

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учрежде-
ние высшего образования
«Луганский государственный университет
имени Владимира Даля»
(ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля»)**

**Северодонецкий технологический институт (филиал)
Кафедра управления инновациями в промышленности**

УТВЕРЖДАЮ:
Врио. директора СТИ (филиал)
ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля»
Ю.В. Бородач
(подпись) _____
« 26 » _____ 2024 года



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
«Моделирование систем и процессов»**

По направлению подготовки: 18.03.01 Химическая технология

Профиль: Химическая технология

Северодонецк – 2024

Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Моделирование систем и процессов» по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология– 23с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Моделирование систем и процессов» разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология (утвержденная приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 07.08.2020г. № 922, с изменениями и дополнениями от _____ 20__ г.).

СОСТАВИТЕЛЬ:

к.п.н., доцент кафедры

управления инновациями в промышленности



Е.А. Бойко

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры химических технологий «23» 09 2024 г., протокол № 2

Заведующий кафедрой управления

инновациями в промышленности

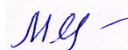


Е.А. Бойко

Переутверждена: «__» _____ 20__ г., протокол № _____

СОГЛАСОВАНА:

Ио заведующего кафедрой химических технологий

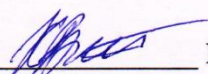


М.А. Ожередова

Переутверждена: «__» _____ 20__ года, протокол № _____

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии Северодонецкого технологического института «23» 09 2024 г., протокол № 2.

Председатель учебно-методической комиссии
СТИ (филиал) ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля»



Ю.В. Бородач

Структура и содержание дисциплины

1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе

Целью изучения дисциплины является: получение базовых знаний в области математического моделирования сложных объектов и использования их для разработки оптимальной системы управления процессами.

Задачами дисциплины являются: получение общих представлений о содержании и методах математического моделирования технических систем и технологических объектов, месте математического моделирования в современной системе естествознания и практической значимости для проектирования технологических объектов; получение знаний об основах современного естествознания и естественно-научной картине мира, о практической значимости теоретических разработок в области математического моделирования и его роли в развитии современных технологических процессов.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Логико-структурный анализ дисциплины: курс входит в обязательную часть блока 1 «Дисциплины (модули)» подготовки студентов по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология».

Основывается на базе дисциплин: Высшая математика, Физика, Информационные технологии.

Является основой для изучения следующих дисциплин: Процессы и аппараты химических технологий, Энерготехнология производства в отрасли, Математическое моделирование и оптимизация объектов химической технологии.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
ОПК-2. Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-2.1 Знать и использовать дифференциальные и интегральные исчисления, дифференциальные уравнений, теорию вероятностей и математическую статистику ОПК-2.6. Уметь использовать в профессиональной деятельности основы моделирования реальных объектов, основы расчетов и конструирования элементов технического оборудования по критериям работоспособности ОПК-2.8. Владеть навыками математического моделирования технологических процессов и обработки экспериментальных данных	Знать и использовать: законы электротехники, принципы действия и методы расчета типовых электротехнических и электронных устройств для решения возникающих физических задач, самостоятельного приобретения физических знаний, для понимания принципов работы приборов и устройств Уметь: использовать в профессиональной деятельности основы моделирования реальных объектов, основы расчетов и конструирования элементов технического оборудования по критериям работоспособности Владеть: навыками математического моделирования технологических процессов и обработки экспериментальных данных

