, основные операции над лингвистическими переменными, нечеткие отношения (модели). Сферы применения нечетких моделей.
7.	Построение математических моделей систем аналитическим методом	Типовые модели структуры потоков в аппаратах. Понятие системы допущений.
8.	Математическое моделирование тепловых процессов	Модели <смешение-смешение>, <вытеснение-вытеснение>, <вытеснение-смешение>.
9.	Математическое моделирование массообменных процессов	Модели насадочного абсорбера и ректификационных колонн.
10.	Математическое моделирование реакционных процессов	Модели изотермического, адиабатического и политропического реакторов с различными гидродинамическими структурами потоков в реакторах.

5.4. Тематический план практических занятий

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость час.	Формы текущего контроля	Код формируемой компетенции
1.	6	Нечеткие математические модели	8	Решение задач	ОК-5, ПК-19, ПК-20
2.	7	Построение математических моделей систем аналитическим методом	4	Решение задач	ОК-5, ПК-19, ПК-20
3.	8	Математическое моделирование тепловых	8	Решение	ОК-5, ПК-19,

		процессов		задач	ПК-20
4.	9	Математическое моделирование массообменных процессов	8	Решение задач	ОК-5, ПК-19, ПК-20
5.	10	Математическое моделирование реакционных процессов	8	Решение задач	ОК-5, ПК-19, ПК-20

5.5. Тематический план лабораторных работ

Лабораторный практикум включает выполнение 4 лабораторных работ семестре.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость час.	Форма контроля	Код формируемой компетенции
1.	4	Определение функциональной зависимости и ее исследование методом регрессионного анализа.	4	Отчет. «Защита»	ОК-5, ПК-19, ПК-20
2.	5	Построение математической модели и ее исследование при помощи планирования эксперимента.	4	Отчет. «Защита»	ОК-5, ПК-19, ПК-20
3.	6	Построение и исследование нечеткой математической модели.	4	Отчет. «Защита»	ОК-5, ПК-19, ПК-20
4.	8	Расчет и исследование нестационарных и стационарных режимов проточного реактора полного перемешивания	4	Отчет. «Защита»	ОК-5, ПК-19, ПК-20

5.6. Курсовые работы

Самостоятельная работа	Тематика курсовых проектов (работ), расчетно-графических работ, рефератов и др.	Код формируемой компетенции
Курсовая работа	Математическое моделирование объектов химической технологии	ОК-5, ПК-19, ПК-20
Подготовка к практическим занятиям	Определена тематикой практических занятий	ОК-5, ПК-19, ПК-20
Подготовка к лабораторным работам	Определена тематикой лабораторных занятий	ОК-5, ПК-19, ПК-20

5.7. Внеаудиторная СРС

Внеаудиторная СРС направлена на поиск информации в ЭОС и ее использовании, для закрепления приобретенных знаний и умений для формирования навыков.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Текущий контроль успеваемости, обеспечивающий оценивание хода освоения дисциплины

Для оценивания результатов обучения в виде **знаний** текущий контроль организуется в форме краткого опроса обучающихся (фронтальная беседа) по важнейшим вопросам пройденной темы с целью установления связи нового материала с ранее изученным.

Для оценивания результатов обучения в виде **умений и навыков** (владений) текущий контроль организуется в форме проверки подготовки необходимых данных для расчета одного или нескольких параметров, определяемых в лабораторных работах, но в условиях отличных от заданных ранее;

Отдельно оцениваются личностные качества студента (аккуратность, исполнительность, инициативность) – работа у доски, отчетов к лабораторным работам.

Критерии для оценивания устного опроса

Оценка «отлично» выставляется в случае, если студент свободно оперирует приобретенными знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

Оценка «хорошо» выставляется в случае, если студент оперирует приобретенными знаниями, умениями, применяет их в стандартных ситуациях, но допускает незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

Оценка «удовлетворительно» выставляется в случае, если студент допускает существенные ошибки, проявляет отсутствие знаний, умений, по отдельным темам (не более 33%), испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется в случае, если студент демонстрирует полное отсутствие или явную недостаточность (менее 33%) знаний, умений в соответствии с планируемыми результатами обучения.

Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация обучающихся – оценивание окончательных результатов обучения по дисциплине, осуществляется в форме экзамена.

Результаты текущей и промежуточной аттестации каждого обучающегося по дисциплине фиксируются в электронной информационно-образовательной среде Института в соответствии с требованиями Положения об электронной информационно-образовательной среде Новомосковского института (филиала) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева».

6.1 Система оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок

Описание показателей и критериев оценивания сформированности части компетенции по дисциплине

Перечень компетенций	Этапы формирования компетенций	Показатели оценивания	Критерии оценивания
способностью к самоорганизации и самообразованию (ОК-5)	Формирование знаний	Сформированность знаний (полнота, глубина, осознанность)	Знать: - содержание процессов самоорганизации и самообразования, их особенностей и технологий реализации, исходя из целей совершенствования профессиональной

			деятельности
	Формирование умений	Сформированность умений (прочность, последовательность, правильность, результативность, рефлексивность)	Уметь: - самостоятельно строить процесс овладения информацией, отобранной и структурированной для выполнения профессиональной деятельности.
	Формирование навыков и (или) опыта деятельности	Сформированность навыков и (или) опыта деятельности (качественность, скорость, автоматизм, редуцированность действий)	Владеть: - навыками самостоятельной работы с образовательными ресурсами
способностью 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 (ПК-19)	Формирование знаний	Сформированность знаний (полнота, глубина, осознанность)	Знать: - принципы и методы функционального, имитационного и математического моделирования систем и процессов методы построения моделирующих алгоритмов
	Формирование умений	Сформированность умений (прочность, последовательность, правильность, результативность, рефлексивность)	Уметь: - использовать основные методы построения математических моделей процессов, систем, их элементов и систем управления
	Формирование навыков и (или) опыта деятельности	Сформированность навыков и (или) опыта деятельности (качественность, скорость, автоматизм, редуцированность действий)	Владеть: - навыками работы с программной системой для математического и имитационного моделирования
способностью проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом их результатов, составлять описания выполненных исследований и подготавливать данные для разработки научных обзоров и публикаций (ПК-20)	Формирование знаний	Сформированность знаний (полнота, глубина, осознанность)	Знать: - методы построения математических моделей, их упрощения; технические и программные средства моделирования
	Формирование умений	Сформированность умений (прочность, последовательность, правильность, результативность, рефлексивность)	Уметь: - планировать модельный эксперимент и обрабатывать его результаты на персональном компьютере
	Формирование навыков и (или) опыта деятельности	Сформированность навыков и (или) опыта деятельности (качественность, скорость, автоматизм, редуцированность действий)	Владеть: - навыками оценки точности и достоверности результатов моделирования

6.2. Цель контроля, вид контроля и условия достижения цели контроля

Цель контроля	Постановка задания	Вид контроля	Условие достижения цели контроля
Выявление уровня знаний, умений, овладения навыками по дисциплине	Задания ставятся в соответствии с алгоритмом действий, лежащих в основе знаний, умения, овладения навыками	Текущий Оценивание окончательных результатов изучения дисциплины, обеспечивающие достижение планируемых результатов	Цель контроля может быть достигнута только в ходе выполнения и защиты обучающимися лабораторных работ, решением задач на практических занятиях.

Пример задания для оценки уровня сформированности части компетенции по дисциплине

6.3. Шкала оценки и критерии уровня сформированности компетенций по дисциплине при текущей аттестации

Компетенция	Показатели текущего контроля	Уровень сформированности компетенции		
		высокий	пороговый	не сформирована
– способностью к самоорганизации и самообразованию (ОК-5); – способностью 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 (ПК-19); - способностью проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом их результатов, составлять описания выполненных исследований и подготавливать данные для разработки научных обзоров и публикаций (ПК-20);	выполнение контрольных работ	в полном объеме с оценкой* «отлично» или «хорошо».	в полном объеме с оценкой «удовлетворительно»	не выполнены в полном объеме ко времени контроля
	выполнение и защита лабораторных работ	с оценкой «отлично» или «хорошо».	с оценкой «удовлетворительно»	с оценкой «неудовлетворительно»
	уровень использования дополнительной литературы	использует самостоятельно	по указанию преподавателя	с помощью преподавателя

Критерии оценивания

Оценка «отлично» выставляется в случае, если студент демонстрирует полное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, оперирует приобретенными знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

Оценка «хорошо» выставляется в случае, если студент демонстрирует частичное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

Оценка «удовлетворительно» выставляется в случае, если студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям: в ходе контрольных мероприятий студент показывает владение менее 50% приведенных показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется в случае, если студент демонстрирует полное отсутствие или явную недостаточность (менее 33%) знаний, умений, навыков в соответствии с планируемыми результатами обучения.

