

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 20.10.2023 13:32:39  
Уникальный программный ключ:  
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт  
(технический университет)»

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной  
и методической работе  
\_\_\_\_\_ Б.В.Пекаревский  
«25» июня 2021 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**ИДЕНТИФИКАЦИЯ ОБЪЕКТОВ УПРАВЛЕНИЯ**

Направление подготовки

**15.04.04 Автоматизация технологических процессов и производств**

Направленность программы бакалавриата

**Управление потенциально-опасными процессами химической технологии**

Квалификация

**Магистр**

Форма обучения

**Заочная**

Факультет **информационных технологий и управления**

Кафедра **автоматизации процессов химической промышленности**

Санкт-Петербург

2021

**Б1.В.01**

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность разработчика	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
профессор		профессор Л.М. Яковис
доцент		доцент В.В. Сыроквашин

Рабочая программа дисциплины «Идентификация объектов управления» обсуждена на заседании кафедры автоматизации процессов химической промышленности протокол от «15» июня 2021 № 8  
Заведующий кафедрой

Л.А. Русинов

Одобрено учебно-методической комиссией факультета информационных технологий и управления протокол от «23» июня 2021 № 9  
Председатель

В.В. Куркина

## СОГЛАСОВАНО

Ответственный за направление подготовки «Автоматизация технологических процессов и производств»		О.А. Ремизова
Руководитель направления подготовки		Л.А. Русинов
Директор библиотеки		Т.Н. Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		Т.И. Богданова
Начальник учебно-методического управления		С.Н. Денисенко

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	5
3. Объем дисциплины.....	5
4. Содержание дисциплины.....	6
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.....	6
4.2. Формирование индикаторов достижения компетенций разделами дисциплины.....	6
4.3. Занятия лекционного типа.....	7
4.4. Занятия семинарского типа.....	8
4.4.1. Семинары, практические занятия.....	8
4.4.2. Лабораторные работы.....	9
4.5. Самостоятельная работа обучающихся.....	10
4.5.1 Темы и содержание контрольных работ.....	11
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.....	12
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	12
7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины.....	12
8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.....	13
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	13
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.....	13
10.1. Информационные технологии.....	13
10.2. Программное обеспечение.....	13
10.3. Базы данных и информационные справочные системы.....	13
11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы.....	14
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.....	14
Приложение № 1.....	15

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.**

В результате освоения образовательной программы магистратуры обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
<p><b>ПК-2</b> Способен проводить анализ объекта управления и выбирать архитектуру гибкой производственной системы на уровне интегрированной системы управления с применением цифровых технологий.</p>	<p><b>ПК-2.2</b> Способен планировать автоматизированные эксперименты, заключающиеся в подаче тестовых управляющих воздействий и фиксации реакции изучаемого технологического процесса (ТП) с целью параметрической идентификации математической модели ТП на основе компьютерной статистической обработки полученных данных о входах и выходах модели</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– подходы к формированию математических моделей объектов управления, типы математического описания (МО) статических и динамических явлений (ЗН-1);</li> <li>– способы расчета параметров моделей технологических процессов (ТП) в режиме их нормальной эксплуатации и основные принципы планирования экспериментов по определению параметров моделей ТП (ЗН-2).</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– осуществлять выбор наиболее рациональных типов МО различных ТП и применять при разработке систем идентификации объектов управления современные средства автоматизации проектирования (У-1);</li> <li>– разрабатывать программы проведения производственных испытаний, в ходе которых осуществляется параметрическая идентификация объектов управления (У-2).</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методологией проектирования современных АСУТП, включающей этапы идентификации объектов управления; навыками построения статических и динамических моделей процессов химической технологии (Н-1).</li> </ul>

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений (Б1.В.01) и изучается на 1 курсе.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Высшая математика», «Теория автоматического управления», «Процессы и аппараты» в ООП бакалавриата. Полученные в процессе изучения дисциплины «Идентификация объектов управления» знания, умения и навыки могут быть использованы при изучении дисциплин «Адаптивное и оптимальное управление», «Интегрированные системы проектирования и управления автоматизированных и автоматических производств», «Мониторинг и диагностика технологических процессов», а также при прохождении производственной практики, а также при выполнении выпускной квалификационной работы