ПК-6. Способен разрабатывать проекты в составе авторского коллектива с использованием информационных технологий	<p>ПК-6.1 Знать: стандарты, технические условия и другие руководящие материалы по разработке и оформлению проектной и технической документации; теорию построения технических чертежей и правила выполнения изображений деталей: видов, разрезов, сечений</p> <p>ПК-6.2 Уметь: пространственно мыслить; разрабатывать конструкторскую документацию, выполнять чертежи деталей, сборочные и другие чертежи, пользуясь технической документацией, справочной и учебной литературой; составлять типовые проектные, технологические и рабочие документы по профилю специальности; применять имеющиеся пакеты программ и использовать их в проектной деятельности по профилю специальности</p> <p>ПК-6.3 Владеть: основами построения чертежа; навыками работы с информацией, анализа проектных, технологических и рабочих документов по профилю специальности, навыками работы в имеющихся пакетах программ при разработке проектов (самостоятельно и в составе коллектива)</p>	<p>Знать: стандарты, технические условия и другие руководящие материалы по разработке и оформлению проектной и технической документации; теорию построения технических чертежей и правила выполнения изображений деталей: видов, разрезов, сечений</p> <p>Уметь: пространственно мыслить; разрабатывать конструкторскую документацию, выполнять чертежи деталей, сборочные и другие чертежи, пользуясь технической документацией, справочной и учебной литературой; составлять типовые проектные, технологические и рабочие документы по профилю специальности; применять имеющиеся пакеты программ и использовать их в проектной деятельности по профилю специальности</p> <p>Владеть: основами построения чертежа; навыками работы с информацией, анализа проектных, технологических и рабочих документов по профилю специальности, навыками работы в имеющихся пакетах программ при разработке проектов (самостоятельно и в составе коллектива)</p>
---	---	---

4. Структура и содержание дисциплины (модуля)

4.1 Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (зач. ед.)	
	Очная форма	Заочная форма
Общая учебная нагрузка (всего)	144	144
Обязательная контактная работа (всего)	68	12
в том числе:		
Лекции	34	6
Семинарские занятия	-	-
Практические занятия	34	6
Лабораторные работы	-	-
Курсовая работа (курсовой проект)	-	-

Другие формы и методы организации образовательного процесса (расчетно-графические работы, индивидуальные задания и т. п.)	-	-
Самостоятельная работа студента (всего)	76	132
Форма аттестации	Экзамен	Экзамен

4.2 Содержание разделов дисциплины

Тема 1. Общие принципы и этапы построения математических моделей систем

Введение в моделирование систем и процессов Исследование гидродинамики аппаратов идеального перемешивания путём построения кривых отклика на возмущения различной формы систем.

Тема 2. Моделирование гидродинамических моделей и уравнений химической кинетики.

Исследование гидродинамики аппаратов идеального вытеснения, диффузионной и ячеечной модели Алгоритм определения параметров модели структуры потоков.

Тема 3. Исследование гидродинамики аппаратов, описываемых комбинированными моделями по кривым отклика на возмущения различной формы.

Определение параметров сложных гидродинамических моделей по экспериментальным данным.

Тема 4. Определение параметров кинетических моделей.

Определение кинетических параметров моделей по экспериментальным данным для сложных реакционных схем.

Тема 5. Теория графов в моделировании систем и процессов.

Теория графов в моделировании систем и процессов.

4.3 Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1.	Общие принципы и этапы построения математических моделей систем	6	1
2	Моделирование гидродинамических моделей и уравнений химической кинетики	7	1
3.	Исследование гидродинамики аппаратов, описываемых комбинированными моделями по кривым отклика на возмущения различной формы	7	1
4.	Определение параметров кинетических моделей	7	1
5.	Теория графов в моделировании систем и процессов	7	2
Итого:		34	6

4.4 Практические (семинарские) занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1.	Определение структуры потока в аппарате с использованием комбинированной модели на основании анализа конструкции аппарата	4	0,5
2.	Расчет габаритов реактора на заданную производительность и степень превращения в реакторе	5	1
3.	Расчет параметров теплообмена, обеспечивающие тепловую устойчивость проточного реактора идеального смешения при протекании в нем параллельных экзотермических реакций	5	1

4.	Расчет аппарата для растворения металлов в кислоте при различной форме кристаллов	5	1
5.	Определение оптимального времени пребывания в проточном реакторе идеального перемешивания для последовательных реакций 1-го порядка	5	1
6.	Сопоставление выхода целевого продукта в проточном реакторе идеального перемешивания и идеального вытеснения при времени пребывания, равном оптимальному для реактора идеального перемешивания	5	1
7.	Определение оптимальных условий – производительности и температурного профиля для максимального выхода целевого продукта	5	0,5
Итого:		34	6

4.5 Лабораторные работы

Лабораторные работы по дисциплине «Моделирование систем и процессов» не предусмотрены учебным планом.