6.4. Шкала оценивания уровня сформированности компетенций при промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Компетенция	Показатели оценки и результаты освоения РП	Уровень формирования компетенции			
		высокий		пороговый	не освоена
		оценка «5»	оценка «4»	оценка «3»	оценка «2»
Компетенция	1. Уровень усвоения материала, предусмотренного программой.	Демонстрирует полное понимание проблемы.	Демонстрирует частичное понимание проблемы.	Демонстрирует частичное понимание проблемы.	Демонстрирует небольшое понимание проблемы.
	2. Уровень выполнения заданий, предусмотренных программой.	Речь грамотная, изложение уверенное, аргументированное.	Большинство о требований, предъявляемых к заданию.	В основном требования, предъявляемые к заданию, выполнены.	Многие требования, предъявляемые к заданию не выполнены.
	3. Уровень изложения (культура речи, аргументированность, уверенность).	Все требования,	выполнены.		
	4. Уровень использования				

	<p>справочной литературы.</p> <p>5. Уровень раскрытия причинно-следственных связей.</p> <p>6. Ответы на вопросы: полнота, аргументированность, убежденность.</p> <p>7. Ответственное отношение к работе, стремление к достижению высоких результатов, готовность к дискуссии.</p>	предъявляемые к заданию выполнены			
<p>– способностью к самоорганизации и самообразованию (ОК-5)</p> <p>– способностью 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 (ПК-19);</p> <p>- способностью проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом их результатов, составлять описания выполненных исследований и подготавливать данные для разработки научных обзоров и публикаций (ПК-20);</p>	<p>Студент должен:</p> <p>Знать:</p> <p>- содержание процессов самоорганизации и самообразования, их особенностей и технологий реализации, исходя из целей совершенствования профессиональной деятельности</p> <p>- принципы и методы функционального, имитационного и математического моделирования систем и процессов</p> <p>методы построения моделирующих алгоритмов;</p> <p>- методы построения математических моделей, их упрощения;</p> <p>технические и программные средства моделирования.</p>	Полные ответы на все теоретические вопросы билета.	Ответы по существу на все теоретические вопросы билета.	Ответы по существу на все теоретические вопросы билета, пробелы в знаниях не носят существенно го характера	Ответы менее чем на половину теоретических вопросов билета.
<p>– способностью к самоорганизации и самообразованию (ОК-5)</p> <p>– способностью 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 (ПК-19);</p> <p>- способностью проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом их результатов, составлять описания выполненных исследований и подготавливать данные для</p>	<p>Студент должен:</p> <p>Уметь:</p> <p>- самостоятельно строить процесс овладения информацией, отобранной и структурированной для выполнения профессиональной деятельности.</p> <p>- использовать основные методы построения математических моделей процессов, систем, их элементов и систем управления;</p> <p>- планировать модельный эксперимент и обрабатывать его результаты на персональном компьютере.</p>	Решение предложенных практически х заданий	Частичное решение предложенных практически х заданий	Частичное решение предложенных практически х заданий	Решение практически х заданий не предложено

разработки научных обзоров и публикаций (ПК-20);					
– способностью к самоорганизации и самообразованию (ОК-5) – способностью 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 (ПК-19); - способностью проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом их результатов, составлять описания выполненных исследований и подготавливать данные для разработки научных обзоров и публикаций (ПК-20);	Студент должен: Владеть: - навыками самостоятельной работы с образовательными ресурсами - навыками работы с программной системой для математического и имитационного моделирования; - навыками оценки точности и достоверности результатов моделирования.	Необходимы е практически е навыки работы с освоенным материалом сформированы в полном объеме	Необходимы е практически е навыки работы с освоенным материалом сформированы частично в большем объеме	Необходимы е практически е навыки работы с освоенным материалом сформированы частично	Необходимы е практически е навыки работы с освоенным материалом сформированы

6.5. Оценочные материалы для текущего контроля

6.5.1 Вопросы к лабораторным работам

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1

1. Дать определение генеральной совокупности и выборки?
2. Что такое корреляционный анализ?
3. Что такое эмпирическая линия регрессии?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2

1. Что называется ПФЭ?
2. Как выбираются факторы планирования, их основные (базовые) уровни и интервалы варьирования?
3. Порядок проведения эксперимента методом ПФЭ.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3

1. Дайте определение нечёткого множества.
2. Дайте определение лингвистической переменной, что такое терм, приведите примеры.
3. Нарисуйте график ФП $\mu_i(x) = \exp(4 - |x - m|)$, соответствующей терму «нормальная температура человеческого тела» $m = 36,6^\circ\text{C}$.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4

1. Дайте определение математической модели.
 2. Основные стадии математического моделирования.
 3. Основные группы уравнений, входящие в математическое описание процесса.
- Полный перечень вопросов по лабораторным работам приведен в приложении 2

Форма промежуточной аттестации - экзамен, форма билета:

«Утверждаю»

Зав. кафедрой

_____/ Фамилия И.О./

Министерство образования и науки РФ
Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева

Новомосковский институт (филиал)

Направление подготовки бакалавров 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Направленность Автоматизация технологических процессов и производств

Кафедра Автоматизация производственных процессов

Моделирование систем и процессов

Предмет

Билет №1

1. Классификация моделей по свойствам объектов и режимам функционирования. (Примеры)
2. Математическое описание теплообменных аппаратов (модель типа "вытеснение-вытеснение")
3. Задача

Лектор, доцент _____ (Фамилия И.О.)

Полный перечень вопросов приведен в приложении 3

Критерии оценивания и шкала оценок по заданиям билета

Оценка «отлично» выставляется в случае, если студент отвечает на все задания билета, свободно оперирует приобретенными знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

Оценка «хорошо» выставляется в случае, если студент оперирует приобретенными знаниями, умениями, применяет их в стандартных ситуациях, но допускает незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

Оценка «удовлетворительно» выставляется в случае, если студент допускает существенные ошибки, проявляет отсутствие знаний, умений, по отдельным темам (не более 33%), испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется в случае, если студент демонстрирует полное отсутствие или явную недостаточность (менее 33%) знаний, умений в соответствии с планируемыми результатами обучения.

Вопросы для устного опроса

Построение математических моделей систем по данным пассивного эксперимента

1. Что такое регрессионный анализ?
2. Что такое корреляционный анализ?
3. Что характеризует коэффициент корреляции?

Построение математических моделей по данным активного эксперимента

1. Что такое факторное пространство?
2. Порядок получения математической модели методом полного факторного эксперимента.
3. Алгоритм получения математической модели методом наименьших квадратов.

Нечеткие математические модели

1. Основные виды функций принадлежности.
2. Логические операции над нечеткими множествами.
3. Алгебраические операции над нечеткими множествами.

Математическое моделирование тепловых процессов

1. Какие допущения принимаются при построении математических моделей тепловых процессов.
2. Что такое блочный принцип построения математических моделей?
3. Приведите примеры тепловых объектов.

Математическое моделирование массообменных процессов

1. Определение и назначение основных массообменных процессов.
2. Какие типовые модели используются для построения математических описания массообменных процессов.
3. Основное уравнение массопередачи.

Математическое моделирование реакционных процессов

1. Температурные режимы реакторов. Адиабатические реакторы.
2. Температурные режимы реакторов. Изотермические реакторы.
3. Температурные режимы реакторов. Политермические реакторы.

7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Организация образовательного процесса регламентируется учебным планом и расписанием учебных занятий. Язык обучения (преподавания) – русский. Для всех видов аудиторных занятий «час» устанавливается продолжительностью 45 минут. Зачетная единица составляет 36 академических часов. Через каждые 45 мин контактной работы делается перерыв продолжительностью 5 мин, а после двух часов контактной работы делается перерыв продолжительностью 10 мин.

Сетевая форма реализации программы дисциплины не используется.

Обучающийся имеет право на зачет результатов обучения по дисциплине, если она освоена им при получении среднего профессионального образования и (или) высшего образования, а также дополнительного образования (при наличии) (далее - зачет результатов обучения). Зачтенные результаты обучения учитываются в качестве результатов промежуточной аттестации. Зачет результатов обучения осуществляется в порядке и формах, установленных локальным актом НИ РХТУ.

