

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и  
дизайна»  
(СПбГУПТД)

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ВШТЭ



## Рабочая программа дисциплины

**Б1.В.12** Диагностика технологических процессов

Учебный план: \_\_\_\_\_ ФГОС3++zm150404-123\_23-13.plx

Кафедра:  Информационно-измерительных технологий и систем управления

Направление подготовки:  
(специальность) 15.04.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Профиль подготовки: Системы автоматизации и управления технологическими процессами  
(специализация)

Уровень образования: магистратура

Форма обучения: заочная

### План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоё мкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
	Лекции	Практ. занятия				
2	УП	6	10	124	4	Зачет
	РПД	6	10	124	4	
Итого	УП	6	10	124	4	
	РПД	6	10	124	4	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 15.04.04 Автоматизация технологических процессов и производств, утверждённым приказом Минобрнауки России от 25.11.2020 г. № 1452

Составитель (и):

Кандидат технических наук, заведующий кафедрой

Сидельников В.И.

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой информационно-измерительных технологий и систем управления

Сидельников В.И.

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Сидельников В.И.

Методический отдел:

Смирнова В.Г.

## 1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**1.1 Цель дисциплины:** Сформировать компетенции обучающегося в области обеспечения безопасности и повышения надежности и эффективности протекания технологических процессов посредством раннего обнаружения возможных нештатных ситуаций, распознавания причин, их вызвавших, и их устранения, не допуская развития до порога срабатывания систем защиты.

Изучение данной дисциплины позволит сформировать у студента базовые знания, необходимые для анализа возникающих проблем, связанных с мониторингом и диагностикой технологических процессов, состояния оборудования и аппаратуры автоматики, выбору соответствующих подходов к осуществлению мониторинга и диагностики, обеспечивающих требуемые надежность характеристики

### 1.2 Задачи дисциплины:

- Сформировать подходы к современным методам мониторинга и диагностики технологических процессов.
- Научить умению использовать современные методы анализа проблем и нештатных ситуаций, возникающих в ходе работы технологических процессов, технологического оборудования и аппаратуры автоматики.
- Научить умению строить диагностические модели с использованием различной доступной информации о контролируемом технологическом процессе.
- Освоить структуры и алгоритмы работы систем мониторинга и диагностики нарушений в технологических процессах.
- Выработать у студентов навыки научно-исследовательской работы в процессе подготовки магистерской диссертации.

### 1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п. 2, при изучении дисциплин:

Интегрированные системы проектирования и управления автоматизированными и автоматическими производствами

Информационно-измерительные системы и устройства

Планирование эксперимента в АСУ

Метрологическое и информационное обеспечение систем автоматизации и управления

Организационно-экономическое проектирование инновационных процессов

Проектирование систем автоматизации и управления

## 2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

<b>ПК-2: Способен определять сферы применения результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в своей профессиональной деятельности</b>
---

<b>Знать:</b> отечественную и международную нормативную базу, применяемую при диагностике технологических процессов.
--

<b>Уметь:</b> применять актуальную нормативную документацию при диагностике технологических процессов.
--

<b>Владеть:</b> навыками анализа возможных областей применения результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ и организацией внедрения результатов научно-исследовательских работ.
---

### 3 РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа		СР (часы)	Инновац. формы занятий
		Лек. (часы)	Пр. (часы)		
Раздел 1. Функции, структура и место систем мониторинга и диагностики в структуре АСУТП					
<p>Тема 1. Функции систем мониторинга и диагностики</p> <p>Основные задачи систем диагностики нарушений в технологических процессах, их оборудовании и аппаратуре автоматике. Этапы диагностики. Мониторинг как первый этап диагностики. Функции систем мониторинга и диагностики. Виды типовых нарушений. Основные процедуры диагностики: обнаружение нарушений, их локализация и определение причин их возникновения. Практическое занятие.</p> <p>Функции систем мониторинга и диагностики. Типовые структуры систем диагностики</p>	2	2	2	20	ГД
<p>Тема 2. Типовые структуры систем диагностики</p> <p>Типовые структуры систем мониторинга и диагностики технологических процессов. Понятие о диагностических моделях. Место систем диагностики в структуре автоматизированных систем управления технологическими процессами и автоматизированных систем управления предприятием. Практическое занятие. Типовые структуры систем мониторинга и диагностики технологических процессов</p>					
Раздел 2. Непрерывный мониторинг состояния технологических процессов и аппаратуры					

