

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»
Кафедра прикладных информационных технологий и программирования

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе -
первый проректор
_____ И.В. Зоря
подпись
« ____ » _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Построение математических моделей на основе фундаментальных за-
конов

09.06.01 «Информатика и вычислительная техника»
(направленность (профиль): «Математическое моделирование, числен-
ные методы и комплексы программ»)

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:

- Применение фундаментальных законов при построении математических моделей технологических систем.

Задачами учебной дисциплины являются:

- Изучение детерминированного подхода при математическом моделировании;
- Изучение принципов построения моделей на основе фундаментальных законов.

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;
- Методы и программно-инструментальные средства моделирования;
- Программные комплексы математического моделирования.

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

- Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

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: знанием методов моделирования и умение применять их при решении задач профессиональной деятельности	<ul style="list-style-type: none">– знать: методы построения детерминированных моделей.– уметь: применять их при решении задач профессиональной деятельности.– владеть: знанием методов построения детерминированных моделей и умение применять их при решении задач профессиональной деятельности.
ПК-3: умением проводить разработку и исследование теоретических и экспериментальных моделей объектов	<ul style="list-style-type: none">– знать: методы исследования детерминированных моделей объектов.– уметь: разрабатывать детерминиро-

	<p>ванные модели объектов.</p> <p>– владеть: умением разрабатывать и исследовать детерминированные модели объектов.</p>
<p>ПК-4: умением осуществлять моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного исследования</p>	<p>– знать: современные стандартные пакеты автоматизированного исследования.</p> <p>– уметь: осуществлять моделирование процессов и объектов на базе современных стандартных пакетов автоматизированного исследования.</p> <p>– владеть: умением осуществлять моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного исследования.</p>

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	7 семестр
Форма промежуточной аттестации			<i>экзамен</i>
Трудоёмкость	<i>академ. час.</i>	108	108
	<i>зачетных единиц</i>	3	3
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>		18	18
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>		36	36
в форме практической подготовки		0	0
Контроль, <i>академ. час.</i>		36	36
в форме практической подготовки		0	0

Содержание учебной дисциплины

Раздел 1 Подходы к моделированию и оптимизации технологических систем;

Тема 1.1 Подходы к моделированию технологических систем (Понятие математического моделирования. Детерминированный и стохастический подходы к моделированию систем. Методы и средства математического моделирования Термодинамический анализ. Типы систем. Открытая, закрытая, изолированная системы. Особенности моделирования различных типов систем. Методы поиска экстремума термодинамического потенциала системы. Метод равенства химических потенциалов);

Тема 1.2 Инструментальные системы термодинамического моделирования (История создания инструментальных систем. Программы: Ивтантермо, Оракул, Селектор, Терра, Реал. Развитие методов термодинамического моделирования с распространением Интернета);

Тема 1.3 1.3 Анализ критериев оптимизации и способов решения оптимизационных задач технологических систем (Виды критериев оптимизации. Особенности решения многокритериальных задач векторной оптимизации. Метод уступок, метод свертки. Метод исследования пространства параметров. Этапы решения оптимизационной задачи. Классификация методов скалярной оптимизации);

Раздел 2 Построение детерминированных математических моделей технологических систем на основе фундаментальных законов;

Тема 2.1 Параметры и критерии оптимизации (Параметры входных потоков. Параметры выходных потоков. Технологические параметры. Техничко-экономические параметры);

Тема 2.2 Выделение стадий и подпроцессов (Типы химических реакций. Горение топлива. Окислительные процессы. Восстановительные процессы);

Тема 2.3 Термодинамическое моделирование (Законы термодинамики. Принцип максимума энтропии. Система ограничений при расчете максимума энтропии.);

Тема 2.4 Принципы расчета материального баланса (Закон сохранения вещества. Баланс входных-выходных потоков. Баланс веществ. Баланс элементов.);

Тема 2.5 Принципы расчета теплового баланса. (Закон сохранения энергии. Теплоемкость. Энтальпия. Расчет изменения энтальпии вещества при нагреве. Расчет теплового эффекта химической реакции. Фазовые переходы. Уравнения теплового баланса системы.);

Тема 2.6 Методика моделирования и оптимизации технологических процессов. (Постановка задачи. Формирование исходных данных. Расчет стадий и подпроцессов. Расчет взаимосвязи потоков и процесса. Решение задачи оптимизации. Выбор критерия оптимизации. Задание системы ограничений. Реализация метода оптимизации).