7.1. Образовательные технологии

Учебный процесс при преподавании дисциплины основывается на использовании традиционных, инновационных и информационных образовательных технологий. Традиционные образовательные технологии представлены лекциями и семинарскими (практическими) занятиями. Инновационные образовательные технологии используются в виде применения активных и интерактивных форм проведения занятий. Информационные образовательные технологии реализуются путем активизации самостоятельной работы студентов в информационной образовательной среде. При проведении учебных занятий обеспечивается развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств в том числе с учетом региональных особенностей профессиональной деятельности выпускников и потребностей работодателей).

7.2. Лекции

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов содержания дисциплины.

На первой лекции лектор обязан предупредить студентов, применительно к какому базовому учебнику (учебникам, учебным пособиям) будет прочитан курс.

Лекционный курс обеспечивает более глубокое понимание учебных вопросов при значительно меньшей затрате времени, чем это требуется среднестатистическому студенту на самостоятельное изучение материала.

7.3. Занятия семинарского типа

Семинарские (практические) занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, направлены на отработку навыков, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы дисциплины.

Основной формой проведения семинаров и практических занятий является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также решение задач и разбор примеров и ситуаций при контактной работе. В обязанности преподавателя входят: оказание методической помощи и консультирование студентов по соответствующим темам курса, ответы на вопросы, управление процессом решения задач.

Активность на практических занятиях оценивается по следующим критериям:

- ответы на вопросы, предлагаемые преподавателем;
- участие в дискуссиях;
- выполнение заданий (решение задач);

Доклады и оппонирование докладов проверяют степень владения теоретическим материалом, а также корректность и строгость рассуждений.

Оценивание практических заданий входит в оценку.

7.4. Лабораторные работы

Лабораторный практикум начинается с ознакомления с техникой безопасности.

По каждой лабораторной работе студент оформляет письменный отчет. Текущий контроль на лабораторных работах проводится в виде устных опросов – «защита» по итогам лабораторных работ. Оценивается ход лабораторных работ, достигнутые результаты, качество оформление отчета, своевременность сдачи.

7.5. Самостоятельная работа студента

Для успешного усвоения дисциплины необходимо не только посещать аудиторные занятия, но и вести активную самостоятельную работу. При самостоятельной проработке курса обучающиеся должны:

- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- изучить рекомендованную основную и дополнительную литературу, составлять тезисы, аннотации и конспекты наиболее важных моментов;
- использовать для самопроверки материала оценочные средства.
- Индивидуальное задание оценивается по следующим критериям:
- правильность выполнения задания;
- аккуратность в оформлении работы;
- использование специальной литературы;
- своевременная сдача выполненного задания (указывается преподавателем).

7.6. Методические рекомендации для преподавателей

Основные принципы обучения

1. Цель обучения – развить мышление, выработать мировоззрение; познакомить с идеями и методами науки; научить применять принципы и законы для решения простых и нестандартных задач.

2. Обучение должно органически сочетаться с воспитанием. Нужно развивать в студентах волевые качества и трудолюбие. Ненавязчиво, к месту прививать элементы культуры поведения. В частности, преподаватель должен личным примером воспитывать в студентах пунктуальность и уважение к чужому времени.

3. Обучение должно быть не пассивным (сообщим студентам некоторый объем информации, расскажем, как решаются те или иные задачи), а активным. Нужно строить обучение так, чтобы в овладении материалом основную роль играла память логическая, а не формальная. Запоминание должно достигаться через глубокое понимание.

4. Одно из важнейших условий успешного обучения – умение организовать работу студентов.

5. Отношение преподавателя к студентам должно носить характер доброжелательной требовательности. Для стимулирования работы студентов нужно использовать поощрение, одобрение, похвалу, но не порицание (порицание может применяться лишь как исключение). Преподаватель должен быть для студентов доступным.

6. Необходим регулярный контроль работы студентов. Правильно поставленный, он помогает им организовать систематические занятия, а преподавателю достичь высоких результатов в обучении.

7. Важнейшей задачей преподавателей, ведущих занятия по дисциплине, является выработка у студентов осознания необходимости и полезности знания дисциплины как теоретической и практической основы для изучения профильных дисциплин.

8. С целью более эффективного усвоения студентами материала данной дисциплины рекомендуется при проведении лекционных, практических и лабораторных занятий использовать современные технические средства обучения, а именно презентации лекций, наглядные пособия в виде структурных схем,

9. Для более глубокого изучения предмета и подготовки ряда вопросов (тем) для самостоятельного изучения по разделам дисциплины преподаватель предоставляет студентам необходимую информацию о использовании учебно-методического обеспечения: учебниках, учебных пособиях, сборниках примеров и задач и описание лабораторных работ, наличии Интернет-ресурсов.

При текущем контроле рекомендуется использовать контрольные работы.

10. Цель лекции – формирование у студентов ориентировочной основы для последующего усвоения материала методом самостоятельной работы. Содержание лекции должно отвечать следующим дидактическим требованиям:

- изложение материала от простого к сложному, от известного к неизвестному;
- логичность, четкость и ясность в изложении материала;
- возможность проблемного изложения, дискуссии, диалога с целью активизации деятельности студентов;
- опора смысловой части лекции на подлинные факты, события, явления, статистические данные;
- тесная связь теоретических положений и выводов с практикой и будущей профессиональной деятельностью студентов.

Преподаватель, читающий лекционные курсы, должен знать существующие в педагогической практике варианты лекций, их дидактические и воспитывающие возможности, а также их место в структуре процесса обучения.

11. При проведении аттестации студентов важно всегда помнить, что систематичность, объективность, аргументированность – главные принципы, на которых основаны контроль и оценка знаний студентов. Знание критериев оценки знаний обязательно для преподавателя и студента.

Организация лабораторного практикума

Освоение студентом лабораторного практикума – необходимая составная часть работы студента при освоении дисциплины. Каждый студент должен выполнить по 4 лабораторные работы, указанных в календарном плане. Календарный план составляет лектор потока. График работ студент получает за неделю до начала лабораторного практикума.

Все студенты перед началом работы в лаборатории проходят инструктаж по технике безопасности. Каждый студент в специальном журнале ставит свою подпись о том, что он прослушал инструктаж по технике безопасности работы в лаборатории и обязуется выполнять все пункты инструктажа.

1. Студенты не допускаются к работе в лаборатории в верхней одежде.

2. Студент допускается к выполнению работы только после «допуска», т.е. проверки преподавателем готовности студента.

Готовность студента к выполнению лабораторной работы состоит в следующем:

а) подготовлена текущая работа, подготовка включает: название работы, теоретическое введение, рабочие формулы и формулы для расчета показателей; перечень заданий и таблицы для записи результатов измерений;

б) знание эксперимента и теории данной работы в рамках описания работы в методическом пособии, умение работать с моделирующей программой,

в) знание правил техники безопасности при работе с компьютерами.

3. Студент не допускается к выполнению работы, если:

- а) отсутствует протокол лабораторной работы
- б) студент не знает теории работы в рамках теоретического введения в практикуме и не представляет, что и каким методом он будет проводить расчеты;
- в) имеется более одной несданной ранее выполненной работы.

Однако до окончания лабораторного занятия студент, не получивший допуск, работает в лаборатории, устраняя допущенные недоработки.

4. Студентам, пропустившим занятия по уважительным причинам (имеется допуск из деканата), предоставляется возможность ее выполнения во время указанное ведущим преподавателем. Студентам, пропустившим занятия по неуважительным причинам, предоставляется возможность ее выполнения в зачетную неделю на «дублерском» занятии во время указанное ведущим преподавателем. Студенты, нуждающиеся в дополнительной подготовке, могут воспользоваться услугами Центра дополнительного образования и профессиональной подготовки.

5. В течение одного занятия допускается выполнение не более одной лабораторной работы.

6. Не допускается совместная работа более двух студентов за одним компьютером.

7. На титульном листе протокола должны быть указаны фамилия и инициалы студента, код учебной группы... На расчетных страницах должны обязательно присутствовать рабочие формулы с подстановкой результатов расчетов. На этих же страницах производится расчет значений. Оформление работы завершается написанием выводов.

8. Прием «защиты» по лабораторной работе заключается в проверке:

- а) результатов работы,
- б) достоверности расчетов и их соответствия данным,
- в) правильности построения графиков,
- г) оформления работы и выводов.