4.6 Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
1.	Сравнительный анализ возможностей машинного моделирования информационных систем с использованием типовых математических схем	Подготовка к практическим занятиям, самостоятельный поиск источников научно-технической информации, подготовка ответов на представленные вопросы.	15	26
2.	Основные понятия структурного моделирования. Методы функционального моделирования. Методы информационного моделирования. Моделирование поведения. Объектно-ориентированное моделирование	Подготовка к практическим занятиям, самостоятельный поиск источников научно-технической информации, подготовка ответов на представленные вопросы.	16	27
3.	Сравнительный анализ языков имитационного моделирования. Базы данных моделирования. Гибридные моделирующие комплексы.	Подготовка к практическим занятиям, самостоятельный поиск источников научно-технической информации, подготовка ответов на представленные вопросы.	15	26
4.	Дробный факторный эксперимент. Методы понижения дисперсии. Методы сокращения затрат при имитационном моделировании	Подготовка к практическим занятиям, самостоятельный поиск источников научно-технической информации, подготовка ответов на представленные вопросы.	15	27
5.	Оценка чувствительности модели. Калибровка модели.	Подготовка к практическим занятиям, самостоятельный по-	15	26

	Обработка результатов машинного эксперимента при синтезе систем.	иск источников научно-технической информации, подготовка ответов на представленные вопросы.		
Итого:			76	132

4.7 Курсовые работы/проекты по дисциплине «Моделирование систем и процессов» не предполагаются учебным планом.

5 Образовательные технологии

При реализации учебного материала курса используются различные образовательные технологии, способствующие созданию атмосферы свободной и творческой дискуссии как между преподавателем и студентами, так и в студенческой группе. Целью при этом является выработка у студентов навыков и компетенций, позволяющих самостоятельно вести исследовательскую и научно-педагогическую работу.

Аудиторные занятия проводятся в виде лекций с использованием ПК и компьютерного проектора; практические занятия - с использованием ПК при проведении расчетов. Самостоятельная работа студентов проводится под руководством преподавателей, с оказанием консультаций и помощи при подготовке к контрольным работам, выполнении домашних заданий.

Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

а) основная литература:

1. Чернухин, Р. В. Моделирование и исследование систем управления химико-технологических процессов : учебное пособие / Р. В. Чернухин. — Новосибирск : НГТУ, 2021. — 74 с. — ISBN 978-5-7782-4493-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/216329>

2. Кучеряев, Б. В. Моделирование процессов и объектов в металлургии : учебное пособие / Б. В. Кучеряев, В. Б. Крахт, О. Г. Манухин. — Москва : МИСИС, [б. г.]. — Часть 1 : Моделирование и оптимизация технологических систем — 2004. — 62 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/116999>

3. Петров, А. В. Моделирование процессов и систем : учебное пособие / А. В. Петров. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 288 с. — ISBN 978-5-8114-1886-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/212213>

4. Голубева, Н. В. Математическое моделирование систем и процессов : учебное пособие для вузов / Н. В. Голубева. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 192 с. — ISBN 978-5-8114-8721-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/179611>

б) дополнительная литература:

1. Е.Б. Андреев, В.Е. Попадью. Программные средства систем управления технологическими процессами в нефтяной и газовой промышленности: Учебное пособие. — М.: ФГУП Изд-во «Нефть и газ» РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2005. - 268 с. <https://knowledge.allbest.ru/geology/3c0a65635b3ad69a4d43a89421>

2. А.С. Гринин, Н.А Орехов, В.Н.Новиков Математическое моделирование в экологии: Учеб. пособие для вузов. — М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003.