<p>Тема 2. Тема 3. Методы обнаружения нарушений. Контрольные карты  Контрольные карты. Контрольная карта Шухарта в управлении производством, бизнес-процессами. Карты кумулятивных сумм, карты взвешенного экспоненциального среднего. Методы обнаружения нарушений.  Практическое занятие.  Методы обнаружения нарушений.  Контрольные карты</p> <p>Тема 4. Многомерный мониторинг.  Недостатки одномерных контрольных карт при контроле многомерных объектов. Многомерные карты Шухарта, кумулятивных сумм и экспоненциального среднего. Характеристик, области применения.  Практическое занятие.  Многомерный мониторинг. Многомерные контрольные карты.</p> <p>Тема 5. Организация непрерывного мониторинга технологических процессов  Метод главных компонент (МГК) и его использование в системах мониторинга состояния технологических процессов. Особенности мониторинга процессов с нарушениями, значительно различающимися по скоростям развития.  Метод «движущегося» МГК  Практическое занятие.  Организация непрерывного мониторинга технологических процессов</p>		2	4	60	ГД
<p>Раздел 3. Архитектура и алгоритмы работы систем диагностики технологических процессов</p>					

<p>Тема 3. Тема 6. Диагностика нарушений с использованием экспертных диагностических моделей (ДМ). Нечеткие ДМ.</p> <p>Методы формализации экспертных знаний. Продукционные правила. Нечеткие продукционные правила. Фреймово- продукционные структуры и их использование для построения диагностических моделей (ДМ). Структура системы диагностики с фреймово-продукционной ДМ. Критерии оценки близости ситуаций, представленных нечеткими векторами. Алгоритм функционирования системы. Примеры систем с экспертной ДМ.</p> <p>Практическое занятие.</p> <p>Диагностика нарушений с использованием экспертных ДМ. Нечеткие ДМ</p> <p>Тема 7. Нейросетевые диагностические модели и системы диагностики с их использованием.</p> <p>Характеристики нейросетевых ДМ, особенности применения. Методы снижения размерности сети. Структура системы диагностики с нейросетевой ДМ. Алгоритм функционирования системы. Примеры систем с нейросетевой ДМ</p> <p>Практическое занятие.</p> <p>Нейросетевые ДМ. Особенности использования</p> <p>Тема 8. Диагностика нарушений процесса в контурах рециклов и работы аппаратуры в контурах управления</p> <p>Особенности диагностирования нарушений в объектах, охваченных обратными связями. Структура системы диагностики для таких объектов. Требования к используемым ДМ.</p> <p>Нечеткие ДМ, методы синтеза, характеристики. ДМ на основе фильтров Калмана, характеристики. Алгоритмы функционирования системы.</p> <p>Практическое занятие.</p> <p>Диагностика нарушений работы аппаратуры в контурах рециклов и управления</p>					
	2	4	44	ГД	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)	6	10	124		
Консультации и промежуточная аттестация (Зачет)	0,25				
<b>Всего контактная работа и СР по дисциплине</b>	16,25		124		

#### 4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Курсовое проектирование учебным планом не предусмотрено

#### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 5.1 Описание показателей, критериев и системы оценивания результатов обучения

### 5.1.1 Показатели оценивания

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения	Наименование оценочного средства
ПК-2	Правильно выбирает отечественную и международную нормативную базу, применяемую при диагностике технологических процессов. Применяет актуальную нормативную документацию при диагностике технологических процессов. Обладает навыками анализа возможных областей применения результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ и организацией внедрения результатов научно-исследовательских работ.	Вопросы устного собеседования Практико-ориентированные задания

### 5.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
Зачтено	Обучающий знает основы создания, эксплуатации и обработки результатов диагностики технологических процессов, архитектуру и алгоритмы работы систем диагностирования. Методы обнаружения нарушений. Способы организации непрерывного мониторинга технологических процессов. Диагностические модели и методы их создания. Показывает знание основной и дополнительной литературы	
Не зачтено	Обучающий не освоил основной материал, не владеет основными понятиями и методами диагностирования технологических процессов, не показывает знания основной и дополнительной литературы.	

## 5.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

### 5.2.1 Перечень контрольных вопросов

№ п/п	Формулировки вопросов
Курс 2	
1	Диагностические модели на основе фильтров Калмана.
2	Нечеткие диагностические модели. Методы их синтеза.
3	Диагностика нарушений в объектах с обратными связями и рециклинг.
4	Структура систем диагностики с нейросетевой диагностической модели.
5	Нейросетевые диагностические модели. Особенности применения.
6	Примеры систем с экспертной диагностической моделью.
7	Методы формализации экспертных знаний.
8	Диагностика нарушений с использованием экспертных диагностических моделей.
9	Особенности мониторинга процессов быстро развивающимися изменениями процессов.
10	Метод главных компонент и его использование в системах мониторинга в состоянии технологических процессов
11	Организация непрерывного мониторинга технологических процессов.
12	Недостатки одномерных контрольных карт при контроле технологических объектов.
13	Многомерные карты Шухарта. Их использование.
14	Многомерный мониторинг и его использование для диагностики технологических процессов.
15	Карты взвешенного экспоненциального среднего.
16	Карты кумулятивных сумм.
17	Карты Шухарта.
18	Методы обнаружений нарушений. Контрольные карты.