Выполненная работа отмечается в протоколе студента подписью преподавателя и простановкой даты. Работа считается зачетной, если на титульной странице, имеется 3 подписи преподавателя: за «допуск», «выполнение» и «защита» с указанием даты. После выполнения и защиты всех лабораторных работ преподаватель допускает студента к экзамену

Лабораторные работы, выполненные в течение семестра, принимает тот преподаватель, который проводил занятия с группой в течение семестра. В случае отсутствия по уважительной причине этого преподавателя на зачетной неделе, зачет по лаборатории принимает лектор. При отсутствии лектора – зав. кафедрой.

7.7. Методические указания для студентов

По подготовке к лекционным занятиям

Изучение дисциплины требует систематического и последовательного накопления теоретических знаний, следовательно, пропуски отдельных тем не позволяют глубоко освоить предмет. Студентам необходимо:

1. перед каждой лекцией просматривать рабочую программу дисциплины;
2. перед следующей лекцией необходимо просмотреть по конспекту материал предыдущей.

При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам. Если разобраться в материале не удалось, необходимо обратиться к лектору или к преподавателю на практических занятиях.

Общие сведения о математическом моделировании

1. Моделирование как метод научного познания
2. Основные понятия теории моделирования систем
3. Основные подходы к построению математических моделей систем

Физическое и математическое моделирование

1. Что называется физическим моделированием.
2. Основные критерии подобия.
3. Структура математического описания систем.

Классификация и виды моделей

1. Линейные / нелинейные модели.
2. Аналитические / имитационные модели.
3. Детерминированные / стохастические модели.

Построение математических моделей систем по данным пассивного эксперимента

1. Что такое регрессионный анализ?
2. Что такое корреляционный анализ?
3. Что характеризует коэффициент корреляции?

Построение математических моделей систем по данным активного эксперимента

1. Что такое факторное пространство?
2. Порядок получения математической модели методом полного факторного эксперимента.
3. Алгоритм получения математической модели методом наименьших квадратов.

Нечеткие математические модели

1. Основные виды функций принадлежности.
2. Логические операции над нечеткими множествами.
3. Алгебраические операции над нечеткими множествами.

Построение математических моделей систем аналитическим методом

1. Модель идеального смешения.
2. Модель идеального вытеснения
3. Комбинированные модели

Математическое моделирование тепловых процессов

1. Какие допущения принимаются при построении математических моделей тепловых процессов.
2. Что такое блочный принцип построения математических моделей?
3. Приведите примеры тепловых объектов.

Математическое моделирование массообменных процессов

1. Определение и назначение основных массообменных процессов.
2. Какие типовые модели используются для построения математических описания массообменных процессов.
3. Основное уравнение массопередачи.

Математическое моделирование реакционных процессов

1. Температурные режимы реакторов. Адиабатические реакторы.

2. Температурные режимы реакторов. Изотермические реакторы.
3. Температурные режимы реакторов. Политермические реакторы.

По подготовке к лабораторному практикуму

1. Освоение студентом лабораторного практикума – необходимая составная часть работы студента при освоении дисциплины. Каждый студент должен выполнить по 4 лабораторные работы, указанных в календарном плане. График работ студент получает за неделю до начала лабораторного практикума.

2. Каждый студент перед началом семестра получает полный комплект литературы - набор учебных пособий, в которых помещены описания лабораторных работ. Инструкции по лабораторным работам, отсутствующим в учебных пособиях, имеются в читальном зале библиотеке и в соответствующей лаборатории на кафедре, и каждый студент может получить ее во временное пользование. Описание каждой лабораторной работы содержит достаточно проработанное теоретическое введение, основные расчетные формулы, подробное описание моделирующих схем, сценарий проведения лабораторной работы, виды таблиц для внесения в них результатов расчетов, контрольные вопросы, дающие студенту возможность осуществить самоконтроль уровня своей подготовки к работе.

3. Студент допускается к выполнению работы только после «допуска», т.е. проверки преподавателем готовности студента. Готовность студента к выполнению лабораторной работы состоит в следующем:

а) в протоколе имеется описание текущей лабораторной работы: название работы, теоретическое введение, моделирующая схема, рабочие формулы и формулы для расчета параметров; перечень элементов схем; перечень заданий и таблицы для записи результатов измерений;

б) знание эксперимента и теории данной работы в рамках описания работы в практикуме и учебнике, умение работать с моделирующей программой;

в) знание правил техники безопасности при работе с компьютером

Студент не допускается к выполнению работы, если:

а) отсутствует протокол,

б) студент не знает теории работы в рамках теоретического введения в практикуме и не представляет, что и каким методом он будет измерять;

Однако до окончания лабораторного занятия студент, не получивший допуск, работает в лаборатории, устраняя допущенные недоработки.

4. Студентам, пропустившим занятия по уважительным причинам (имеется допуск из деканата), предоставляется возможность ее выполнения во время указанное ведущим преподавателем. Студентам, пропустившим занятия по неуважительным причинам, предоставляется возможность ее выполнения в зачетную неделю на «дублерском» занятии во время, указанное ведущим преподавателем.

5. Не допускается совместная работа 3-х и большего числа студентов за одним компьютером

6. На титульном листе лабораторного журнала должны быть указаны фамилия и инициалы студента, код учебной группы.

Оформление каждой работы начинается с новой страницы. При оформлении работы необходимо выделять страницы для расчетов. На расчетных страницах должны обязательно присутствовать рабочие формулы с подстановкой результатов расчетов. Оформление работы завершается написанием выводов.

Прием «защиты» по лабораторной работе заключается в проверке:

а) результатов работы,

б) достоверности расчетов,

в) правильности построения графиков,

г) оформления работы и выводов.

Работа считается зачтенной, если на странице, где начинается ее описание, имеется 3 подписи преподавателя: за «допуск», «выполнение» и «защиту» с указанием даты.

По работе с литературой

В рабочей программе дисциплины представлен список основной и дополнительной литературы – это учебники, учебно-методические пособия или указания. Дополнительная литература – учебники, монографии, сборники научных трудов, журнальные и газетные статьи, различные справочники, энциклопедии, Интернет-ресурсы.

Любая форма самостоятельной работы студента (подготовка к семинарскому занятию, докладу и т.п.) начинается с изучения соответствующей литературы как в библиотеке / электронно-библиотечной системе, так и дома. Изучение указанных источников расширяет границы понимания предмета дисциплины.

7.8. Методические рекомендации по обучению лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Профессорско-преподавательский состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.

Предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производится с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования).

Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной или электронной форме (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);

- в печатной форме или электронной форме с увеличенным шрифтом и контрастностью (для лиц с нарушениями слуха, речи, зрения);

- методом чтения ассистентом задания вслух (для лиц с нарушениями зрения).

Лабораторные работы выполняются методом вычислительного эксперимента.

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге или набором ответов на компьютере (для лиц с нарушениями слуха, речи);

- выбором ответа из возможных вариантов при тестировании с использованием услуг ассистента (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);

- устно (для лиц с нарушениями зрения, опорно-двигательного аппарата).

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) основная литература

Основная литература	Режим доступа	Обеспеченность
Клинов, А.В. Математическое моделирование химико-технологических процессов [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.В. Клинов, А.Г. Мухаметзянова. — Электрон. дан. — Казань : КНИТУ, 2009. — 144 с.	https://e.lanbook.com/book/13289	Да
Казиев В.М. Введение в анализ, синтез и моделирование систем [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.М. Казиев. — Электрон.дан. — Москва: , 2016. — 270 с.	https://e.lanbook.com/book/100674	Да
Петров А.В. Моделирование процессов и систем [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.В. Петров. — Электрон.дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2015. — 288 с.	https://e.lanbook.com/book/68472	Да

б) дополнительная литература

Дополнительная литература	Режим доступа	Обеспеченность
Афонин В.В. Моделирование систем [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.В. Афонин, С.А. Федосин. — Электрон.дан. — Москва: , 2016. — 269 с.	https://e.lanbook.com/book/100659	Да
Моделирование систем и процессов [Текст] : метод. указ., программа и контр. зад. / А. Г. Лопатин, П.А. Киреев, С.В. Лопатина. - Новомосковск : [б. и.], 2015. - 27 с. http://moodle.nirhtu.ru/mod/folder/view.php?id=5148	Библиотека НИ РХТУ, moodle	Да
Примеры и задачи по курсу "Математическое моделирование химико-технологических процессов" [Текст] : учеб. пособ. / Н. А. Самойлов. - 3-е изд., испр. и доп. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2013. - 168 с.	Библиотека НИ РХТУ	Да

8.2. Информационные и информационно-образовательные ресурсы

При освоении дисциплины студенты должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

Система поддержки учебных курсов НИ РХТУ. Кафедра Автоматизация производственных процессов / BMCC URL: <http://moodle.nirhtu.ru>

