

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 18.10.2023 15:45:38  
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**  
**МОНИТОРИНГ И ДИАГНОСТИКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ**  
**ПРОЦЕССОВ**

Направление подготовки

**15.04.04 Автоматизация технологических процессов и производств**

Направленность программы магистратуры

**Управление потенциально-опасными процессами химической технологии**

Квалификация

**Магистр**

Форма обучения

**Очная**

Факультет **информационных технологий и управления**

Кафедра **автоматизации процессов химической промышленности**

Санкт-Петербург

2021

**Б1.О.17**

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность разработчика	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Заведующий кафедрой АПХП		профессор Русинов Л.А.

Рабочая программа дисциплины «Мониторинг и диагностика технологических процессов»  
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.....	6
3. Объем дисциплины.....	6
4. Содержание дисциплины.....	7
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.....	7
4.2. Формирование индикаторов достижения компетенций разделами дисциплины.....	7
4.3. Занятия лекционного типа.....	8
4.4. Занятия семинарского типа.....	9
4.4.2. Лабораторные занятия.....	11
4.5. Самостоятельная работа обучающихся.....	12
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.....	13
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	13
7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины.....	13
8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.....	14
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	14
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.....	15
10.1. Информационные технологии.....	15
10.2. Программное обеспечение.....	15
10.3. Базы данных и информационные справочные системы.....	15
11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы.....	15
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.....	15
Приложение № 1.....	16

**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>ОПК-6</b> Способен осуществлять научно-исследовательскую деятельность, используя современные информационно-коммуникационные технологии, глобальные информационные ресурсы</p>	<p><b>ОПК-6.3.</b> Владеет классификацией направлений исследования в области систем технической и технологической диагностики и готов к проведению работ по разработке диагностических моделей применительно к задачам управления технологическими объектами</p>	<p><b>Знать:</b> структуры и алгоритмы работы систем мониторинга и диагностики состояния технологических процессов (ЗН-1). <b>Уметь:</b> строить диагностические модели с использованием различной доступной информации о контролируемом технологическом процессе; пользоваться аппаратом нечетких множеств при формализации нечеткой информации, лингвистическими описаниями, методами идентификации нечетких систем (У-1).</p>
<p><b>ОПК-9.</b> Способен представлять результаты исследования в области машиностроения в виде научно-технических отчетов и публикаций</p>	<p><b>ОПК-9.2</b> По результатам научно-исследовательской деятельности готовит материалы для открытой публикации</p>	<p><b>Знать:</b> методы составления и структуры отчетов по результатам работы по разработке систем мониторинга и диагностики состояния технологических процессов (ЗН-2). <b>Уметь:</b> собирать, обобщать, обрабатывать и интерпретировать информацию о результатах научно-исследовательской деятельности для открытой публикации (У-2)</p>

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
<p><b>ОПК-11</b> Способен разрабатывать современные методы исследования автоматизированного оборудования в машиностроении.</p>	<p><b>ОПК-11.2.</b> Способен осуществлять сбор и обработку данных об отказах и нештатных ситуациях, выполнять ее анализ и формализацию</p>	<p><b>Знать:</b> виды типовых нарушений, основные процедуры диагностики, виды диагностических моделей и систем диагностики (ЗН-3);</p> <p><b>Уметь:</b> Выбирать тип и разрабатывать диагностическую модель технологического процесса (У-3).</p> <p><b>Владеть:</b> навыками обработки информации о нештатных ситуациях в ходе технологических процессов и ее формализации (В-1).</p>

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к дисциплинам обязательной части (Б1.О.17) и изучается на 2 курсе в 3 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Повышение достоверности измерительной информации систем автоматизации», «Моделирование систем управления», «Идентификация объектов управления», «Автоматизация технологических процессов основных химических производств».

Полученные в процессе изучения дисциплины «Мониторинг и диагностика технологических процессов» знания, умения и навыки могут быть использованы при прохождении как научно-исследовательских практик, так и для научно-исследовательской деятельности по выполнению магистерской диссертации.

## 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>70</b>
занятия лекционного типа	8
занятия семинарского типа, в т.ч.	62
семинары, практические занятия	36
лабораторные работы	18
курсовое проектирование (КР или КП)	
КСР	8
другие виды контактной работы	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>38</b>
<b>Форма текущего контроля</b> (Кр, реферат, РГР, эссе)	<b>Реферат</b>
<b>Форма промежуточной аттестации</b> (КР, КП, зачет, экзамен)	<b>Зачет</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.	Введение. Функции систем мониторинга и диагностики. Типовые структуры систем диагностики	1	2		2	ОПК-6 ОПК-9 ОПК-11	ОПК-6.3 ОПК-9.2 ОПК-11.2
2.	Методы обнаружения нарушений. Организация непрерывного мониторинга технологических процессов.	3	12	8	14		
3.	Диагностика нарушений. Экспертные; нечеткие, нейросетевые диагностические модели. Особенности использования	2	10	8	14		
4.	Диагностика нарушений работы аппаратуры в контурах рециклов и управления	2	8	2	8		
5.	Примеры систем мониторинга и диагностики нарушений в технологических процессах		4				
<b>Итого</b>		<b>8</b>	<b>36</b>	<b>18</b>	<b>38</b>		

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

№ п/п	Код индикаторов достижения компетенции	Наименование раздела дисциплины
1.	<b>ОПК-6.3</b>	Введение. Функции систем мониторинга и диагностики. Типовые структуры систем диагностики.
2.	<b>ОПК-9.2</b>	Методы обнаружения нарушений. Организация непрерывного мониторинга технологических процессов. Диагностика нарушений. Экспертные; нечеткие, нейросетевые диагностические модели. Особенности использования.
3	<b>ОПК-11.1</b>	Диагностика нарушений работы аппаратуры в контурах рециклов и управления Примеры систем мониторинга и диагностики нарушений в технологических процессах.

### 4.3. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<p><b>Введение. Функции систем мониторинга и диагностики. Типовые структуры систем диагностики</b></p> <p>Функции систем мониторинга и диагностики. Виды типовых нарушений. Основные процедуры диагностики: обнаружение нарушений, их локализация и определение причин их возникновения.</p>	1	ЛВ
2	<p><b>Методы обнаружения нарушений. Организация непрерывного мониторинга технологических процессов.</b></p> <p>Контрольные карты. Карты Шухарта. Карты кумулятивных сумм, карты взвешенного экспоненциального среднего. Недостатки одномерных контрольных карт при контроле многомерных объектов. Многомерные карты Шухарта, кумулятивных сумм и экспоненциального среднего. Характеристик, области применения. 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</p>	3	ЛВ
3	<p><b>Диагностика нарушений. Экспертные; нечеткие, нейросетевые диагностические модели. Особенности использования</b></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.</p> <p>Характеристики нейросетевых ДМ, особенности применения. Методы снижения размерности сети. Структура системы диагностики с нейросетевой ДМ. Алгоритм функционирования системы.</p>	2	ЛВ



№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
	<p><b>Диагностика нарушений работы аппаратуры в контурах рециклов и управления</b></p> <p>Особенности диагностирования нарушений в объектах, охваченных обратными связями. Структура системы диагностики для таких объектов. Требования к используемым ДМ. Нечеткие ДМ, методы синтеза, характеристики. ДМ на основе фильтров Калмана, характеристики. Алгоритмы функционирования системы.</p>	2	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
1	<p><u>Введение. Функции систем мониторинга и диагностики. Типовые структуры систем диагностики</u></p> <p>Функции систем мониторинга и диагностики. Основные процедуры диагностики: обнаружение нарушений, их локализация и определение причин их возникновения. Виды типовых нарушений. Диагностические модели (ДМ) и их классификация. Типовые структуры систем диагностики.</p>	2	

№ раздела дисци- плины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
2	<p><u>Методы обнаружения нарушений. Организация непрерывного мониторинга технологических процессов.</u></p> <p>Методы обнаружения нарушений. Организация непрерывного мониторинга технологических процессов. Статистические методы. Контрольные карты. Вычисление пороговых значений, характеристики и области предпочтительного применения.</p> <p>Необходимость многомерного мониторинга. Многомерные контрольные карты, характеристики и области предпочтительного применения. Снижение размерности использованием метода главных компонент (МГК). Построение модели МГК, критерии для определения числа главных компонент, учитываемых в модели. Организация мониторинга. Статистики <math>T^2</math> и <math>Q</math>. Вычисление пороговых значений. Модификации метода: метод проекции на латентные структуры (ПЛС), метод "движущегося" МГК.</p>	12	Презентации, обсуждение
3	<p><u>Диагностика нарушений. Экспертные; нечеткие, нейросетевые диагностические модели. Особенности использования</u></p> <p>Методы локализации нарушений. Появление иерархичности в структуре ДМ. Идентификация нарушений с использованием экспертных ДМ. Методы сбора, обработки и представления экспертной информации. Фреймово-продукционные ДМ. Использование нечетких множеств для описания аномальных ситуаций. Критерии близости. Структура систем диагностики с экспертными ДМ. Алгоритмы функционирования системы. Нейросетевые ДМ, их синтез и обучение, особенности использования. Методы снижения размерности сети. Иерархические нейросетевые ДМ. Структуры систем диагностики с нейросетевыми ДМ. Алгоритмы функционирования системы.</p>	10	Презентации, обсуждение

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
4	<u>Диагностика нарушений работы аппаратуры в контурах рециклов и управления</u> Особенности диагностирования нарушений в объектах, охваченных обратными связями. Структура системы диагностики для таких объектов. Нечеткие ДМ, методы синтеза, характеристики. Применение нечеткой кластеризации для определения числа правил в модели. ДМ на основе фильтров Калмана, характеристики. Алгоритмы функционирования системы.	8	Презентация, обсуждение
5	<u>Примеры систем мониторинга и диагностики нарушений в технологических процессах</u> Рассмотрение конкретных примеров реализации систем диагностики на технологических процессах. Обсуждение рефератов.	4	

#### 4.4.2 Лабораторные занятия

Лабораторный практикум содержит два цикла работ. Целью работ первого цикла является изучение организации мониторинга, второго - изучение систем диагностики с различными диагностическими моделями (ДМ).

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Примечание
2	Изучение мониторинга состояния контролируемого процесса с использованием контрольных карт Шухарта	4	
2	Изучение мониторинга состояния контролируемого процесса с использованием многомерных контрольных карт Шухарта	4	
3	Изучение процедур диагностики нарушений на имитаторе технологического процесса с использованием экспертных ДМ с нечеткими производственными правилами.	4	
3	Изучение процедур диагностики нарушений на имитаторе технологического процесса с использованием нейросетевых ДМ.	4	
4	Изучение процедур диагностики нарушений работы аппаратуры в контурах рециклов и управления на имитаторе технологического процесса с использованием ДМ в виде фильтра Калмана.	2	