<https://www.twirpx.com/file/1246346/> 3. А.В. Беспалов, Н.И. Харитонов Задачник по системам управления химико-технологическими процессами: Учебное пособие для вузов. — М.: ИКЦ «Академкнига», 2005. <https://www.twirpx.com/file/191551/>

3. Е.А. Дубовик, А.Е. Дубовик Численные методы и алгоритмы диспетчеризации вычислений с динамически изменяющимися приоритетами. - М.: СИНТЕГ, 2006. -120 с. (Серия «Информационные технологии»). <https://goods.kaup.ru/gi/RU>

Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. CAElinux <http://www.caelinux.com/CMS/> 2. Adams for Multibody Dynamics <http://www.mssoftware.com/Contents/Products/CAE-Tools/Adams.aspx>

3. Универсальный механизм: динамика машин и механизмов, динамика автомобилей и железнодорожных экипажей, прикладная механика, кинематика, обратная кинематика <http://www.umlub.ru/>

4. EULER — автоматизированный динамический анализ многокомпонентных механических систем <http://www.euler.ru/>

5. frund — Комплекс моделирования динамики систем твердых и упругих тел <http://frund.vstu.ru> 6. MBDyn — MultiBody Dynamics <http://www.aero.polimi.it/~mbdyn/>

7. ITI — Supporting your visions!: SimulationX <http://www.simulationx.com/> 8. http://www.espotec.ru/art_prot.htm

9. <http://www.cadmaster.ru/> 10. <http://www.sapr.ru> 11. <http://www.cadcamcae.lv>

12. <http://www.cadcatalog.ru/> 13. <http://www.rodnik.ru/product/sapr/edaexpress/> 14. <http://isicad.ru>

15. <http://www.solidworld.ru/> — SolidWorld

16. <http://fsapr2000.ru/> — Конференция САПР2000 (бывший САПР2К), посвящённая использованию CAD/CAE/CAM-технологий 17. <http://www.procae.ru/proCAE> — статьи по программам ANSYS, STAR-CD, QForm, Nastran, Fluent и др. 18. <http://www.ansys.spb.ru/> — Новости CAE-системы ANSYS на русском языке 19. http://www.FEA.ru/ANSYS_LSDYNA_AviGallery.html — AVI-Галерея (более 150 анимационных фильмов), иллюстрирующая результаты исследований, выполненных сотрудниками CompMechLab® СПбГПУ с помощью CAE-систем ANSYS, LS-DYNA, SIMULIA/Abaqus 20. <http://www.ansys.spb.ru/ansys-wall-planner/> — Результаты ежегодных Всемирных конкурсов CAE- системы ANSYS Multiphysics Image Gallery Competition

7. Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Лекционные занятия проводятся в специализированных аудиториях, оснащенных мультимедийным оборудованием. Для проведения лекции используется мультимедийный курс лекций, видеофильмы.

Практические занятия проводятся в компьютерных залах, оснащенных необходимым ПО.

8. Оценочные средства по дисциплине

Паспорт оценочных средств по учебной дисциплине «Моделирование систем и процессов»

Описание уровней сформированности и критериев оценивания компетенций на этапах их формирования в ходе изучения дисциплины

Этап	Код компетенции	Уровни сформированности компетенции	Критерии оценивания компетенции
Начальный	ОПК-2	Пороговый ОПК 2.3. Знать: основные химические реакции и кинетические закономерности гомогенных и гетерогенных процессов	Знать: основные химические реакции и кинетические закономерности гомогенных и гетерогенных процессов
Основной		Базовый ОПК-2.5. Уметь: использовать в профессиональной деятельности основы моделирования реальных объектов, основы расчетов и конструирования элементов технического оборудования по критериям работоспособности	Уметь использовать в профессиональной деятельности основы моделирования реальных объектов, основы расчетов и конструирования элементов технического оборудования по критериям работоспособности
Заключительный		Высокий ОПК-2.8. Владеть: навыками математического моделирования технологических процессов и обработки экспериментальных данных	Владеть: навыками математического моделирования технологических процессов и обработки экспериментальных данных
Начальный	ПК-6	Пороговый ПК-6.1 Знать: стандарты, технические условия и другие руководящие материалы по разработке и оформлению проектной и технической документации; теорию построения технических чертежей и правила выполнения изображений деталей: видов, разрезов, сечений.	Знать: стандарты, технические условия и другие руководящие материалы по разработке и оформлению проектной и технической документации; теорию построения технических чертежей и правила выполнения изображений деталей: видов, разрезов, сечений