Библиотека Новомосковского института (филиала) Российского химико-технологического университета им. Д.И. Менделеева. URL: http://irbis.nirhtu.ru/ISAPI/irbis64r_opak72/cgiirbis_64.dll?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS

ЭБС «Издательство «Лань» (договор № 616/2016 от 26.09.2016г.) - <https://e.lanbook.com/>

Научная электронная библиотека «КиберЛенинка» - <https://cyberleninka.ru/>

Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - <https://elibrary.ru/>

Портал АСУТП.ру — популярный интернет-ресурс, который предназначен для профессионалов, работающих в сфере автоматизации производства - <http://asutp.ru/>

Профессиональные базы данных

База данных Scopus (сублицензированный договор № Scopus/130 от 08.08.2017г) - <https://www.scopus.com>

База данных Web of Science компании Clarivate Analytics (Scientific) LLC (сублицензионный договор № WoS/1035 от 01.04.2017г.) - <https://clarivate.com/>

Википедия — общедоступная многоязычная универсальная интернет-энциклопедия со свободным контентом. - ru.wikipedia.org

Служба, обеспечивающая с помощью веб-интерфейса, хранение, накопление, передачу и обработку материалов Пользователей, представленных в электронном виде в публичный доступ, с предоставлением в распоряжение последних уникальных аккаунтов, в которых хранятся материалы - <https://www.twirpx.com/>

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспеченные доступом в электронную информационно-образовательную среду Института, помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Приспособленность помещений для использования инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья
Лекционная аудитория (108 учебный корпус 1, Трудовые Резервы, 29)	Учебная мебель, доска. Презентационная техника: ноутбук, проектор, экран (постоянное место хранения: ауд.109а)	приспособлено (аудитория на первом этаже)

Аудитория для практических и лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, проведения текущего контроля и промежуточной аттестации (104 учебный корпус 1, Трудовые Резервы, 29)	Учебная мебель, доска. Шкаф автоматический управления для учебных целей (2шт) ПК Realm (4шт) Доступ в Интернет, к ЭБС, электронным образовательным и информационным ресурсам, базе данных электронного каталога НИ РХТУ, системе управления учебными курсами Moodle	приспособлено* для слабовидящих, слабослышащих и иных видов соматических заболеваний и лиц с ОВЗ
Аудитория для лиц с ограниченными возможностями и самостоятельной работы студентов (107 учебный корпус 1, Трудовые Резервы, 29)	Учебная мебель, доска ПК (2шт) Доступ в Интернет, к ЭБС, электронным образовательным и информационным ресурсам, базе данных электронного каталога НИ РХТУ, системе управления учебными курсами Moodle	приспособлено (аудитория на первом этаже, отсутствие порогов)

Технические средства обучения, служащие для предоставления учебной информации большой аудитории

Ноутбук с возможностью просмотра видеоматериалов и презентаций, с неограниченным доступом в Интернет, к ЭБС, электронным образовательным и информационным ресурсам, базе данных электронного каталога Института, системе управления учебными курсами Moodle, учебно-методическим материалам.

Проектор, экран.

Программное обеспечение

Операционная система (MSWindows XP распространяется под лицензией [TheNovomoskovskuniversity \(thebranch\) - EMDEPT-DreamSparkPremium](http://e5.onthefhub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897)http://e5.onthefhub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897. Номер учетной записи e5: 100039214

MS Word, Excel, PowerPoint из пакета MS Office 365 A1 бесплатная веб-версия Office <https://products.office.com/ru-ru/academic/compare-office-365-education-plans> для учащихся, преподавателей и сотрудников

Текстовый редактор (LibreOffice Writer) распространяется под лицензией LGPLv3

Табличный процессор (LibreOffice Calc) распространяется под лицензией LGPLv3

Архиватор 7zip (распространяется под лицензией GNU LGPL license)

Adobe Acrobat Reader - ПО [Acrobat Reader DC](https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html) и мобильное приложение Acrobat Reader являются бесплатными и доступны для корпоративного распространения (<https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html>).

Браузер Mozilla Firefox (распространяется под лицензией Mozilla Public License 2.0 (MPL))

Scicos (Scilab Connected Object Simulator) – составная часть пакета **Scilab** – пакет прикладных математических программ, предоставляющий открытое окружение для инженерных (технических) и научных расчётов ([CeCILL](http://www.scilab.org), ([свободная](http://www.gnu.org/licenses/old/licenses.html), совместимая с [GNU GPL](http://www.gnu.org/licenses/old/licenses.html) v2))

MathCadExpress 3.0 – ПО для инженерных математических расчетов. Бесплатно в течение неограниченного срока. (<https://www.ptc.com/ru/products/mathcad-express-free-download>)

Конфигуратор TPM101 (<https://www.owen.ru/soft>) (поставляется с оборудованием)

Конфигуратор TPM251 (<https://www.owen.ru/soft>) (поставляется с оборудованием)

SCADA система TRACE MODE бесплатная инструментальная система базовая линия <http://www.adastra.ru/products/overview/licence/>

Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине; раздаточный материал к разделам лекционного курса;

Электронные образовательные ресурсы: учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде; кафедральная библиотека электронных изданий

АННОТАЦИЯ
рабочей программы дисциплины
 Моделирование систем и процессов

1. Общая трудоемкость (з.е./ час): **6 / 216**. Контактная работа аудиторная 89,3 час., из них: лекционные 34 час, практические 36 час, лабораторные 18 час. Самостоятельная работа студента 91 час. Форма промежуточного контроля: экзамен. Дисциплина изучается на 3 курсе в 6 семестре.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина Моделирование систем и процессов относится к базовой части блока 1 Дисциплины (модули). Является обязательной для освоения в 6 семестре, на 3 курсе.

Дисциплина базируется на курсах циклов естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин: Высшая математика, Технологические процессы автоматизированных производств, Теория автоматического управления.

3. Цель и задачи изучения дисциплины

Целью освоения дисциплины является обеспечение базовой подготовки студентов в области математического моделирования химико-технологических процессов и систем.

Задачи преподавания дисциплины:

- приобретение знаний о принципах и методах функционального, имитационного и математического моделирования систем и процессов методы построения моделирующих алгоритмов;
- приобретение знаний о методах построения математических моделей, их упрощения; технические и программные средства моделирования;
- формирование и развитие умений использовать основные методы построения математических моделей процессов, систем, их элементов и систем управления;
- формирование и развитие умений планировать модельный эксперимент и обрабатывать его результаты на персональном компьютере;
- приобретение и формирование навыков работы с программной системой для математического и имитационного моделирования;
- приобретение и формирование навыков оценки точности и достоверности результатов моделирования.

4. Содержание дисциплины

Общие сведения о математическом моделировании. Физическое и математическое моделирование. Классификация и виды моделей. Построение математических моделей систем по данным пассивного эксперимента. Построение математических моделей по данным активного эксперимента. Нечеткие математические модели. Построение математических моделей систем аналитическим методом. Математическое моделирование тепловых процессов. Математическое моделирование массообменных процессов. Математическое моделирование реакционных процессов.

5. Планируемые результаты обучения по дисциплине, обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения образовательной программы

В результате освоения ОПОП бакалавриата обучающийся должен овладеть следующим результатом обучения по дисциплине:

Код компетенции	Содержание компетенции (результаты освоения ОПОП)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОК-5	способностью к самоорганизации и самообразованию	Знать: - содержание процессов самоорганизации и самообразования, их особенностей и технологий реализации, исходя из целей совершенствования профессиональной деятельности Уметь: - самостоятельно строить процесс овладения информацией, отобранной и структурированной для выполнения профессиональной деятельности. Владеть: - навыками самостоятельной работы с образовательными ресурсами
ПК-19	способностью 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	Знать: - принципы и методы функционального, имитационного и математического моделирования систем и процессов методы построения моделирующих алгоритмов Уметь: - использовать основные методы построения математических моделей процессов, систем, их элементов и систем управления Владеть: - навыками работы с программной системой для математического и имитационного моделирования
ПК-20	способностью проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом их результатов, составлять описания выполненных исследований и подготавливать	Знать: - методы построения математических моделей, их упрощения; технические и программные средства моделирования

	данные для разработки научных обзоров и публикаций	Уметь: - планировать модельный эксперимент и обрабатывать его результаты на персональном компьютере Владеть: - навыками оценки точности и достоверности результатов моделирования
--	--	--