19	Место систем диагностики в структуре систем управления.
20	Понятие диагностических моделей технологических процессов.
21	Типовые структуры систем диагностики технологических процессов.
22	Основная процедура диагностики технологических процессов.
23	Основные задачи систем диагностики нарушения технологического процесса.
24	Функции систем мониторинга и диагностики технологического процесса.

### 5.2.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено.

### 5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

Темы рефератов:

Типовые структуры систем диагностики.

Алгоритмы работы и характеристики систем диагностики.

Контрольные карты. Карты Шухарта, карты кумулятивных сумм.

Проблема сокращения размерности.

Методы главных компонент.

Методы декомпозиции технологического процесса с целью локализации нарушений.

Экспертные диагностические модели.

Фреймово-продукционные структуры.

Посторонние нечетких диагностических моделей. Критерии близости ситуаций.

Нейросетевые диагностические модели. Структуры. Функции активации, алгоритмы обучения.

Структуры систем диагностики с нейросетевыми диагностическими моделями.

Введение иерархии в нейросетевые диагностические модели диагностика нарушений работы аппаратуры в контурах управления.

Диагностика нарушений работы аппаратуры в контурах управления.

Диагностические модели на основе фильтров Калмана.

Разработка структуры системы мониторинга и диагностики для технологического процесса по заданию преподавателя

## 5.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности)

### 5.3.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

### 5.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная  +  Письменная  +  Компьютерное тестирование  Иная

### 5.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Возможность пользоваться справочным материалом, калькулятором;

Время на подготовку ответов 20 минут.

В конце каждого семестра проводится контрольная работа.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
<b>6.1.1 Основная учебная литература</b>				
Григорьева Е. Г.	Оптимизация технологических процессов	Санкт-Петербург: СПбГУПТД	2016	<a href="http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2016513">http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2016513</a>
Фаронов, А. Е.	Основы информационной безопасности при работе на компьютере	Москва, Саратов: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа	2020	<a href="http://www.iprbooks.hop.ru/89453.html">http://www.iprbooks.hop.ru/89453.html</a>
Смирнов, А. А.	Обеспечение информационной безопасности в условиях виртуализации общества. Опыт Европейского Союза	Москва: ЮНИТИ-ДАНА	2017	<a href="http://www.iprbooks.hop.ru/81515.html">http://www.iprbooks.hop.ru/81515.html</a>

Федоров, Ю. Н.	Справочник инженера по АСУТП. Проектирование и разработка	Вологда: Инфра-Инженерия	2016	<a href="http://www.iprbooks.hop.ru/5060.html">http://www.iprbooks.hop.ru/5060.html</a>
Гулько, А. В.	Системы автоматизации технологических процессов. Конспект лекций	Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет	2017	<a href="http://www.iprbooks.hop.ru/91424.html">http://www.iprbooks.hop.ru/91424.html</a>
Федоров Ю.Н.	Справочник инженера по АСУТП: Проектирование и разработка. Учебно-практическое пособие	Москва: Инфра-Инженерия	2015	<a href="https://ibooks.ru/reading.php?short=1&amp;productid=344581">https://ibooks.ru/reading.php?short=1&amp;productid=344581</a>
<b>6.1.2 Дополнительная учебная литература</b>				
Чуянов, А. Г., Симаков, А. А.	Обеспечение информационной безопасности в компьютерных системах	Омск: Омская академия МВД России	2012	<a href="http://www.iprbooks.hop.ru/36015.html">http://www.iprbooks.hop.ru/36015.html</a>
Шурыгин Д. А.	Автоматизация технологических процессов и производств. Курс лекций	Санкт-Петербург: СПбГУПТД	2017	<a href="http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=201774">http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=201774</a>
Кузьмин, В. В., Нургалиев, Р. К., Гайнуллина, А. А.	Современные методы и средства формирования измерительных сигналов в АСУТП	Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет	2017	<a href="http://www.iprbooks.hop.ru/80248.html">http://www.iprbooks.hop.ru/80248.html</a>
Галатенко В. А.	Основы информационной безопасности	Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ)	2016	<a href="http://www.iprbooks.hop.ru/52209.html">http://www.iprbooks.hop.ru/52209.html</a>

## 6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/>

Электронная библиотека ВШТЭ СПб ГУПТД [Электронный ресурс]. URL: <http://nizrp.narod.ru>

Электронно-библиотечная система «Айбукс» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ibooks.ru/>

## 6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftWindows 8

MicrosoftOfficeProfessional 2013

Microsoft: Windows Professional 10 Russian Upgrade OLPNL AcademicEdition

Microsoft: Office Standard 2016 Russian OLP NL AcademicEdition

## 6.4 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Аудитория	Оснащение
Б-411	Лабораторные стенды - исследование термометров электрического сопротивления, мультимедийное оборудование.
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска