

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»

Кафедра автоматизации и информационных систем

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной и
воспитательной работе
_____ М.В. Темлянцев
подпись
« ____ » _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Натурно-модельный подход в разработке и исследовании систем управления

09.06.01 «Информатика и вычислительная техника»
(направленность (профиль): «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (промышленность)»)

Квалификация выпускника
Исследователь. преподаватель - исследователь

Форма обучения
Очная форма

Срок обучения: 4 года

Год начала подготовки 2021

Новокузнецк
2021

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

- формирование у обучающегося понимания теории и методов натурно-математического моделирования;
- формирование общей культуры использования натурно-модельного под-хода для решения различных вопросов автоматизации и информатизации, использования на практике принципов обработки результатов исследований.

Задачами учебной дисциплины являются:

- систематическое изложение лекционного материала по принципам применения методов натурно-математического моделирования;
- освоение теории и методов натурно-математического моделирования с учетом требований системности, позволяющих не только строить модели объектов, анализировать их динамику и возможность управления машинным экспериментом с моделью, но и судить об адекватности моделей исследуемым системам и правильно организовать моделирование систем на современных средствах вычислительной техники;
- изучение и сравнительный анализ современных процессов исследования объектов;
- изучение принципов и методов оценки адекватности полученных при объектно-пересчетных математических моделях объектов исследования;
- формирование практических навыков по созданию приобъектно-пересчетных математических моделей.

2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по направлению подготовки (специальности)

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам по выбору вариативной части **Блока 1 «Дисциплины (модули)»** ООП по направлению подготовки (специальности) 09.06.01 «Информатика и вычислительная техника».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

- Методология научных исследований;
- Информационные технологии в научных исследованиях.

Учебная дисциплина дополняет знания, умения и навыки, получаемые по одновременно изучаемым и последующим дисциплинам:

- Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами;
- Интеллектуальные системы управления технологическими процессами;
- Автоматизированные экспертные системы управления;

– Научно-исследовательская деятельность.

3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– Профессиональные компетенции

Код и наименование ПК	Планируемые результаты обучения
ПК-2: владением методами натурно-математического моделирования сложных технических систем	– знать: основные методы натурно-математического моделирования; основные способы создания приобъектно-пересчетных моделей объектов исследования. – уметь: формировать приобъектно-пересчетные модели технологических объектов. – владеть: методами натурно-математического моделирования сложных технических систем при разработке и исследовании систем управления.
ПК-3: способностью применять модельный, натурно-модельный и натуральный подходы к исследованию и совершенствованию систем управления	– знать: принципы модельного, натурно-модельного и натурального подхода при моделировании систем; основы планирования экспериментов. – уметь: применять модельный, натурно-модельный и натуральный подходы к исследованию и совершенствованию систем управления. – владеть: навыками использования учебно-исследовательских комплексов на основе натурно-модельного подхода.

4 Объем и содержание учебной дисциплины

Учебные занятия по учебной дисциплине проводятся в форме контактной работы и в форме самостоятельной работы обучающихся.

Контактная работа обучающихся с педагогическим работником включает в себя занятия лекционного типа (лекции), занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы), промежуточную аттестацию обучающихся и иную контактную работу, предусматривающую групповую или индивидуальную работу обучающихся с педагогическим работником. Контактная работа обучающихся с педагогическим работником может быть аудиторной, внеаудиторной, а также проводиться в электронной информационно-образовательной среде.

Объем учебной дисциплины

Семестр / курс		ИТОГО	6 семестр
Форма промежуточной аттестации			экзамен
Трудоёмкость	<i>академ. час.</i>	144	144
	<i>зачетных единиц</i>	4	4
Лекции, <i>академ. час.</i>		18	18
в форме практической подготовки		0	0
Лабораторные работы, <i>академ. час.</i>		0	0
в форме практической подготовки		0	0
Практические занятия, <i>академ. час.</i>		36	36
в форме практической подготовки		0	0
Курсовая работа / проект, <i>академ. час.</i>		0	0
в форме практической подготовки		0	0
Консультации, <i>академ. час.</i>		0	0
в форме практической подготовки		0	0
Самостоятельная работа, <i>академ. час.</i>		54	54
в форме практической подготовки		0	0
Контроль, <i>академ. час.</i>		36	36
в форме практической подготовки		0	0

Содержание учебной дисциплины

Раздел 1 Введение;