Задания к текущему контролю успеваемости

Перечень вопросов к лабораторным работам

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1

1. Дать определение генеральной совокупности и выборки?
2. Что такое корреляционный анализ?
3. Что такое эмпирическая линия регрессии?
4. Что такое регрессионный анализ?
5. Допущения принимаемые для проведения регрессионного анализа?
6. Виды уравнений регрессии, понятие трансцендентной регрессии?
7. Что такое система нормальных уравнений и как она получается?
8. Понятие дисперсии. Дисперсия воспроизводимости, относительного среднего, адекватности.
9. План расчета уравнения регрессии.
10. Что такое число степеней свободы.
11. Как проверить значимость коэффициентов уравнения регрессии при отсутствии параллельных опытов (при наличии параллельных опытов)?
12. Как проверить адекватность уравнения регрессии при отсутствии параллельных опытов (при наличии параллельных опытов)?
13. Что делать если уравнение регрессии не адекватно?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2

1. Что называется ПФЭ?
2. Как выбираются факторы планирования, их основные (базовые) уровни и интервалы варьирования?
3. Порядок проведения эксперимента методом ПФЭ.
4. Как составляется матрица планирования ПФЭ?
5. Какими свойствами обладает матрица планирования ПФЭ (доказать эти свойства)?
6. Как проверить значимость оценок коэффициентов уравнения регрессии?
7. Как проверить адекватность математической модели?
8. При каких условиях не соблюдается требование адекватности математической модели и как следует поступить в этом случае?
9. Укажите преимущества и недостатки ПФЭ.
10. В чем отличие в получении математических моделей полученных по результатам активного и пассивного экспериментов?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3

1. Дайте определение нечёткого множества.
2. Дайте определение лингвистической переменной, что такое терм, приведите примеры.
3. Нарисуйте график ФП $\mu_l(x) = \exp(4 - |x - m|)$, соответствующей терму «нормальная температура человеческого тела» $m = 36,6^\circ\text{C}$.
4. Убедитесь с помощью арифметических аналогов логических операций «И», «ИЛИ», что эти операции эквивалентны процедурам максимизации и минимизации соответствующих функций истинности.
5. Каким операциям булевой алгебры соответствуют процедуры фазы-пересечения и фазы-объединения нечетких множеств?
6. С помощью каких процедур находят ФП фазы-пересечения и фазы-объединения, если известны ФП исходных множеств?
7. Постройте ФП двух фазы-множеств, образованных с помощью союзов «И», «ИЛИ» из трех исходных терм-множеств малая, нормальная, высокая.
8. Сформулируйте обобщенное правило логического вывода, пользуясь ФИ посылки А, импликации $A \rightarrow B$ и заключения В.
9. Проиллюстрируйте на двух произвольных графиках $\mu(x)$ и $\mu(y)$ алгоритм определения ФП у при фиксированном значении x^* .
10. Как по графику $\mu_r^*(y)$ можно найти "четкое" значение отклика y^* ?
11. Какие основные операции и процедуры осуществляются в системе, реализующей концепцию Мамдани?
12. С помощью каких процедур определяют ФП для сложных посылок, которые состоят из нескольких простых, соединенных союзами «ИЛИ», «И»?
13. С помощью какой процедуры находят результирующую ФП, соответствующую совокупности j-х правил, соединенных союзом «ИЛИ»?
14. Назовите основные этапы синтеза фазы-модели.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4

1. Дайте определение математической модели.
2. Основные стадии математического моделирования.
3. Основные группы уравнений, входящие в математическое описание процесса.
4. Понятие материального баланса.
5. Понятие теплового баланса.
6. Блочный принцип построения математической модели.
7. Виды математических моделей.
8. Понятие системы допущений при построении математических моделей.
9. Модель идеального смешения.
10. Модель идеального вытеснения.
11. Получите передаточную функцию объекта по каналу T1–T2.
12. Получите передаточную функцию объекта по каналу N–T2.

Вопросы к промежуточной аттестации

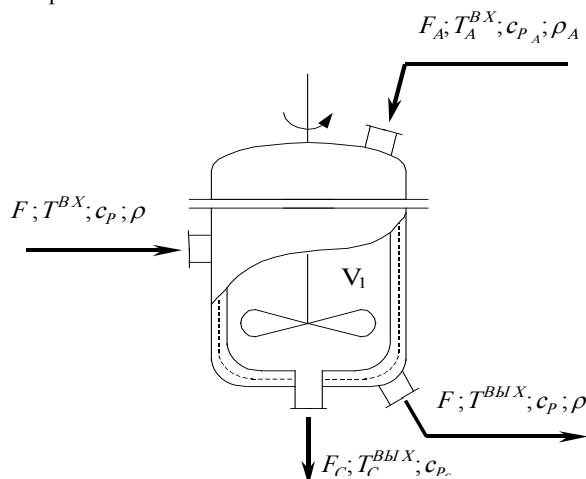
Вопросы к экзамену по курсу Моделирование систем и процессов

1. Общие сведения о математическом моделировании (оригинал, модель, моделирование, система, системный подход, математическая модель).
2. Физическое моделирование (геометрическое и физическое подобие).
3. Математическое моделирование (этапы, методы, блочный принцип).
4. Структура математического описания.
5. Классификация моделей по свойствам объектов и режимам функционирования. (Примеры).
6. Виды моделей (иконографические, символичные, нечеткие, логические, логико-лингвистические, семиотические, семантические). (Примеры).
7. Построение математических моделей систем экспериментальными методами (основные понятия и определения (регрессия, элементы теории вероятности и математической статистики, статистические оценки и проверка гипотез)).
8. Регрессионный анализ (пассивный эксперимент).
9. Получение уравнения регрессии по данным активного эксперимента (полный факторный эксперимент).
10. Основные типы моделей гидродинамики (модель идеального вытеснения).
11. Основные типы моделей гидродинамики (модель идеального смешения).
12. Основные типы моделей гидродинамики (диффузионные модели).
13. Основные типы моделей гидродинамики (ячеечная модель).
14. Основные типы моделей гидродинамики (диффузионная модель с застойными зонами).
15. Основные типы моделей гидродинамики (ячеечная модель с застойными зонами).
16. Основные типы моделей гидродинамики (ячеечная модель с обратными потоками).
17. Комбинированные модели.
18. Математическое описание теплообменных аппаратов (модель типа "смешение-смешение" с учетом и без учета тепловой инерционности стенки).
19. Математическое описание теплообменных аппаратов (модель типа "вытеснение-вытеснение").
20. Математическое описание теплообменных аппаратов (модель типа "вытеснение-смешение").
21. Математическое описание массообменных аппаратов (ячеечная модель насадочного абсорбера).
22. Математическое описание массообменных аппаратов (модель идеального вытеснения для насадочного абсорбера).
23. Математическое описание массообменных аппаратов (диффузионная однопараметрическая модель для насадочного абсорбера).
24. Моделирование химических реакторов (модель изотермического проточного реактора идеального смешения).
25. Моделирование химических реакторов (модель адиабатического реактора идеального вытеснения).
26. Моделирование химических реакторов (моделирование политропического реактора моделью диффузионной однопараметрической).
27. Нечеткие математические модели (понятие лингвистической переменной и нечетких множеств, основные операции над лингвистическими переменными).
28. Нечеткие математические модели (нечеткие отношения (модели), основные операции над нечеткими отношениями, сферы применения нечетких моделей).
29. Нечеткие математические модели (нечеткие выводы (нечеткая импликация, база знаний, композиционное правило вывода)).

Практические задания к экзамену по курсу «Моделирование процессов и систем»

Задача №1

1. Фрагмент технологической схемы:



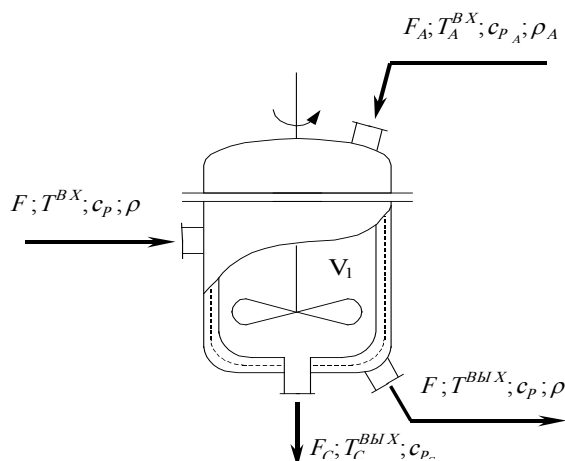
2. Описание технологического процесса.