5 Перечень тем лекций

№ раздела / темы дисциплины	Темы лекций	Трудоемкость, академ. час	
		всего	в форме практической подготовки
Раздел 1.	Подходы к моделированию и оптимизации технологических систем		
Тема 1.1.	Подходы к моделированию технологических систем	2	
Тема 1.2.	Инструментальные системы термодинамического моделирования	2	
Тема 1.3.	1.3 Анализ критериев оптимизации и способов решения оптимизационных задач технологических систем	2	
Раздел 2.	Построение детерминированных математических моделей технологических систем на основе фундаментальных законов		
Тема 2.1.	Параметры и критерии оптимизации	2	
Тема 2.2.	Выделение стадий и подпроцессов	2	
Тема 2.3.	Термодинамическое моделирование	2	
Тема 2.4.	Принципы расчета материального баланса	2	
Тема 2.5.	Принципы расчета теплового баланса.	2	
Тема 2.6.	Методика моделирования и оптимизации технологических процессов.	2	
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 2.3.	Расчет термодинамического равновесия системы на основе принципа максимума энтропии	6	

Тема 2.4.	Расчет материального баланса технологического процесса	6	
Тема 2.5.	Расчет теплового баланса технологического процесса	6	
Итого:		18	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.	18	
Раздел 2.	1. Изучение лекционного материала; 2. Подготовка к практическому занятию; 3. Подготовка к текущему контролю.	18	
<i>Контроль</i>	<i>Подготовка к экзамену</i>	36	
Итого:		72	0

10 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

а) основная литература:

1 Советов, Б.Я. Моделирование систем : учебник для вузов. – 3-е изд., перераб. – Москва : Высшая школа, 2001. – 343 с.;

2 Моделирование систем и процессов : учебник для вузов / В. Н. Волкова [и др.] ; под редакцией В. Н. Волковой, В. Н. Козлова. – Москва : Издательство Юрайт, 2020. – 450 с. – URL: <https://urait.ru/bcode/450218> (дата обращения: 25.01.2021);

3 Боев, В. Д. Имитационное моделирование систем : учебное пособие для вузов / В. Д. Боев. – Москва : Издательство Юрайт, 2020. – 253 с. – URL: <https://urait.ru/bcode/453964> (дата обращения: 25.01.2021).

б) дополнительная литература:

1 Ватолин, Н. А. Термодинамическое моделирование в высокотемпературных неорганических системах. – Москва : Metallurgia, 1994. – 352 с.;

2 Советов, Б. Я. Моделирование систем. Практикум : учебное пособие / Б. Я. Советов, С. А. Яковлев. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2019. – 295 с. – URL: <https://urait.ru/bcode/425258> (дата обращения: 25.01.2021);

3 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. – URL: <https://urait.ru/bcode/451288> (дата обращения: 25.01.2021).

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:

- Adobe Acrobat Reader;
- Microsoft Office 2010;
- Microsoft Windows 7;
- Microsoft Windows Server 2008;
- WinRAR 3.6.

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, компьютерной 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), оснащенную мультимедийным оборудованием, 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):

заведующий кафедрой Рыбенко Инна Анатольевна (кафедра прикладных информационных технологий и программирования).

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры.

Приложение А

Аннотация

рабочей программы дисциплины «Построение математических моделей на основе фундаментальных законов»

по направлению подготовки (специальности)

09.06.01 «Информатика и вычислительная техника»

(направленность (профиль): «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»)

форма обучения – Очная форма

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

- Применение фундаментальных законов при построении математических моделей технологических систем.