Тема 1.1 Введение в теорию моделирования (Введение, задачи курса. Основные понятия и определения. Задачи и цели процесса моделирования. Процесс как объект моделирования. Классификация видов и способов моделирования. Соотношение детерминистического и стохастического подходов. Функции моделей в производственной, обучающей и исследовательской сфере деятельности человека. Этапы процесса моделирования. Процесс познания объекта с помощью модели. Погрешности определения отдельных параметров. Достоверность результатов моделирования);

Раздел 2 Математическое моделирование;

Тема 2.1 Методы детерминированного моделирования (Математическое описание систем и процессов с использованием физических и физико-химических законов. Модели, построенные с использованием балансовых уравнений);

Тема 2.2 Регрессионный анализ (Основные понятия и определения теории вероятности и математической статистики. Сущность и виды экспериментально-статистических методов моделирования, применение их для построения статических и динамических моделей. Идея регрессионного анализа и метода наименьших квадратов. Идея пассивного натурального эксперимента. Построение уравнений множественной регрессии методом наименьших квадратов и матричным методом. Предпосылки к использованию метода наименьших квадратов. Определение адекватности уравнений регрессии исследуемому объекту. Построение регрессионных зависимостей двумя способами: "от сложного к просто-

му" и "от простого к сложному". Сущность метода взвешенных наименьших квадратов);

Тема 2.3 Активный факторный эксперимент (Активный натурный эксперимент. Полный факторный эксперимент для построения линейной и нелинейной модели. Определение статистической значимости параметров модели и адекватности модели исследуемому объекту. Предположения относительно ошибок (остатков) модели. Анализ гистограмм распределения остатков модели; зависимостей остатков от времени или номера опытов, от расчетных выходных величин, от входных факторов, от неучаствующих в модели входных факторов);

Раздел 3 Натурно-математическое моделирование;

Тема 3.1 Основы натурно-математического моделирования (Сущность натурно-математического моделирования. Приобъектно-пересчетные модели и способы их формирования. Двухуровневые пересчетные модели. Формирование натурно-модельных блоков и комплексов. Многовариантные базы данных натуральных и модельных реализаций);

Тема 3.2 Применение натурно-математического моделирования для исследования систем автоматизации (Применение натурно-математического моделирования в производственных и исследовательских задачах. Натурно-модельный объект управления для испытания и отладки систем автоматизации. Режимы испытаний натурно-модельно замкнутых систем управления. Реализация испытательно-наладочных комплексов с использованием натурно-математического моделирования);

Тема 3.3 Применение натурно-математического моделирования в обучающих системах (Применение натурно-математического моделирования для решения образовательных задач. Особенности моделирования и представления информации в обучающих системах Примеры реализации тренажеров операторов технологических комплексов).

5 Перечень тем лекций

№ раздела / темы дисциплины	Темы лекций	Трудоемкость, академ. час	
		всего	в форме практической подготовки
Раздел 1.	Введение		
Тема 1.1.	Введение в теорию моделирования	1	
Раздел 2.	Математическое моделирование		
Тема 2.1.	Методы детерминированного моделирования	1	
Тема 2.2.	Регрессионный анализ	2	
Тема 2.3.	Активный факторный экспе-	2	

	римент		
Раздел 3.	Натурно-математическое моделирование		
Тема 3.1.	Основы натурно-математического моделирования	4	
Тема 3.2.	Применение натурно-математического моделирования для исследования систем автоматизации	4	
Тема 3.3.	Применение натурно-математического моделирования в обучающих системах	4	
Итого:		18	0

6 Перечень тем практических занятий (семинаров)

№ раздела / темы дисциплины	Темы практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, академ. час	
		всего	в форме практической подготовки
Тема 2.2.	Проведение пассивного натурного эксперимента. Получение математической модели с помощью метода наименьших квадратов. Получение математической модели с помощью матричного метода	4	
Тема 2.3.	Подготовка, проведение и обработка результатов полного факторного эксперимента	4	
Тема 3.1.	Построение приобъектно-пересчетных моделей	8	
Тема 3.2.	Использование натурно-математического моделирования для настройки типового регулятора	10	
Тема 3.3.	Построение испытательно-обучающих стендов на базе натурно-модельного подхода	10	
Итого:		36	0

7 Перечень тем лабораторных работ

№ раздела / темы дисциплины	Темы лабораторных работ	Трудоемкость, академ. час	
		всего	в форме практической подготовки