В смеситель объемом V_1 подается компонент А с расходом F_A и температурой T_A^{BX} . В рубашку аппарата объемом V_2 поступает теплоноситель с расходом F и температурой T^{BX} .

1. Получить передаточную функцию по каналу $T_C^{BIX} - F^A$.

Задача №2

1. Фрагмент технологической схемы:

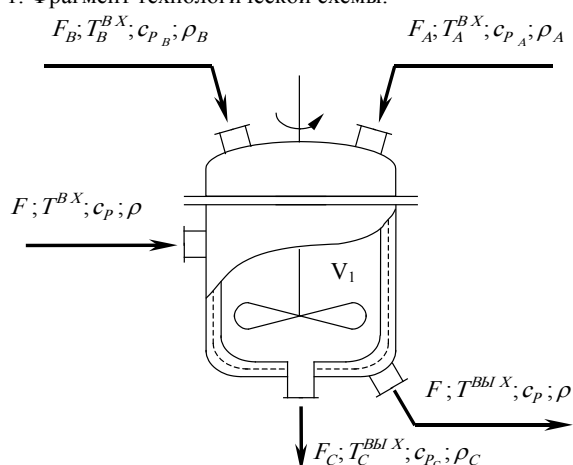


2. Описание технологического процесса.

В смеситель объемом V_1 подается компонент А с расходом F_A и температурой T_A . В рубашку аппарата объемом V_2 поступает теплоноситель с расходом F и температурой T^{BX} . Получить передаточную функцию по каналу $T_C^{Bbl X} - F$.

Задача №3

1. Фрагмент технологической схемы:



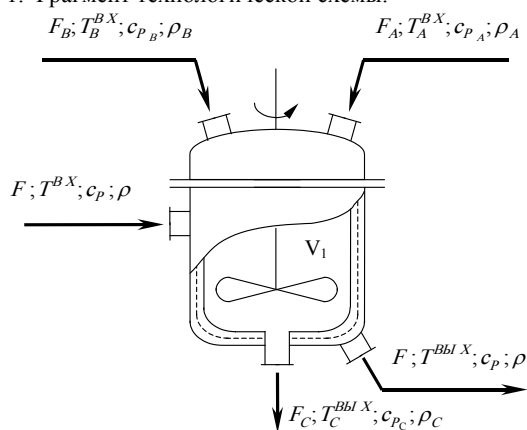
2. Описание технологического процесса.

В смеситель объемом V_1 подается компонент А с расходом F_A и температурой T_{AVX} и компонент В с расходом F_B , температурой T_B . В рубашку аппарата объемом V_2 поступает теплоноситель с расходом F и температурой T^{BX} .

1. Получить передаточную функцию по каналу $T_C^{Bbl X} - F_A$.

Задача 4.

1. Фрагмент технологической схемы:



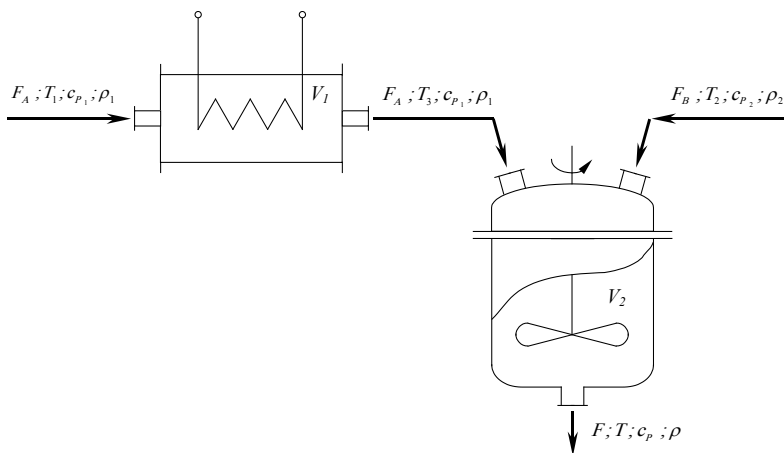
2. Описание технологического процесса.

В смеситель объемом V_1 подается компонент А с расходом F_A и температурой T_{AVX} и компонент В с расходом F_B , температурой T_B . В рубашку аппарата объемом V_2 поступает теплоноситель с расходом F и температурой T^{BX} .

1. Получить передаточную функцию по каналу $T_C^{Bbl X} - F$.

Задача №5.

1. Фрагмент технологической схемы:



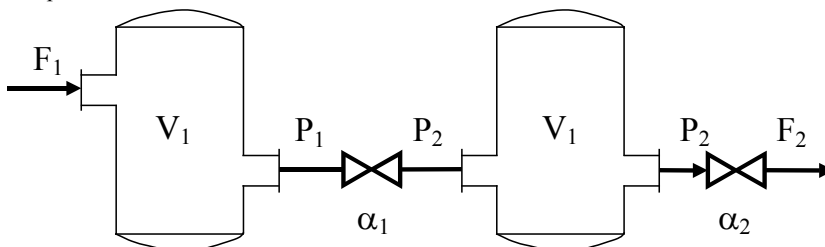
2. Описание технологического процесса.

В смеситель объемом V_2 подаются два компонента A и B . Компонент A предварительно подогревается в аппарате объемом V_1 , мощность нагревательного элемента - N . В смесителе происходит смешение без теплового эффекта. Максимальный выход продукта при $T = 110^\circ\text{C}$. Высота аппарата такова, что переполнение не происходит даже при максимальных расходах F_A, F_B .

1. Получить передаточную функцию по каналу $T - F_A$.

Задача № 6

1. Фрагмент технологической схемы.



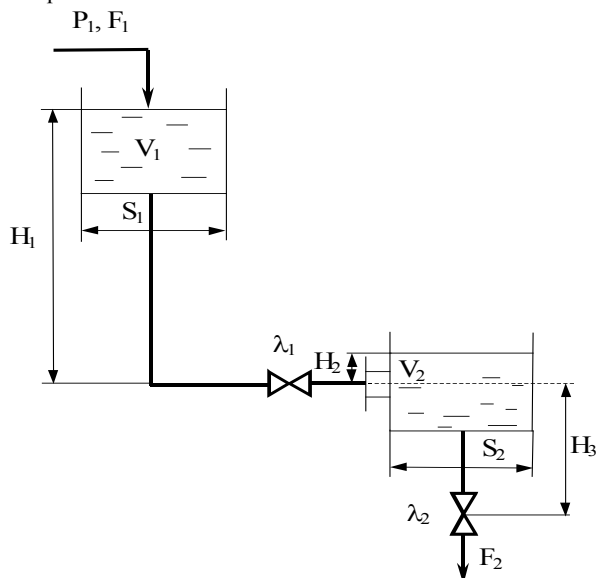
2. Описание технологического процесса.

Два аппарата химической технологии объемами V_1 и V_2 соединены последовательно. На вход первого аппарата подается воздух, имеющий расход F_1 .

1. Получить передаточную функцию по каналу $P_2 - F_1$.

Задача №7

1. Фрагмент технологической схемы.



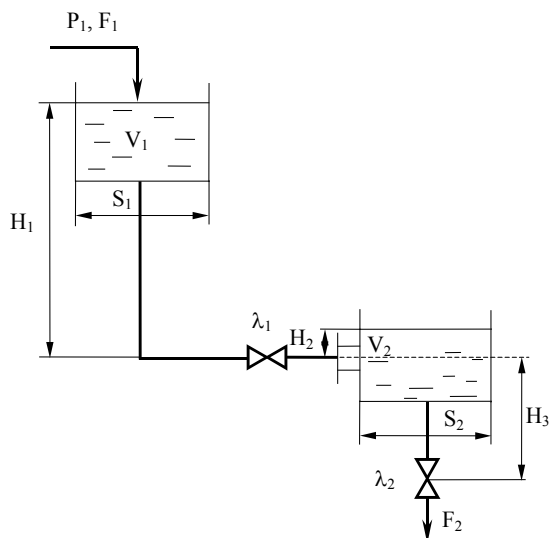
2. Описание технологического процесса.

Две емкости объемами V_1 и V_2 соединены последовательно. Жидкость с расходом F_1 подается в первый аппарат, а затем поступает во второй аппарат.

1. Получить передаточную функцию по каналу $H_2 - F_1$.

Задача №8

1. Фрагмент технологической схемы.