Основной		<p>Базовый</p> <p>ПК-6.2 Уметь: пространственно мыслить; разрабатывать конструкторскую документацию, выполнять чертежи деталей, сборочные и другие чертежи, пользуясь технической документацией, справочной и учебной литературой; составлять типовые проектные, технологические и рабочие документы по профилю специальности; применять имеющиеся пакеты программ и использовать их в проектной деятельности по профилю специальности</p>	<p>Уметь:</p> <p>пространственно мыслить; разрабатывать конструкторскую документацию, выполнять чертежи деталей, сборочные и другие чертежи, пользуясь технической документацией, справочной и учебной литературой; составлять типовые проектные, технологические и рабочие документы по профилю специальности; применять имеющиеся пакеты программ и использовать их в проектной деятельности по профилю специальности</p>
Заключительный		<p>Высокий</p> <p>ПК-6.3 Владеть: основами построения чертежа; навыками работы с информацией, анализа проектных, технологических и рабочих документов по профилю специальности, навыками работы в имеющихся пакетах программ при разработке проектов (самостоятельно и в составе коллектива)</p>	<p>Владеть:</p> <p>основами построения чертежа; навыками работы с информацией, анализа проектных, технологических и рабочих документов по профилю специальности, навыками работы в имеющихся пакетах программ при разработке проектов (самостоятельно и в составе коллектива)</p>

Перечень компетенций (элементов компетенций), формируемых в результате освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Контролируемые темы учебной дисциплины, практики	Этапы формирования (семестр изучения)
1	ОПК-2	Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности	Тема 1-5	ОФО – 5; ЗФО - 5
2	ПК-6	Способен разрабатывать проекты в составе авторского коллектива с использованием информационных технологий	Тема 1-5	ОФО – 5; ЗФО - 5

Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал оценивания

№ п/п	Код компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
1.	ОПК-2	ОПК-2.3. Знать и использовать законы электротехники, принципы действия и методы расчета типовых электротехнических и электронных устройств для решения возникающих физических задач, самостоятельного приобретения физических знаний, для понимания принципов работы приборов и устройств ОПК-2.5. Уметь: использовать в профессиональной деятельности основы моделирования реальных объектов, основы расчетов и конструирования элементов технического оборудования по критериям работоспособности ОПК-2.8. Владеть навыками математического моделирования технологических процессов и	Знать и использовать законы электротехники, принципы действия и методы расчета типовых электротехнических и электронных устройств для решения возникающих физических задач, самостоятельного приобретения физических знаний, для понимания принципов работы приборов и устройств Уметь: использовать в профессиональной деятельности основы моделирования реальных объектов, основы расчетов и конструирования элементов	Тема 1-5	Тестовые задания (пороговый уровень), разнотипные задачи и задания, экзамен

		обработки экспериментальных данных	технического оборудования по критериям работоспособности Владеть: навыками математического моделирования технологических процессов и обработки экспериментальных данных		
2.	ПК-6	<p>ПК-6.1 Знать: стандарты, технические условия и другие руководящие материалы по разработке и оформлению проектной и технической документации; теорию построения технических чертежей и правила выполнения изображений деталей: видов, разрезов, сечений</p> <p>ПК-6.2 Уметь: пространственно мыслить; разрабатывать конструкторскую документацию, выполнять чертежи деталей, сборочные и другие чертежи, пользуясь технической документацией, справочной и учебной литературой; составлять типовые проектные, технологические и рабочие документы по профилю специальности; применять имеющиеся пакеты программ и использовать их в проектной деятельности по профилю специальности</p> <p>ПК-6.3 Владеть: основами построения чертежа; навыками работы с информацией, анализа проектных, технологи-</p>	<p>Знать: стандарты, технические условия и другие руководящие материалы по разработке и оформлению проектной и технической документации; теорию построения технических чертежей и правила выполнения изображений деталей: видов, разрезов, сечений</p> <p>Уметь: пространственно мыслить; разрабатывать конструкторскую документацию, выполнять чертежи деталей, сборочные и другие чертежи, пользуясь технической документацией, справочной и учебной литературой; составлять типовые проектные, технологические и рабочие документы по про-</p>	Тема 1-5	Тестовые задания (пороговый уровень), разноуровневые задачи и задания, экзамены