## 3. Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, ЗЕ/академ. часов
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b> (зачетных единиц/ академических часов)	<b>3/ 108</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>18</b>
занятия лекционного типа	4
занятия семинарского типа, в т.ч.	10
семинары, практические занятия (в том числе практическая подготовка)	6 (4)
лабораторные работы (в том числе практическая подготовка)	4(2)
курсовое проектирование (КР или КП)	КР(4)
КСР	-
другие виды контактной работы	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>86</b>
<b>Форма текущего контроля</b> (Кр, реферат, РГР, эссе)	Кр1, Кр2
<b>Форма промежуточной аттестации</b> (КР, КП, зачет, экзамен)	<b>КР, зачет (4)</b>

#### 4. Содержание дисциплины.

##### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, академ. часы	Занятия семинарского типа, академ. часы		Самостоятельная работа, академ. часы	Формируемые компетенции	Формируемые индикаторы
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы			
1	Применение математических моделей в системном анализе. Предмет идентификации	0,5			10	ПК-2	ПК-2.2
2	Суть и особенности задач идентификации объектов управления	0,5			10	ПК-2	ПК-2.2
3	Применение математических моделей при управлении технологическими процессами	0,5	2		20	ПК-2	ПК-2.2
4	Идентификация статических моделей объектов управления	1,25	2	1	26	ПК-2	ПК-2.2
5	Идентификация динамических моделей объектов управления	1,25	2	3	20	ПК-2	ПК-2.2
	Итого	4	6	4	86		

##### 4.2 Формирование индикаторов достижения компетенций разделами дисциплины

№ п/п	Код индикаторов достижения компетенции	Наименование раздела дисциплины
1.	<b>ПК-2.2</b>	Применение математических моделей в системном анализе. Предмет идентификации Суть и особенности задач идентификации объектов управления Применение математических моделей при управлении технологическими процессами Идентификация статических моделей объектов управления Идентификация динамических моделей объектов управления

### 4.3. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<u>Применение математических моделей в системном анализе. Предмет идентификации.</u> Математические модели в науке и технике. Типы математических моделей. Методы построения математических моделей. Понятие идентификации.	0,5	ЛВ
2	<u>Суть и особенности задач идентификации объектов управления.</u> Задачи анализа и оптимизации систем управления. Принципы формирования управляющих воздействий на основе математических моделей управляемых процессов. Задача идентификации объектов управления.	0,5	ЛВ
3	<u>Применение математических моделей при управлении технологическими процессами</u> Двухуровневое управление технологическими процессами на основе статических и динамических моделей. Типовые законы регулирования для управления многомерными объектами с перекрестными связями. Настройка параметров типовых законов регулирования с использованием динамической модели объекта управления. Имитационное моделирование систем управления. Многоуровневое управление технологическими процессами на основе адаптивных моделей.	0,5	ЛВ
4	<u>Идентификация статических моделей объектов управления.</u> Общая схема постановки и решения задач статической идентификации. Расчет параметров модели по методу наименьших квадратов (МНК). Линейные и квадратичные по входам МНК-модели. Приведение моделей к линейным по параметрам. Вероятностная трактовка метода наименьших квадратов. Точность оценок по методу наименьших квадратов. Проверка значимости оценок параметров регрессии. Оценка качества регрессионной модели. Влияние входных воздействий на качество регрессионных моделей. Рекуррентная форма метода наименьших квадратов.	1,25	ЛВ

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
5	<u>Идентификация динамических моделей объектов управления.</u> Модели динамических систем и задачи их идентификации. Идентификация динамических объектов по реакциям на типовые воздействия (импульсные, гармонические, ступенчатые). Анализ возможностей идентификации объектов управления в режиме их нормальной эксплуатации с применением метода наименьших квадратов. Идентификация динамических объектов с применением имитационного моделирования и настраиваемых моделей.	1,25	ЛВ

#### 4.4. Занятия семинарского типа.

##### 4.4.1. Семинары, практические занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		всего	в том числе на практическую подготовку	
3	<u>Расчет параметров типовых регуляторов с применением динамической модели объекта управления</u> Методики расчета ПИ и ПИД-регуляторов, базирующиеся на динамических моделях, описывающих ТП в виде инерционных объектов с запаздыванием (компенсационный метод и метод внутренней модели ИМС). Примеры расчета регуляторов при различных соотношениях параметров объектов управления.	2		ЛПК
4	<u>Расчет параметров модели по методу наименьших квадратов (МНК).</u> Линейные и квадратичные по входам МНК-модели. Приведение моделей к линейным по параметрам. Вероятностная трактовка метода наименьших квадратов. Точность оценок по методу наименьших квадратов. Проверка значимости оценок параметров регрессии. Оценка качества регрессионной модели. Влияние входных воздействий на качество регрессионных моделей. Рекуррентная форма метода наименьших квадратов	2	2	ЛПК

№ раздела дисци- плины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инноваци- онная форма
		всего	в том числе на практическую подготовку	
5	<u>Модели динамических систем и задачи их идентификации.</u> Идентификация динамических объектов по реакциям на типовые воздействия (импульсные, гармонические, ступенчатые). Анализ возможностей идентификации объектов управления в режиме их нормальной эксплуатации с применением метода наименьших квадратов. Идентификация динамических объектов с применением имитационного моделирования и настраиваемых моделей	2	2	ЛПК

#### 4.4.2. Лабораторные работы

№ раздела дис- циплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Примечания
		всего	в том числе на практическую подготовку	
4	<u>Построение экспериментально-статистических моделей методом наименьших квадратов</u> Работа подробно рассмотрена ниже (за пределами таблицы).	1	1	
5	<u>Идентификация в условиях нормальной эксплуатации (ступенчатые возмущения)</u> Идентификация динамического объекта в замкнутой системе управления методом настраиваемой модели в условиях ступенчатых возмущений	0,5	0,5	
5	<u>Идентификация в условиях нормальной эксплуатации (случайные возмущения)</u> Идентификация динамического объекта в замкнутой системе управления методом настраиваемой модели в условиях случайных возмущений	0,5	0,5	

№ раздела дис- циплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Примечания
		всего	в том числе на практическую подготовку	
5	<u>Влияние погрешностей идентификации на качество управления</u> Исследование чувствительности системы управления к неточностям идентифицированных моделей.	1		
5	<u>Идентификация и управление многомерными объектами</u> Идентификация динамических моделей многомерных объектов управления и настройка многомерных типовых регуляторов на основе найденных моделей	1		

#### 4.5. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дис- циплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма кон- троля
1	<u>Понятие идентификации</u> Типы математических моделей. Методы построения математических моделей. Понятие идентификации	10	Контрольная работа №1 Устный опрос
2	<u>Особенности задач идентификации объектов управления.</u> Задачи анализа и оптимизации систем управления. Принципы формирования управляющих воздействий на основе математических моделей управляемых процессов. Задача идентификации объектов управления	10	Контрольная работа №1
3	<u>Двухуровневое управление технологическими процессами на основе статических и динамических моделей.</u> Типовые законы регулирования для управления многомерными объектами с перекрестными связями. Настройка параметров типовых законов регулирования с использованием динамической модели объекта управления. Имитационное моделирование систем управления. Многоуровневое управление технологическими процессами на основе адаптивных моделей	20	Контрольная работа №2

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
4	<u>Общая схема постановки и решения задач статической идентификации.</u> Расчет параметров модели по методу наименьших квадратов (МНК). Линейные и квадратичные по входам МНК-модели. Приведение моделей к линейным по параметрам. Вероятностная трактовка метода наименьших квадратов. Точность оценок по методу наименьших квадратов. Проверка значимости оценок параметров регрессии. Оценка качества регрессионной модели. Влияние входных воздействий на качество регрессионных моделей. Рекуррентная форма метода наименьших квадратов	26	Контрольная работа №2
5	<u>Модели динамических систем и задачи их идентификации.</u> Идентификация динамических объектов по реакциям на типовые воздействия (импульсные, гармонические, ступенчатые). Анализ возможностей идентификации объектов управления в режиме их нормальной эксплуатации с приме-	20	Контрольная работа №3

#### 4.5.1 Темы и содержание контрольных работ

**Контрольная работа №1** предназначена для оценки знаний магистрантов по разделам 3 - 4 дисциплины и включает следующие темы:

1. Двухуровневое управление технологическими процессами на основе статических и динамических моделей.
2. Типовые законы регулирования для управления многомерными объектами с перекрестными связями.
3. Настройка параметров типовых законов регулирования с использованием динамической модели объекта управления.
4. Имитационное моделирование систем управления.
5. Многоуровневое управление технологическими процессами на основе адаптивных моделей.
6. Общая схема постановки и решения задач статической идентификации.
7. Расчет параметров модели по методу наименьших квадратов (МНК).
8. Приведение моделей к линейным по параметрам.
9. Точность оценок по методу наименьших квадратов.
10. Проверка значимости оценок параметров регрессии.
11. Оценка качества регрессионной модели.