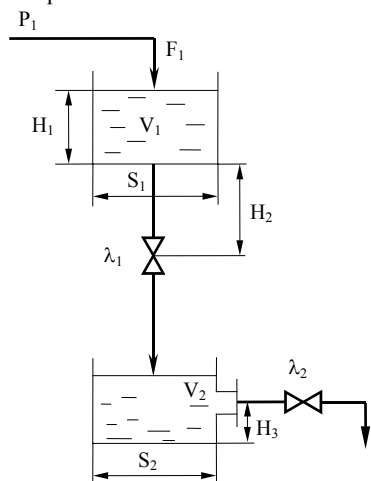
2. Описание технологического процесса.

Две емкости объемами V_1 и V_2 соединены последовательно. Жидкость с расходом F_1 подается в первый аппарат, а затем поступает во второй аппарат.

1. Получить передаточную функцию по каналу $H_1 - F_2$

Задача №9

1. Фрагмент технологической схемы.



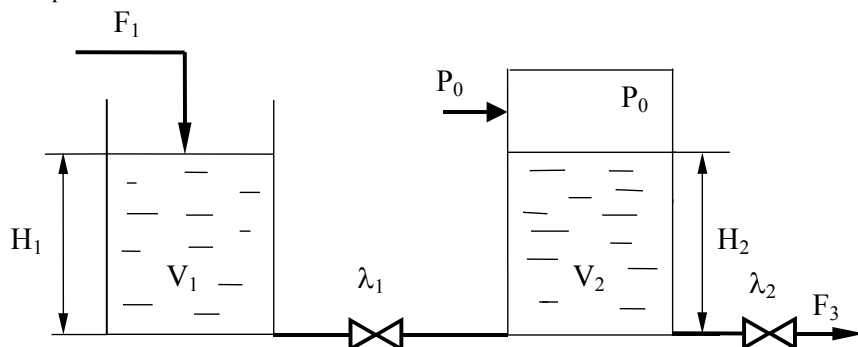
2. Описание технологического процесса.

Последовательно соединены промежуточная емкость объемом V_1 и подогреваемая объемом V_2 .

1. Получить передаточную функцию по каналу $H_3 - F_1$.

Задача №10

1. Фрагмент технологической схемы.



2. Описание технологического процесса.

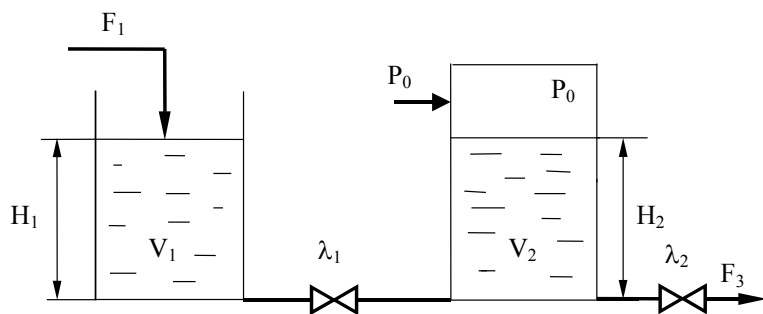
Два аппарата объемами V_1 и V_2 с постоянными площадями поперечного сечения S_1 , S_2 , соединены последовательно через гидравлическое сопротивление λ_1 . Жидкость с расходом F_1 и плотностью $\rho = 988 \text{ кг/м}^3$ подается в первый аппарат. Второй аппарат под избыточным давлением P_0 работает на потребителя через гидравлическое сопротивление λ_2 .

Потерями давления на трение в трубопроводе пренебречь. Жидкость считать несжимаемой. Объем аппарата V_1 таков, что уровень жидкости не достигает его верха.

1. Получить передаточную функцию по каналу $H_2 - F_1$

Задача №11

1. Фрагмент технологической схемы.



2. Описание технологического процесса.

Два аппарата объемами V_1 и V_2 с постоянными площадями поперечного сечения S_1 , S_2 , соединены последовательно через гидравлическое сопротивление λ_1 . Жидкость с расходом F_1 и плотностью $\rho = 988 \text{ кг/м}^3$ подается в первый аппарат. Второй аппарат под избыточным давлением P_0 работает на потребителя через гидравлическое сопротивление λ_2 .

Потерями давления на трение в трубопроводе пренебречь. Жидкость считать несжимаемой. Объем аппарата V_1 таков, что уровень жидкости не достигает его верха.

1. Получить передаточную функцию по каналу $H_1 - F_3$

ЛИСТ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ДЕЙСТВИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Моделирование систем и процессов

на 2018/2019 учебный год

Направление подготовки: 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Направленность (профиль) подготовки: Автоматизация технологических процессов и производств

Квалификация выпускника: бакалавр.


Форма обучения: очная.

Действие программы дисциплины с дополнениями и изменениями по решению кафедры «Автоматизация производственных процессов» распространено на 2018/2019 уч.год.

Список дополнений и изменений:

1. Изменено название министерства: Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
2. Программное обеспечение: Изменена подписка Microsoft Imagine Premium: бессрочные права и бессрочная лицензия по подписке Microsoft Imagine Premium, идентификатор подписки: a936248f-3805-4c6a-a64f-8c344976ef6d, идентификатор подписчика: ICM-164914
3. Заключены договора: ЭБС «Издательство «Лань» (договор № 0917 от 26.09.2017г.)- <https://e.lanbook.com/>
ЭБС «Электронное издательство ЮРАЙТ» (договор № 6/н от 22.02.2018г) - <https://urait.ru/>
БД Web of Science компании Clarivate Analytics (Scientific) LLC, сублицензионный договор № WoS/940 от 02.04.2018г - <https://clarivate.com/>.
4. Добавлена литература: Алпатов Ю.Н. Моделирование процессов и систем управления [Электронный ресурс]: учебное пособие / Ю.Н. Алпатов. – Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2018. – 140 с. <https://e.lanbook.com/book/106730>

Протокол № 1 от 31.08.2018г.

Заведующий кафедрой АПП, руководитель ОПОП: _____  Д.П. Вент

ЛИСТ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ДЕЙСТВИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Моделирование систем и процессов

на 2019/2020 учебный год

Направление подготовки: 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Направленность (профиль) подготовки: Автоматизация технологических процессов и производств

Квалификация выпускника: бакалавр.

Форма обучения: очная.

Действие рабочей программы дисциплины с **дополнениями и изменениями** по решению кафедры «Автоматизация производственных процессов» распространено на 2019/2020 уч.год.

Список дополнений и изменений:

1. Программное обеспечение: Изменена подписка MS Windows, MS Access, MS Visual Studio, MS Office 365 A1, действует бессрочная лицензия по подписке Azure Dev Tools for Teaching (бывш. Microsoft Imagine Premium) ИД пользователя: 000340011208DF77, идентификатор подписки: a936248f-3805-4c6a-a64f-8c344976ef6d, идентификатор подписчика: ICM-164914, ИД учетной записи: Novomoskovsk Institute (branch) of the Federal state budgetary educational institution of higher education "Dmitry Mendeleev University of Chemical Technology of Russia".
2. Заключен договор: «Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» договор № 29.01- P-2.0-1168/2018 от 11.01.2019г. Срок действия с 11 .01.2019 по 10.01.2020г.

Разработчик: к.т.н. доц.



А.Г.Лопатин

Протокол № 14 от 28.06.2019г.

Руководитель ОПОП:



Д.П. Вент

ЛИСТ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ДЕЙСТВИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Моделирование систем и процессов

на 2020/2021 учебный год

Направление подготовки: 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Направленность (профиль) подготовки: Автоматизация технологических процессов и производств

Квалификация выпускника: бакалавр.

Форма обучения: очная.

Действие рабочей программы дисциплины с дополнениями и изменениями по решению кафедры «Автоматизация производственных процессов» распространено на 2020/2021 уч.год.

Список дополнений и изменений:

1. Заключен договор: «Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ»» договор № 33.03-Р-3.1-2220/2020 от 16.03.2020 г. Срок действия с 16.03.2020 по 15.03.2021 г.
2. Добавлена основная литература: Кафаров, В. В. Математическое моделирование основных процессов химических производств : учебное пособие для вузов / В. В. Кафаров, М. Б. Глебов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 403 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07524-3. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/455050> (дата обращения: 28.06.2020).
Моделирование процессов и систем : учебник и практикум для вузов / под редакцией Е. В. Стельмашонок. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 289 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-04653-3. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/451012> 01.05.
Моделирование систем и процессов. Практикум : учебное пособие для вузов / В. Н. Волкова [и др.] ; под редакцией В. Н. Волковой. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 295 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01442-6. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/451288>

Разработчик: к.т.н. доц. _____

А.Г.Лопатин

Протокол № 12 от 29.06.2020г.

Руководитель ОПОП: _____

Д.П. Вент