		<p>ческих и рабочих документов по профилю специальности, навыками работы в имеющихся пакетах программ при разработке проектов (самостоятельно и в составе коллектива)</p>	<p>филю специальности; применять имеющиеся пакеты программ и использовать их в проектной деятельности по профилю специальности</p> <p>Владеть: основами построения чертежа; навыками работы с информацией, анализа проектных, технологических и рабочих документов по профилю специальности, навыками работы в имеющихся пакетах программ при разработке проектов (самостоятельно и в составе коллектива)</p>		
--	--	---	--	--	--

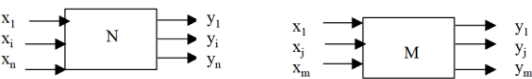
Перечень оценочных средств по дисциплине
«Моделирование систем и процессов»

Тестовые задания (пороговый уровень)

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
1.	Сложные производственные процессы исследуются на основе:	1. Корреляционного и дисперсионного анализа. 2. Природы связей между отдельными частями системы. 3. Системного подхода. 4. Анализа процессов массообмена системы с окружающей средой.
2.	Важнейшими характеристиками системы являются:	1. Характер воздействия окружающей среды на систему. 2. Функция, цель, и структура. 3. Природа и структура связей между элементами системы. 4. Обмен энергией и веществом между элементами системы
3.	Целью системы является:	1. Получение максимальной прибыли при заданном уровне затрат. 2. Выполнение задач функционирования системы. 3. Наиболее предпочтительное конечное состояние системы 4. Заданный выход из начального состояния системы.
4	Структура системы определяется:	1. Расположением и взаимосвязями между элементами системы для выполнения ее функции. 2. Природой связей между элементами системы 3. Тепломассобменом между элементами системы. 4. Состоянием поверхности раздела системы и окружающей среды.
5	Функция системы это:	1. Природа связей между элементами системы. 2. Энергетические связи между элементами системы. 3. Функция системы характеризует ее как результат взаимодействия элементов между собой и с внешними системами. 4. Обмен энергией и веществом с

1	2	3
		окружающей средой.
6	Уравнение $I = \int_0^T Q(x-z)dt$ выражает	<ol style="list-style-type: none"> 1. Критерий физического подобия систем 2. Критерий геометрического подобия систем. 3. Суммарные затраты на функционирование системы 4. Критерий качества функционирования системы.
7	Наблюдаемость системы – это:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Возможность непрерывного измерения основных параметров системы инструментальными методами. 2. Возможность использовать для измерения метрологически аттестованные приборы. 3. Использование компьютерных методов измерений 4. Возможность отслеживать в процессе движения основные переменные состояния, характеризующие процесс, в количестве, достаточном для вычисления критерия качества функционирования системы.
8	Система является детерминированной	<ol style="list-style-type: none"> 1. Если элементный состав системы задан однозначно. 2. Если все связи системы определены. 3. Если при заданных начальном состоянии системы $x(0)=c$ и векторе управляющих функций $u(t)$ состояние системы в любой момент времени будет определено однозначно. 4. Если при заданном векторе управляющих функций $u(t)$ состояние системы в любой момент времени будет определено однозначно.
9	Система является стохастической.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Если она движется при одновременном воздействии нескольких управлений. 2. Если на систему наряду с определенным управлением действуют неконтролируемые возмущения. 3. Если конечное состояние достигается системой при любых возмущениях. 4. Если начальное состояние системы определено в виде области.
10	Система является очень большой, если:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Число элементов в системе слишком велико для наблюдателя. 2. Функционирование системы слишком проходит слишком интенсивно. 3. Число связей с внешней средой не определено и постоянно изменяется. 4. Число различий между состояниями