Задачами учебной дисциплины являются:

- Изучение детерминированного подхода при математическом моделировании;
- Изучение принципов построения моделей на основе фундаментальных законов.

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;
- Методы и программно-инструментальные средства моделирования;
- Программные комплексы математического моделирования.

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

- Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

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: знанием методов моделирования и	– знать: методы построения детермини-

умение применять их при решении задач профессиональной деятельности	<p>рованных моделей.</p> <p>– уметь: применять их при решении задач профессиональной деятельности.</p> <p>– владеть: знанием методов построения детерминированных моделей и умение применять их при решении задач профессиональной деятельности.</p>
ПК-3: умением проводить разработку и исследование теоретических и экспериментальных моделей объектов	<p>– знать: методы исследования детерминированных моделей объектов.</p> <p>– уметь: разрабатывать детерминированные модели объектов.</p> <p>– владеть: умением разрабатывать и исследовать детерминированные модели объектов.</p>
ПК-4: умением осуществлять моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного исследования	<p>– знать: современные стандартные пакеты автоматизированного исследования.</p> <p>– уметь: осуществлять моделирование процессов и объектов на базе современных стандартных пакетов автоматизированного исследования.</p> <p>– владеть: умением осуществлять моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного исследования.</p>

4 Объем учебной дисциплины

Семестр / курс		ИТОГО	7 семестр
Форма промежуточной аттестации			<i>экзамен</i>
Трудоёмкость	<i>академ. час.</i>	108	108
	<i>зачетных единиц</i>	3	3
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>		18	18
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>		36	36
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 Подходы к моделированию и оптимизации технологических систем;

Тема 1.1 Подходы к моделированию технологических систем (Понятие математического моделирования. Детерминированный и стохастический подходы к моделированию систем. Методы и средства математического моделирования Термодинамический анализ. Типы систем. Открытая, закрытая, изолированная системы. Особенности моделирования различных типов систем. Методы поиска экстремума термодинамического потенциала системы. Метод равенства химических потенциалов);

Тема 1.2 Инструментальные системы термодинамического моделирования (История создания инструментальных систем. Программы: Ивтантермо, Оракул, Селектор, Терра, Реал. Развитие методов термодинамического моделирования с распространением Интернета);

Тема 1.3 Анализ критериев оптимизации и способов решения оптимизационных задач технологических систем (Виды критериев оптимизации. Особенности решения многокритериальных задач векторной оптимизации. Метод уступок, метод свертки. Метод исследования пространства параметров. Этапы решения оптимизационной задачи. Классификация методов скалярной оптимизации);

Раздел 2 Построение детерминированных математических моделей технологических систем на основе фундаментальных законов;

Тема 2.1 Параметры и критерии оптимизации (Параметры входных потоков. Параметры выходных потоков. Технологические параметры. Техничко-экономические параметры);

Тема 2.2 Выделение стадий и подпроцессов (Типы химических реакций. Горение топлива. Окислительные процессы. Восстановительные процессы);

Тема 2.3 Термодинамическое моделирование (Законы термодинамики. Принцип максимума энтропии. Система ограничений при расчете максимума энтропии.);

Тема 2.4 Принципы расчета материального баланса (Закон сохранения вещества. Баланс входных-выходных потоков. Баланс веществ. Баланс элементов.);

Тема 2.5 Принципы расчета теплового баланса. (Закон сохранения энергии. Теплоемкость. Энтальпия. Расчет изменения энтальпии вещества при нагреве. Расчет теплового эффекта химической реакции. Фазовые переходы. Уравнения теплового баланса системы.);

Тема 2.6 Методика моделирования и оптимизации технологических процессов. (Постановка задачи. Формирование исходных данных. Расчет стадий и подпроцессов. Расчет взаимосвязи потоков и процесса. Решение задачи оптимизации. Выбор критерия оптимизации. Задание системы ограничений. Реализация метода оптимизации).

6 Составитель(и):

заведующий кафедрой Рыбенко Инна Анатольевна (кафедра прикладных информационных технологий и программирования).