**Контрольная работа №2** предназначена для оценки знаний магистрантов по разделу 5 дисциплины и включает следующие темы:

1. Модели динамических систем и задачи их идентификации.
2. Идентификация динамических объектов по реакциям на типовые воздействия (импульсные, гармонические, ступенчатые).
3. Анализ возможностей идентификации объектов управления в режиме их нормальной эксплуатации с применением метода наименьших квадратов.
4. Идентификация динамических объектов с применением имитационного моделирования и настраиваемых моделей

## **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.**

Методические указания для обучающихся по организации самостоятельной работы по дисциплине, включая перечень тем самостоятельной работы, формы текущего контроля по дисциплине и требования к их выполнению размещены в электронной информационно-образовательной среде СПбГТИ(ТУ) на сайте: <https://media.technolog.edu.ru>

## **6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета по вопросам и защиты курсовой работы. К сдаче зачета допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. При сдаче зачета, студент получает два вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу - до 30 мин.

Пример зачетного задания:

1. Понятие идентификации.
2. Проверка значимости оценок параметров регрессии

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1.

Результаты освоения дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций достигнут пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе – оценка «удовлетворительно».

## **7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины**

### **а) печатные издания:**

1. Советов, Б.Я. Моделирование систем: учеб. для вузов/ Б. Я. Советов, С.А. Яковлев. – Москва: Высшая школа, 2013. – 343 с. - ISBN 978-5-9916-2698-9
2. Гайдук, А. Р. Теория автоматического управления в примерах и задачах с решениями в MATLAB: Учебное пособие для вузов / А. Р. Гайдук, В. Е. Беляев, Т. А. Пьявченко, - Санкт-Петербург, Москва, Краснодар : Лань, 2011. - 463 с. - ISBN 978-5-8114-1255-6
3. Сотников, В. В. Основы теории управления. Базовый курс: Учебное пособие / В. В. Сотников, Л. Ф. Макарова, Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра систем автоматизированного проектирования и управления. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2010. – 155 с.
4. Харазов, В.Г. Интегрированные системы управления технологическими процессами: учебное пособие для вузов / В.Г. Харазов. – Санкт-Петербург: Профессия, 2013. - 592 с.- ISBN 978-5-904757-56-4.
5. Лесин, В. В. Основы методов оптимизации: Учебное пособие / В. В. Лесин, Ю. П. Лисовец. - Санкт-Петербург, Москва, Краснодар : Лань, 2011. - 341 с. - ISBN 978-5-8114-1217-4

### **б) электронные учебные издания:**

1. Петров, А. В. Моделирование процессов и систем: учебное пособие / А. В. Петров. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 288 с. — ISBN 978-5-8114-1886-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/168879> (дата обращения: 01.07.2021). — Режим доступа: по подписке .
2. Пен, Р. З. Статистические методы математического моделирования, анализа и оптимизации технологических процессов : учебное пособие для вузов / Р. З. Пен, В. Р. Пен. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 308 с. — ISBN 978-5-8114-8369-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/175505> (дата обращения: 01.07.2021). — Режим доступа: по подписке.

## **8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.**

учебный план, РПД и учебно-методические материалы: <http://media.technolog.edu.ru>

сайты фирм разработчиков АСУТП: [www.adastra.ru](http://www.adastra.ru); [www.foit.ru](http://www.foit.ru); [www.metso.ru](http://www.metso.ru); [www.siemens.ru](http://www.siemens.ru);

электронно-библиотечные системы:

«Электронный читальный зал – БиблиоТех» <https://technolog.bibliotech.ru/>;

«Лань» <https://e.lanbook.com/books/>.

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.**

Все виды занятий по дисциплине «Идентификация объектов управления» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

СТП СПбГТИ 040-02. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования;

СТО СПбГТИ 020-2011. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лабораторные занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТО СПбГТИ 018-2014. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Семинары и практические занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТО СПбГТИ(ТУ) 044-2012. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Курсовой проект. Курсовая работа. Общие требования;

СТП СПбГТИ 048-2009. КС УКВД. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 016-2015. КС УКВД. Порядок проведения зачетов и экзаменов.

Планирование времени, необходимого на изучение данной дисциплины, лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов является:

плановость в организации учебной работы;

серьезное отношение к изучению материала;

постоянный самоконтроль.

На занятия студент должен приходиться, имея багаж знаний и вопросов по уже изученному материалу.

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.**

### **10.1. Информационные технологии.**

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

чтение лекций с использованием слайд-презентаций;

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС.

### **10.2. Программное обеспечение.**

Для проведения занятий имеются персональные компьютеры с программным обеспечением:

- Microsoft Office Std, Академическая лицензия, сублицензионный договор №02(03)15 от 20.01.2015, с 20.01.2015 бессрочно;
- MatLab (Simulink).

### **10.3. Базы данных и информационные справочные системы.**

<http://prometeus.nse.ru> – база ГПНТБ СО РАН.

<http://borovic.ru> - база патентов России.

<http://1.fips.ru/wps/portal/Register> - Федеральный институт промышленной собственности

<http://gost-load.ru>- база ГОСТов.

<http://worldddofaut.ru/index.php> - база ГОСТов.

<http://elibrary.ru> – Российская поисковая система научных публикаций.

#### **11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы.**

1. Для проведения занятий в интерактивной форме: кафедра автоматизации процессов химической промышленности, аудитория №8. 190013, г. Санкт-Петербург, Московский проспект, д. 24-26/49, лит. Е. Оснащение: специализированная мебель (18 посадочных мест), доска, демонстрационный экран, проектор, компьютер.
2. Для проведение лабораторных занятий и для самостоятельной работы студентов: кафедра автоматизации процессов химической промышленности, лаборатория аудитория №7 190013, г. Санкт-Петербург, Московский проспект, д. 24-26/49, лит. Е. Оснащение: специализированная мебель (16 посадочных места), доска, 8 компьютеров, сетевое оборудование.

#### **12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.**

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебные процесс осуществляется в соответствии с Положением об организации учебного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья СПбГТИ(ТУ), утвержденным ректором 28.08.2014.

**Фонд оценочных средств  
для проведения промежуточной аттестации по  
дисциплине «Идентификация объектов управления»**

**1. Перечень компетенций и этапов их формирования.**

Индекс компетенции	Содержание	Этап формирования
<b>ПК-2</b>	Способен проводить анализ объекта управления и выбирать архитектуру гибкой производственной системы на уровне интегрированной системы управления с применением цифровых технологий.	промежуточный

## 2. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, шкала оценивания

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)
			«удовлетворительно» (пороговый)
<b>ПК-2.2</b> Способен планировать автоматизированные эксперименты, заключающиеся в подаче тестовых управляющих воздействий и фиксации реакции изучаемого технологического процесса (ТП) с целью параметрической идентификации математической модели ТП на основе компьютерной статистической обработки полученных данных о входах и выходах модели	<b>Знает</b> подходы к формированию математических моделей объектов управления, типы математического описания (МО) статических и динамических явлений (ЗН-1).	Правильные ответы на вопросы №1-4 к зачету	Перечисляет подходы к формированию математических моделей и типы математического описания с ошибками.
	<b>Знает</b> способы расчета параметров моделей технологических процессов (ТП) в режиме их нормальной эксплуатации и основные принципы планирования экспериментов по определению параметров моделей ТП (ЗН-2).	Правильные ответы на вопросы №5-11 к зачету	Приводит пример расчета параметров технологического процесса с небольшими ошибками.
	<b>Умеет</b> осуществлять выбор наиболее рациональных типов МО различных ТП и применять при разработке систем идентификации объектов управления современные средства автоматизации проектирования (У-1)	Правильные ответы на вопросы №8-12 к зачету и защита курсовой работы	Объясняет, как применять при разработке систем идентификации объектов управления современные средства автоматизации проектирования с помощью наводящих вопросов.
	<b>Умеет</b> разрабатывать программы проведения производственных испытаний, в ходе которых осуществляется параметрическая идентификация объектов управления (У-2).	Правильные ответы на вопросы № 4-24 к зачету и защита курсовой работы	Письменно излагает принципы проведения производственных испытаний с ошибками.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)
			«удовлетворительно» (пороговый)
	<b>Владеет</b> методологией проектирования современных АСУТП, включающей этапы идентификации объектов управления; навыками построения статических и динамических моделей процессов химической технологии (Н-1).	Правильные ответы на вопросы №25-30 к зачету и защита курсовой работы	Демонстрирует навыки построения статических и динамических моделей с ошибками в МО.

