

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 15.11.2023 16:20:58
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
« 28 » июня 2021 г.

Рабочая программа дисциплины
ИДЕНТИФИКАЦИЯ ОБЪЕКТОВ УПРАВЛЕНИЯ

Направление подготовки

27.03.04 Управление в технических системах

Направленность программы бакалавриата

**Информационно-техническое обеспечение автоматизированных систем управления
технологическими процессами**

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Факультет **информационных технологий и управления**

Кафедра автоматизации процессов химической промышленности

Санкт-Петербург

2021

Б1.О.23

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 «Управления в технических системах»		И.В. Рудакова
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
4. Содержание дисциплины.	6
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.	6
4.2. Занятия лекционного типа.....	6
4.3. Занятия семинарского типа.	7
4.3.1. Семинары, практические занятия.	7
4.3.2. Лабораторные работы.....	8
4.4. Самостоятельная работа обучающихся.	9
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.	9
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	9
7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины.....	10
8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.....	10
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.	11
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.....	11
10.1. Информационные технологии.	11
10.2. Программное обеспечение.	12
10.3. Базы данных и информационные справочные системы.....	12
11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы.	12
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.....	12
Приложение № 1	13

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

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

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
<p>ОПК-2 Способен формулировать задачи профессиональной деятельности на основе знаний, профильных разделов математических и естественнонаучных дисциплин (модулей)</p>	<p>ОПК-2.2 Способен формулировать задачи построения статических и динамических математических моделей различных управляемых технологических объектов непрерывного типа</p>	<p>Знать: различные типы математических моделей объектов управления (ОУ); основные тенденции развития теории управления в области применения математических моделей ОУ (ЗН-1); Уметь: формулировать и решать основные задачи построения статических и динамических моделей (У-1); Владеть: навыками расчетных и исследовательских приемов работы по данной дисциплине (Н-1).</p>
<p>ОПК-9 Способен выполнять эксперименты по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств</p>	<p>ОПК-9.1 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>Знать: методы определения параметров математических моделей ОУ в разомкнутых и замкнутых системах (ЗН-2); Уметь: находить параметры регрессионных статических моделей одномерных и многомерных ОУ методом наименьших квадратов; находить параметры динамических моделей одномерных и многомерных ОУ по реакции на типовые воздействия; выполнять параметрическую идентификацию динамических моделей одномерных и многомерных ОУ (У-2); Владеть: способами выбора наиболее рациональных методов идентификации (Н-2).</p>

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Идентификация объектов управления» относится к дисциплинам обязательной части (Б1.О.23) и изучается на 4 курсе.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Электротехника и промышленная электроника», «Высшая математика», «Теория автоматического управления», «Процессы и аппараты». Полученные в процессе изучения дисциплины «Идентификация объектов управления» знания, умения и навыки могут быть использованы при изучении дисциплины «Системы автоматизации и управления», при прохождении производственной практики, а также при выполнении выпускной квалификационной работы

3. Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, ЗЕ/академ. часов
Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц/ академических часов)	4/ 144
Контактная работа с преподавателем:	60
занятия лекционного типа	18
занятия семинарского типа, в т.ч.	36
семинары, практические занятия	18
лабораторные работы	18
курсовое проектирование (КР или КП)	-
КСР	6
другие виды контактной работы	-
Самостоятельная работа	48
Форма текущего контроля (Кр, реферат, РГР, эссе)	-
Форма промежуточной аттестации (КР, КП, зачет, экзамен)	экзамен (36)

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	2	-	-	8	ОПК-2, ОПК-9	ОПК-2.2, ОПК-9.1
2.	Суть и особенности задач идентификации объектов управления	2	-	-	8	ОПК-2, ОПК-9	ОПК-2.2, ОПК-9.1
3.	Применение математических моделей при управлении технологическими процессами	4	6	-	10	ОПК-2, ОПК-9	ОПК-2.2, ОПК-9.1
4.	Идентификация статических моделей объектов управления	5	6	-	10	ОПК-2, ОПК-9	ОПК-2.2, ОПК-9.1
5.	Идентификация динамических моделей объектов управления	5	6	18	12	ОПК-2, ОПК-9	ОПК-2.2, ОПК-9.1
	Итого	18	18	18	48		

4.2. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, академ. часы	Инновационная форма
1	<u>Применение математических моделей в системном анализе. Предмет идентификации. Математические модели в науке и технике. Типы математических моделей. Методы построения математических моделей. Понятие идентификации (Обзорная лекция)</u>	2	ЛВ
2	<u>Суть и особенности задач идентификации объектов управления. Задачи анализа и оптимизации систем управления. Принципы формирования управляющих воздействий на основе математических моделей управляемых процессов. Задача идентификации объектов управления (Обзорная лекция)</u>	2	ЛВ

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
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	4	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.	5	ЛВ
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.	5	ЛВ

4.3. Занятия семинарского типа.