1	2	3
		системы слишком велико для возможностей наблюдателя.
11	Управляемостью системы называется:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Наличие исполнительных устройств для управления системой. 2. Наличие источника энергии для выработки управляющих воздействий. 3. Свойство системы следовать по предписанной траектории движения под воздействием выбранного управления. 4. Способность реагировать на управляющие воздействия.
12	Модель отражает:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Существенные свойства, интересующие исследователя в данный момент. 2. Хорошо описываемые свойства объекта. 3. Свойства, описывающие физическую природу явлений в объекте 4. Свойства, характеризующие поведение процесса при данных условиях.
13	При математическом моделировании:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Геометрическая форма модели и объекта идентична. 2. Физическая природа процессов в модели и в объекте различна 3. Математическое описание модели и объекта идентично. 4. Поведение модели и объекта аналогично при изменении размеров.
14	Уравнение $\dot{j}_T = -\lambda \cdot \frac{dT}{dx}$ описывает следующие явления:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Перенос тепла в теплопроводящей среде и называется уравнением Фурье 2. Передачу информации в информационном поле. 3. Процессы сохранения энергии. 4. Перенос массы за счет диффузии и называется законом Фика.
15	Уравнение $\dot{j}_M = -D \cdot \frac{dc}{dx}$ описывает следующие явления:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Распространение электричества и называется законом Ома. 2. Передачу информации в информационном поле. 3. Перенос массы за счет диффузии и называется законом Фика. 4. Скорость теплопередачи.
16	Уравнение $\dot{j}_\rho = -\frac{1}{\rho} \cdot \frac{dU}{dx}$ описывает следующие явления:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Процессы сохранения энергии. 2. Скорость теплопередачи 3. Распространение электричества и называется законом Ома. 4. Скорость движения материальной точки в поле тяжести.
17	Системы изоморфны, если:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Одинакова физическая природа процессов, происходящих в каждой их них.

1	2	3
		2. Одинаковы темпы протекающих в системах процессов. 3. Одинаковы времена происходящих в них процессов. 4. Каждую из них можно считать моделью другой.
18	Гомоморфизм систем означает	1 Одна из систем является уменьшенной геометрической копией другой. 2 Из гомоморфных систем одна является натурой, а вторая – моделью. 3 Системы можно менять местами и каждая может быть моделью другой. 4 Темпы развития процессов в двух системах одинаковы.
19	Рисунок  $m < n$, изображает	1. Динамически подобные системы 2. Сопоставление изоморфных систем 3. Сопоставление гомоморфных систем 4. Две системы обработки информации.
20	При обобщении результатов исследования объекта с использованием НЭ, ПНЭ и ФМ наиболее часто используется	1. Теория массового обслуживания. 2. Теория стохастических испытаний. 3. Теория подобия. 4. Теория вероятностей.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «тестирование»

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	85 – 100% правильных ответов
4	71 – 85% правильных ответов
3	61 – 70% правильных ответов
2	60% правильных ответов и ниже

Реферат (пороговый уровень)

1. Определение системы.
2. Важнейшие характеристики систем.
3. Цель, функция и структура системы.
4. Системный анализ сложной системы.
5. Алгоритм выполнения системный анализ.
6. Проверка адекватность модели.
7. Параметрическая адекватность модели.
8. Структурная идентификация модели.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «реферат»

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Реферат представлен на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в

	пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.). Оформлен в соответствии с требованиями, предъявляемыми к данному виду работ
4	Реферат представлен на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.). В оформлении допущены некоторые неточности в соответствии с требованиями, предъявляемыми к данному виду работ
3	Реферат представлен на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.). В оформлении допущены ошибки в соответствии с требованиями, предъявляемыми к данному виду работ
2	Реферат представлен на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)

Комплект заданий для контрольной работы (базовый уровень)

вопросы первого уровня сложности

1. Что характеризует функционирование системы?
2. Что такое наблюдаемость системы?
3. Какая система является детерминированной?
4. Какая система является недетерминированной?
5. Что определяет сложность системы?
6. Что такое большая система?
7. Что такое модель объекта?
8. Какие виды моделирования применяются для получения моделей систем?
9. Что такое физическое моделирование?
10. Что такое математическое моделирование?

Комплект заданий для контрольной работы (средний уровень)

вопросы второго уровня сложности

1. Какая теория лежит в основе физического моделирования?
2. Тройная аналогия как основа перехода от физического моделирования к математическому.
3. Понятие Изоморфных систем
4. Понятие Гомоморфизма.
5. Что лежит в основе физического моделирования?
6. Что такое натурный эксперимент.
7. Что такое полунатурный эксперимент?
8. Что такое физическое моделирование?
9. Что лежит в основе обобщения результатов, натурального эксперимента, полунатурного эксперимента и физического моделирования?
10. Для чего используется теория инвариантов группы физически подобных преобразований?