### **3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации** **а) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента**

#### **по компетенции ПК-2:**

1. Математические модели в науке и технике
2. Типы математических моделей
3. Методы построения математических моделей
4. Понятие идентификации
5. Задачи анализа и оптимизации систем управления
6. Принципы формирования управляющих воздействий на основе математических моделей управляемых процессов
7. Задача идентификации объектов управления
8. Двухуровневое управление технологическими процессами на основе статических и динамических моделей
9. Типовые законы регулирования для управления многомерными объектами с перекрестными связями
10. Настройка параметров типовых законов регулирования с использованием динамической модели объекта управления
11. Имитационное моделирование систем управления
12. Многоуровневое управление технологическими процессами на основе адаптивных моделей
13. Общая схема постановки и решения задач статической идентификации
14. Расчет параметров модели по методу наименьших квадратов (МНК)
15. Линейные и квадратичные по входам МНК-модели
16. Приведение моделей к линейным по параметрам
17. Вероятностная трактовка метода наименьших квадратов
18. Точность оценок по методу наименьших квадратов
19. Проверка значимости оценок параметров регрессии
20. Оценка качества регрессионной модели
21. Влияние входных воздействий на качество регрессионных моделей
22. Рекуррентная форма метода наименьших квадратов
23. Экспериментально-статистические модели квазистационарных ТП
24. Оптимальный одношаговый алгоритм оценивания параметров
25. Особенности построения моделей технологических процессов в промышленных условиях
26. Модели динамических систем и задачи их идентификации
27. Идентификация динамических объектов по реакциям на типовые воздействия (импульсные, гармонические, ступенчатые)
28. Анализ возможностей идентификации объектов управления в режиме их нормальной эксплуатации с применением метода наименьших квадратов
29. Идентификация динамических объектов с применением имитационного моделирования и настраиваемых моделей
30. Идентификация многомерных динамических объектов

При сдаче зачета, студент получает два вопроса из перечня, приведенного выше. Время подготовки студента к устному ответу на вопросы - до 30 мин.

#### **4. Темы курсовых работ.**

Целью курсовой работы является отработка методики настройки параметров многомерного ПИ-регулятора применительно к многосвязным динамическим объектам (таким, что каждое управляющее воздействие влияет на каждую выходную переменную), передаточная матрица которых состоит из устойчивых динамических звеньев с запаздыванием.

Подобные модели дают адекватное математическое описание для широкого класса непрерывных технологических процессов. Для решения этой задачи разработан специализированный программный комплекс (ПК) ММО-Master, предназначенный для расчета и имитационного моделирования многомерных систем управления с типовыми регуляторами. Разработанный интерфейс ПК позволяет пользователю ввести параметры объекта управления или определить их по массивам значений разгонных характеристик, выбрать один или несколько употребительных показателей качества управления, выполнить все необходимые расчеты и процедуры численной оптимизации, увидеть на графиках переходные процессы в замкнутой системе управления.

Если введенная пользователем передаточная функция будет выше 1-го порядка, то по окончании ввода автоматически запускается подпрограмма, аппроксимирующая введенную пользователем функцию в виде инерционного звена первого порядка с запаздыванием. Результаты аппроксимации: параметры аппроксимированного и исходного объекта, графики реакций на ступенчатое воздействие можно посмотреть в окне "Результаты аппроксимации", которое вызывается из меню "Инструменты". Эти данные используются для расчета многомерного регулятора аналитическим способом, а также для формирования начальных приближений при использовании поисковых процедур.

Если пользователь заранее не знает параметры своего объекта, то он может идентифицировать их по разгонным характеристикам. Для этого с помощью меню "Инструменты" -> "Идентификация объекта" пользователь вызывает окно идентификации, в котором ему предлагается ввести имя файла Excel с массивами разгонных характеристик. Программа автоматически прочитает данные из файла и идентифицирует объект в виде инерционного звена первого порядка с запаздыванием.

В данной курсовой работе рассматривается объект управления 2x2 (два управляющих воздействия – две выходных переменных). Различные варианты отличаются видом передаточной матрицы объекта управления. Ниже приводится пример индивидуального варианта курсовой работы

Вариант 1

$$Y(p) = \begin{pmatrix} y_1(p) \\ y_2(p) \end{pmatrix} = H(p)U(p) = \begin{pmatrix} \frac{6.4e^{-p}}{(16.7p+1)(2p+1)} & \frac{-9.4e^{-3p}}{(21p+1)(2.5p+1)} \\ \frac{3.3e^{-9p}}{10.9p+1} & \frac{-9.7e^{-3p}}{14.4p+1} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} u_1(p) \\ u_2(p) \end{pmatrix}$$

## **5. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций.**

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СПб ГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКДВ Порядок проведения зачетов и экзаменов.

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме защиты курсовой работы и зачёта. Шкала оценивания на зачёте – «зачёт», «незачёт». При этом «зачёт» соотносится с пороговым уровнем сформированности компетенции.