	<i>Отсутствуют</i>		
Итого:		0	0

8 Перечень тем курсовых работ (проектов)

№ раздела / темы дисциплины	Темы курсовых работ (проектов)	Трудоемкость, академ. час	
		всего	в форме практической подготовки
	<i>Отсутствуют</i>		
Итого:		0	0

9 Виды самостоятельной работы

№ раздела / темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, академ. час	
		всего	в форме практической подготовки
Раздел 1.	1. Изучение лекционного материала; 2. Подготовка к текущему контролю.	8	
Раздел 2.	1. Изучение лекционного материала; 2. Оформление отчета о практической работе; 3. Подготовка к практическому занятию; 4. Подготовка к текущему контролю.	18	
Раздел 3.	1. Изучение лекционного материала; 2. Оформление отчета о практической работе; 3. Подготовка к практическому занятию; 4. Подготовка к текущему контролю.	28	
<i>Контроль</i>	<i>Подготовка к экзамену</i>	36	
Итого:		90	0

10 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

а) основная литература:

1 Авдеев, В. П. Натурно-математическое моделирование в системах управления : учебное пособие / В. П. Авдеев, С. Р. Зельцер, В. Я. Карташов. – Кемерово : КемГУ, 1987. – 84 с.;

2 Душин, С. Е. Моделирование систем управления : учебное пособие для вузов / С.Е. Душин, А.В. Красов, Н.Н. Кузьмин. – Москва : Студент, 2012. – 348 с.;

3 Цымбал, В. П. Математическое моделирование сложных систем в металлургии : учебник для вузов / В. П. Цымбал. – Кемерово ; Москва : Кузбассвузиздат-АСТШ, Российские университеты, 2006. – 431 с.;

4 Советов, Б. Я. Моделирование систем : учебник для вузов / Б. Я. Советов, С. А. Яковлев. – 5-е изд., стер. – Москва : Высшая школа, 2007. – 343 с.;

5 Моделирование систем : учебник для вузов / С. И. Дворецкий, Ю. Л. Муромцев, В. А. Погонин, А. Г. Схиртладзе. – Москва : Академия, 2009. – 316 с.;

6 Бродский, Ю. И. Лекции по математическому и имитационному моделированию / Ю. И. Бродский. – Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2015. – 240 с. – ISBN 978-5-4475-3697-8. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=429702> (дата обращения: 10.01.2021).

б) дополнительная литература:

1 Веников, В. А. Теория подобия и моделирования (применительно к задачам электроэнергетики) : учебник для вузов / В. А. Веников, Г. В. Веников. – 3-е изд., перераб.и доп. – Москва : Высшая школа, 1984. – 439 с.;

2 Аверченков, В. И. Основы математического моделирования технических систем : учебное пособие / В. И. Аверченков, В. П. Федоров, М. Л. Хейфец. – 3-е изд., стер. – Москва : Флинта, 2016. – 271 с. – ISBN 978-5-9765-1278-8. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=93344> (дата обращения: 10.01.2021);

3 Строгалев, В. П. Имитационное моделирование : учебное пособие / Строгалев В. П., Толкачева И. О. – Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2018. – 295 с. – ISBN 978-5-7038-4825-8. – URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785703848258.html> (дата обращения: 10.01.2021);

4 Боев, В. Д. Имитационное моделирование систем : учебное пособие для вузов / В. Д. Боев. – Москва : Юрайт, 2020. – 253 с. – ISBN 978-5-534-04734-9. – URL: <https://urait.ru/bcode/453964> (дата обращения: 10.01.2021);

5 Системы автоматизации на основе натурно-модельного подхода : монография : в 3 т. Том 2. Системы автоматизации производственного назначения / Л. П. Мышляев, А. А. Ивушкин, Г. П. Сазыкин [и др.] ; под ред. Л. П. Мышляева. – Новосибирск : Наука, 2006. – 483 с.;

в) ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1 Консультант студента. Электронная библиотека технического ВУЗа : электронно-библиотечная система / ООО «Политехресурс». –

Москва, [200 –]. – URL: <http://www.studentlibrary.ru>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

2 ЛАНЬ : электронно-библиотечная система : [коллекция «Инженерно-технические науки»] / ООО «Издательство Лань». – Санкт-Петербург, [200 –]. – URL: <http://e.lanbook.com>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