4.3.1. Семинары, практические занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		всего	в том числе на практическую	
3	<u>Расчет настроек типовых регуляторов по данным о параметрах модели объекта управления</u> 1. Расчет настроек ПИ-регулятора для инерционных объектов с запаздыванием 2. Расчет настроек ПИД-регулятора для инерционных объектов с запаздыванием	6		ЛПК

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		всего	в том числе на практическую	
4	<u>Построение статических моделей с применением метода наименьших квадратов</u> 1. Построение модели объекта с применением МНК в форме системы нормальных уравнений. 2. Оценивание среднеквадратичной погрешности значений выходной переменной построенной модели. 3. Оценивание среднеквадратичной погрешности значений параметров	6		ЛПК
5	<u>Оценивание параметров динамических моделей для одномерных и многомерных динамических объектов</u> Построение моделей одномерных и многомерных динамических объектов с применением модулей системы Matlab	6		ЛПК

4.3.2. Лабораторные работы

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Примечания
		всего	в том числе на	
5	<u>Идентификация в условиях нормальной эксплуатации (ступенчатые возмущения)</u> Идентификация динамического объекта в замкнутой системе управления методом настраиваемой модели в условиях ступенчатых возмущений	4		
5	<u>Идентификация в условиях нормальной эксплуатации (случайные возмущения)</u> Идентификация динамического объекта в замкнутой системе управления методом настраиваемой модели в условиях случайных возмущений	4		
5	<u>Влияние погрешностей идентификации на качество управления</u> Исследование чувствительности системы управления к неточностям идентифицированных моделей.	4		

№ раздела	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Примечания
5	<u>Идентификация и управление многомерными объектами</u> Идентификация динамических моделей многомерных объектов управления и настройка многомерных типовых регуляторов на основе найденных моделей	6		

4.4. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Математические модели в науке и технике. Типы математических моделей. Методы построения математических моделей. Понятие идентификации	8	Устный опрос
2	Задачи анализа и оптимизации систем управления. Принципы формирования управляющих воздействий на основе математических моделей управляемых процессов. Задача идентификации объектов управления	8	Устный опрос
3	Имитационное моделирование систем управления. Многоуровневое управление технологическими процессами на основе адаптивных моделей	10	Устный опрос
4	Экспериментально-статистические модели квазистационарных технологических процессов. Оптимальный одношаговый алгоритм оценивания параметров. Особенности построения моделей технологических процессов в промышленных условиях	10	Устный опрос
5	Идентификация многомерных динамических объектов	12	Устный опрос

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 экзамена.

Результаты дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций превышен (достигнут) пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе.

При сдаче экзамена, студент получает два вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу - до 45 мин.

Пример экзаменационного задания:

**Экзаменационное задание по дисциплине
«Идентификация объектов управления»**

1. Вероятностная трактовка метода наименьших квадратов
2. Идентификация динамических объектов по реакциям на типовые воздействия (импульсные, гармонические, ступенчатые)

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении 1

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: Юрайт, 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; www.foit.ru; www.metso.ru; 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 018-2014. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Семинары и практические занятия. Общие требования к организации и проведению.

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

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

СТП СПбГТИ 016-2015. КС УКДВ. 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 приходить, имея багаж знаний и вопросов по уже изученному материалу.

Рабочей программой дисциплины «Идентификация объектов управления» предусмотрена самостоятельная работа студентов в объеме 48 час. Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

чтение студентами рекомендованной литературы и усвоение теоретического материала дисциплины;

- подготовку к практическим и лабораторным занятиям;
- работу с Интернет-источниками;
- подготовку к экзамену.

Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из рекомендованных литературных источников.

По дисциплине предусмотрены следующие виды текущего контроля:

защита лабораторных работ (по результатам выполнения работы, обработки полученных данных и составления отчета);

устные и письменные опросы по темам, предложенным для самостоятельного изучения (в дни занятий по указанию преподавателя).

По окончании изучения дисциплины проводится устный экзамен к сдаче которого допускаются студенты, успешно выполнившие все формы текущего контроля.

При подготовке экзамена рекомендуется сначала несколько раз прочитать весь конспект лекций, дополненный сведениями из литературы.

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 №13. 190013, г. Санкт-Петербург, Московский проспект, д. 24-26/49, лит. Е. Оснащение: специализированная мебель (30 посадочных мест), доска, демонстрационный экран, компьютер;
2. Для проведения лабораторных занятий и самостоятельной работы:
 - кафедра автоматизации процессов химической промышленности, лаборатория аудитория №18 190013, г. Санкт-Петербург, Московский проспект, д. 24-26/49, лит. Е. Оснащение: специализированная мебель (24 посадочных места), доска, 12 компьютеров, сетевое оборудование;
 - кафедра автоматизации процессов химической промышленности, помещение для самостоятельной работы, аудитория №14 190013, г. Санкт-Петербург, Московский проспект, д. 24-26/49, лит. Е. Оснащение: специализированная мебель (20 посадочных мест).