Комплект заданий для контрольной работы (высокий уровень)

вопросы третьего уровня сложности

1. Что такое математический изоморфизм?

2. Получение физической модели объекта путем масштабного преобразования математической модели оригинала.
3. Что такое инварианты физического подобия?
4. Что такое критерии подобия?
5. Основные этапы физического моделирования?
6. Способы получения критериальных уравнений.
7. Масштабное преобразование дифференциальных уравнений как способ получения критериальных уравнений.
8. Что такое критерий гидродинамической гомохронности Струхаля?
9. Что такое критерий гравитационного подобия
10. Какая система является детерминированной?

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «контрольная работа»

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Контрольная работа выполнена на высоком уровне (правильные ответы даны на 90 – 100% вопросов/задач)
4	Контрольная работа выполнена на среднем уровне (правильные ответы даны на 75 – 89% вопросов/задач)
3	Контрольная работа выполнена на низком уровне (правильные ответы даны на 50 – 74% вопросов/задач)
2	Контрольная работа выполнена на неудовлетворительном уровне (правильные ответы даны менее чем на 50%)

Оценочные средства для промежуточной аттестации «экзамен»

1. Что характеризует функционирование системы?
2. Что такое наблюдаемость системы?
3. Какая система является детерминированной?
4. Какая система является недетерминированной?
5. Что определяет сложность системы?
6. Что такое большая система?
7. Что такое модель объекта?
8. Какие виды моделирования применяются для получения моделей систем?
9. Что такое физическое моделирование?
10. Что такое математическое моделирование?
11. Какая теория лежит в основе физического моделирования?
12. Тройная аналогия как основа перехода от физического моделирования к математическому.
13. Понятие Изоморфных систем
14. Понятие Гомоморфизма.
15. Что лежит в основе физического моделирования?
16. Что такое натурный эксперимент.
17. Что такое полунатурный эксперимент?
18. Что такое физическое моделирование?
19. Что лежит в основе обобщения результатов, натурного эксперимента, полунатурного эксперимента и физического моделирования?
20. Для чего используется теория инвариантов группы физически подобных преобразований?
21. Что такое математический изоморфизм?
22. Получение физической модели объекта путем масштабного преобразования математической модели оригинала.

23. Что такое инварианты физического подобия?
24. Что такое критерии подобия?
25. Основные этапы физического моделирования?
26. Способы получения критериальных уравнений.
27. Масштабное преобразование дифференциальных уравнений как способ получения критериальных уравнений.
28. Что такое критерий гидродинамической гомохронности Струхала?
29. Что такое критерий гравитационного подобия
30. Какая система является детерминированной?

Критерии и шкала оценивания к промежуточной аттестации «Экзамен»

Шкала оценивания	Характеристика знания предмета и ответов
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объеме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач
хорошо (4)	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач
удовлетворительно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно четкие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах
неудовлетворительно (2)	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы

9. Особенности организации обучения для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

При необходимости рабочая программа учебной дисциплины может быть адаптирована для обеспечения образовательного процесса инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, в том числе с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

Для этого требуется заявление студента (его законного представителя) и заключение психолого-медико-педагогической комиссии (ПМПК). В случае необходимости обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося), а для инвалидов также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида могут предлагаться следующие варианты восприятия учебной информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников, например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения – аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной (модулем), за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение электронного обучения, дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение электронного обучения, дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительность сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, – не более чем на 90 минут;
- продолжительность подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, – не более чем на 20 минут;
- продолжительность выступления обучающегося при защите курсовой работы – не более чем на 15 минут.

Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений с указанием страниц	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)
1.			
2.			
3.			
4.			

Зав. кафедрой _____

И.О. Фамилия
« » 202 г.

Список литературы к рабочей программе дисциплины	направление подготовки/специальность
по состоянию на « » 20 г.	

- 1.
- 2.
- 3.

- 1.
- 2.
- 3.

Преподаватель _____ (подпись) _____ (И.О.Ф.)