3 НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА eLIBRARY.RU : база данных / ООО «НЭБ». – Москва, [200 –]. – URL: <http://elibrary.ru>. – Режим доступа: по подписке;

4 Образовательная платформа ЮРАЙТ / ООО «Электронное издательство Юрайт». – Москва, [200 –]. – URL: <https://urait.ru>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

5 Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система / ООО «Директ-Медиа». – Москва, [200 –]. – URL: <http://www.biblioclub.ru>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

6 Электронная библиотека // Научно-техническая библиотека СибГИУ : сайт. – Новокузнецк, [200 –]. – URL: <http://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

7 Электронный каталог : сайт / Научно-техническая библиотека СибГИУ. – Новокузнецк, [199 –]. – URL: <http://libr.sibsiu.ru>.

г) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

- Microsoft Office 2007;
- Microsoft Office 2010;
- Microsoft Windows 7.

д) базы данных и информационно-справочные системы:

1 КонсультантПлюс : справочно-правовая система / ООО «Информационный центр АНВИК». – Новокузнецк, [199 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть библиотеки Сиб. гос. индустр. ун-та.;

2 Система ГАРАНТ : электронный периодический справочник / ООО «Правовой центр «Гарант». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.;

3 Техэксперт : информационно-справочная система / ООО «Группа компаний «Кодекс». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.;

4 Электронный реферативный журнал (ЭлРЖ) : база данных / ВИНТИ РАН. – Москва, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть библиотеки Сиб. гос. индустр. ун-та.

11 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины включает учебные аудитории, оснащенные оборудованием, компьютер-

ной техникой, и техническими средствами обучения, в том числе:

- учебную аудиторию для проведения занятий лекционного типа, оборудованную учебной доской, экраном и мультимедийным проектором;
- учебную аудиторию для проведения занятий семинарского типа (практических занятий);
- учебную аудиторию (помещения) для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, научно-техническую библиотеку СибГИУ.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 09.06.01 «Информатика и вычислительная техника».

Составитель(и):

профессор Кулаков Станислав Матвеевич (кафедра автоматизации и информационных систем).

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры.

Приложение А

Аннотация

рабочей программы дисциплины «Натурно-модельный подход в разработке и исследовании систем управления»

по направлению подготовки (специальности)

09.06.01 «Информатика и вычислительная техника»

(направленность (профиль): «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (промышленность)»)

форма обучения – Очная форма

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

- формирование у обучающегося понимания теории и методов натурно-математического моделирования;
- формирование общей культуры использования натурно-модельного подхода для решения различных вопросов автоматизации и информатизации, использования на практике принципов обработки результатов исследований.

Задачами учебной дисциплины являются:

- систематическое изложение лекционного материала по принципам применения методов натурно-математического моделирования;
- освоение теории и методов натурно-математического моделирования с учетом требований системности, позволяющих не только строить модели объектов, анализировать их динамику и возможность управления машинным экспериментом с моделью, но и судить об адекватности моделей исследуемым системам и правильно организовать моделирование систем на современных средствах вычислительной техники;
- изучение и сравнительный анализ современных процессов исследования объектов;
- изучение принципов и методов оценки адекватности полученных при объектно-пересчетных математических моделях объектов исследования;
- формирование практических навыков по созданию приобъектно-пересчетных математических моделей.

2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по направлению подготовки (специальности)

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам по выбору вариативной части **Блока 1 «Дисциплины (модули)»** ООП по направлению подготовки (специальности) 09.06.01 «Информатика и вычислительная техника».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

- Методология научных исследований;
- Информационные технологии в научных исследованиях.

Учебная дисциплина дополняет знания, умения и навыки, получаемые по одновременно изучаемым и последующим дисциплинам:

- Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами;
- Интеллектуальные системы управления технологическими процессами;
- Автоматизированные экспертные системы управления;
- Научно-исследовательская деятельность.

3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– Профессиональные компетенции

Код и наименование ПК	Планируемые результаты обучения
ПК-2: владением методами натурно-математического моделирования сложных технических систем	<ul style="list-style-type: none"> – знать: основные методы натурно-математического моделирования; основные способы создания приобъектно-пересчетных моделей объектов исследования. – уметь: формировать приобъектно-пересчетные модели технологических объектов. – владеть: методами натурно-математического моделирования сложных технических систем при разработке и исследовании систем управления.
ПК-3: способностью применять модельный, натурно-модельный и натурный подходы к исследованию и совершенствованию систем управления	<ul style="list-style-type: none"> – знать: принципы модельного, натурно-модельного и натурального подхода при моделировании систем; основы планирования экспериментов. – уметь: применять модельный, натурно-модельный и натурный подходы к исследованию и совершенствованию систем управления. – владеть: навыками использования учебно-исследовательских комплексов на основе натурно-модельного подхода.

4 Объем учебной дисциплины

Семестр / курс	ИТОГО		6 семестр
Форма промежуточной аттестации			<i>экзамен</i>
Трудоёмкость	<i>академ. час.</i>	144	144
	<i>зачетных единиц</i>	4	4
Лекции, <i>академ. час.</i>	18		18

в форме практической подготовки	0	0
Лабораторные работы, <i>академ. час.</i>	0	0
в форме практической подготовки	0	0
Практические занятия, <i>академ. час.</i>	36	36
в форме практической подготовки	0	0
Курсовая работа / проект, <i>академ. час.</i>	0	0
в форме практической подготовки	0	0
Консультации, <i>академ. час.</i>	0	0
в форме практической подготовки	0	0
Самостоятельная работа, <i>академ. час.</i>	54	54
в форме практической подготовки	0	0
Контроль, <i>академ. час.</i>	36	36
в форме практической подготовки	0	0

5 Краткое содержание учебной дисциплины

В структуре учебной дисциплины выделяются следующие основные разделы (темы):

Раздел 1 Введение;

Тема 1.1 Введение в теорию моделирования (Введение, задачи курса. Основные понятия и определения. Задачи и цели процесса моделирования. Процесс как объект моделирования. Классификация видов и способов моделирования. Соотношение детерминистического и стохастического подходов. Функции моделей в производственной, обучающей и исследовательской сфере деятельности человека. Этапы процесса моделирования. Процесс познания объекта с помощью модели. Погрешности определения отдельных параметров. Достоверность результатов моделирования);

Раздел 2 Математическое моделирование;

Тема 2.1 Методы детерминированного моделирования (Математическое описание систем и процессов с использованием физических и физико-химических законов. Модели, построенные с использованием балансовых уравнений);

Тема 2.2 Регрессионный анализ (Основные понятия и определения теории вероятности и математической статистики. Сущность и виды экспериментально-статистических методов моделирования, применение их для построения статических и динамических моделей. Идея регрессионного анализа и метода наименьших квадратов. Идея пассивного натурального эксперимента. Построение уравнений множественной регрессии методом наименьших квадратов и матричным методом. Предпосылки к использованию метода наименьших квадратов. Определение адекватности уравнений регрессии исследуемому объекту. Построение регрессионных зависимостей двумя способами: "от сложного к простому" и "от простого к сложному". Сущность метода взвешенных наименьших квадратов);

Тема 2.3 Активный факторный эксперимент (Активный натуральный эксперимент. Полный факторный эксперимент для построения линейной

и нелинейной модели. Определение статистической значимости параметров модели и адекватности модели исследуемому объекту. Предположения относительно ошибок (остатков) модели. Анализ гистограмм распределения остатков модели; зависимостей остатков от времени или номера опытов, от расчетных выходных величин, от входных факторов, от неучастствующих в модели входных факторов);

Раздел 3 Натурно-математическое моделирование;

Тема 3.1 Основы натурно-математического моделирования (Сущность натурно-математического моделирования. Приобъектно-пересчетные модели и способы их формирования. Двухуровневые пересчетные модели. Формирование натурно-модельных блоков и комплексов. Многовариантные базы данных натуральных и модельных реализаций);

Тема 3.2 Применение натурно-математического моделирования для исследования систем автоматизации (Применение натурно-математического моделирования в производственных и исследовательских задачах. Натурно-модельный объект управления для испытания и отладки систем автоматизации. Режимы испытаний натурно-модельно замкнутых систем управления. Реализация испытательно-наладочных комплексов с использованием натурно-математического моделирования);

Тема 3.3 Применение натурно-математического моделирования в обучающих системах (Применение натурно-математического моделирования для решения образовательных задач. Особенности моделирования и представления информации в обучающих системах Примеры реализации тренажеров операторов технологических комплексов).

6 Составитель(и):

профессор Кулаков Станислав Матвеевич (кафедра автоматизации и информационных систем).