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
ОПК-2	Способен формулировать задачи профессиональной деятельности на основе знаний, профильных разделов математических и естественнонаучных дисциплин (модулей)	промежуточный
ОПК-9	Способен выполнять эксперименты по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств.	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)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
ОПК-2.2 Способен формулировать задачи построения статических и динамических математических моделей различных управляемых технологических объектов непрерывного типа	Знает различные типы математических моделей объектов управления (ОУ); основные тенденции развития теории управления в области применения математических моделей ОУ (ЗН-1)	Правильные ответы на вопросы №1-7	Называет отдельные элементы классификации моделей в науке и технике и типы задач анализа и оптимизации систем управления. Способен пояснить структуру многоуровневого управления современным производством.	Называет классификацию моделей в науке и технике, типы задач анализа и оптимизации систем управления, структуру многоуровневого управления современным производством, но путается в последовательности.	Дает расширенные пояснения по отдельным элементам классификации моделей в науке и технике. Приводит примеры задач анализа и оптимизации систем управления, структуру многоуровневого управления современным производством.
	Умеет формулировать и решать основные задачи построения статических и динамических моделей (У-1)	Правильные ответы на вопросы №1-13	Перечисляет методы формирования модели объекта управления. Затрудняется в приведении примеров использования этих методов на этапе разработки алгоритмов управления.	Поясняет, как выбрать рациональный метод формирования модели объекта управления, и использовать математические модели при формировании структуры алгоритма управления. Сопоставляет и делает выводы с помощью наводящих вопросов.	Обосновывает выбор метода формирования модели объекта управления. Готов к представлению модели в структуре алгоритма управления технологическим объектом.
	Владеет навыками расчетных и исследовательских приемов	Правильные ответы на вопросы	Затрудняется в определении целей и задач процедуры	Показывает навыки учета особенностей задач идентификации	Самостоятельно выбирает алгоритм идентификации объекта в учетом

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
	работы по данной дисциплине (Н-1)	№1-13	идентификации объектов управления без помощи преподавателя.	действующих технологических объектов.	специфики свойств технологического объекта.
ОПК-9.1 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.	Знает методы определения параметров математических моделей ОУ в разомкнутых и замкнутых системах (ЗН-2)	Правильные ответы на вопросы №14-30 к зачету	Перечисляет методы определения параметров математических моделей ОУ в разомкнутых и замкнутых системах.	Записывает подходы к формированию экспериментально-статистических моделей квазистационарных технологических процессов, приводит примеры с небольшими ошибками в описании.	Записывает подходы к формированию экспериментально-статистических моделей квазистационарных технологических процессов, знает типы моделей динамических систем приводит примеры без ошибок.
	Умеет находить параметры регрессионных статических моделей одномерных и многомерных ОУ методом наименьших квадратов; находить параметры динамических моделей одномерных и многомерных ОУ по реакции на типовые воздействия; выполнять параметрическую идентификацию динамических моделей одномерных и многомерных ОУ (У-2)	Правильные ответы на вопросы №14-30.	Объясняет упрощенные варианты алгоритмов оценивания параметров, объясняет формирование структуры адаптивной системы управления с встроенной моделью технологического процесса с ошибками.	Объясняет упрощенные варианты алгоритмов оценивания параметров, объясняет формирование структуры адаптивной системы управления с встроенной моделью технологического процесса, но с наводящими вопросами.	Объясняет упрощенные варианты алгоритмов оценивания параметров, объясняет формирование структуры адаптивной системы управления с встроенной моделью технологического процесса. Поясняет возможности идентификации объекта в режиме нормальной эксплуатации без ошибок.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
	Владеть способами выбора наиболее рациональных методов идентификации (Н-2)	Правильные ответы на вопросы №14-25.	Показывает методику построения моделей технологических процессов в промышленных условиях.	Демонстрирует методику идентификации многомерных динамических объектов, построения моделей технологических процессов в промышленных условиях, но с наводящими вопросами.	Демонстрирует методику идентификации многомерных динамических объектов, навыки имитационного моделирования управляемых технологических процессов.

3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации

а) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ОПК-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
- При сдаче зачета, студент получает один вопрос из перечня, приведенного выше. Время подготовки студента к устному ответу на вопросы - до 30 мин.

в) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ОПК-9:

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 экзамена, студент получает два вопроса из перечня, приведенного выше. Время подготовки студента к устному ответу на вопросы - до 45 мин.

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

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

Шкала оценивания на экзамене балльная («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»), на зачёте – «зачёт», «незачет». При этом «зачёт» соотносится с пороговым уровнем сформированности компетенции.