#### 4.5 Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	<p><u>Введение. Функции систем мониторинга и диагностики. Типовые структуры систем диагностики</u>                      Ознакомление с основными понятиями в области мониторинга и диагностики. Функции и типовые структуры систем. Классификация диагностических моделей (ДМ)</p>	2	
2	<p><u>Методы обнаружения нарушений. Организация непрерывного мониторинга технологических процессов.</u>                      Контрольные карты. Карты Шухарта, виды, свойства, расчет контрольных пределов. Карты кумулятивных сумм, виды статистик, свойства области применения. Карты экспоненциально взвешенного среднего, характеристики                      Необходимость применения многомерного мониторинга. Многомерные карты Шухарта, кумулятивных сумм, виды, свойства и области применения                      Сложности использования контрольных карт для объектов большой размерности. Снижение размерности с помощью метода главных компонент (МГК). Методы построения МГК-моделей контролируемого объекта. Статистики <math>T^2</math> и <math>Q</math>. Вычисление пороговых значений. Модификации метода: метод проекции на латентные структуры (ПЛС), метод "движущегося" МГК. Области применения.</p>	14	Устный опрос реферат
3	<p><u>Диагностика нарушений. Экспертные; нечеткие, нейросетевые диагностические модели. Особенности использования</u>                      Ознакомление с методами локализации нарушений. Декомпозиция объекта: подходы, области целесообразного применения. Иерархические структуры ДМ                      Изучение методов идентификации нарушений с использованием экспертных ДМ, методами сбора, обработки и представления экспертной информации. Фреймово-продукционные ДМ. Использование нечетких множеств для описания нештатных ситуаций. Критерии оценки близости ситуаций с нечеткими описаниями. Структура систем диагностики с экспертными ДМ. Алгоритмы функционирования системы.                      Ознакомление с диагностикой нарушений на базе нейросетевых ДМ, их синтезом и алгоритмами обучения, особенностями использования. Методы снижения размерности сети. Иерархические нейросетевые ДМ. Структуры систем диагностики с нейросетевыми ДМ. Алгоритмы функционирования системы</p>	14	Устный опрос реферат

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
4	<u>Диагностика нарушений работы аппаратуры в контурах рециклов и управления</u> Диагностика нарушений работы аппаратуры в контурах рециклов и управления. Особенности диагностирования нарушений в объектах, охваченных обратными связями. Ознакомление со структурой системы диагностики для таких объектов. Нечеткие ДМ, методы синтеза, характеристики. Определение числа правил использованием нечеткой кластеризации. ДМ на основе фильтров Калмана, характеристики. Алгоритмы функционирования системы	8	Устный опрос
<i>Итого</i>		<b>38</b>	

### 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.

Зачет предусматривает выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуется вопросами (заданиями) по курсу для проверки теоретических знаний и умений, и навыков.

При сдаче зачета, студент получает два вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу - до 30 мин.

Пример варианта вопросов на зачете:

Вариант №
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Метод главных компонент.</li> <li>2. Критерии оценки близости ситуаций.</li> </ol>

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. Русинов, Л.А. Методы и системы мониторинга и диагностики нарушений в технологических процессах производства химических наноматериалов: учебное пособие / Л. А.Русинов, В. В. Куркина; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра автоматизации процессов химической промышленности. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2012. – 44 с.

2. Советов, Б.Я. Представление знаний в информационных системах: учебник для вузов / Б. Я. Советов, В. В. Цехановский, В. Д. Чертовской. - Москва: Академия, 2011. - 143с. – ISBN 978-5-7685-6886-2
3. Советов, Б.Я. Интеллектуальные системы и технологии: учебник для вузов / Б. Я. Советов, В. В. Цехановский, В. Д. Чертовской. - Москва: Академия, 2013. - 318 с – ISBN 978-5-7695-9572-1
4. Злобин, В.К. Нейросети и нейрокомпьютеры: учебное пособие для вузов / В. К. Злобин, В. Н. Ручкин. – Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2011. - 252 с.– ISBN 978-5-9775-0718-9

**б) электронные учебные издания:**

1. Удаленная диспетчеризация и оперативный мониторинг технологических процессов: учебное пособие / составители М. В. Данилов [и др.]. — Ставрополь: Министерство образования и науки Российской Федерации, Ставропольский государственный аграрный университет, 2019. — 60 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/169693> (дата обращения: 05.06.2021). — Режим доступа: по подписке.
2. Диагностика в системах отказоустойчивого управления технологическими процессами: учебное пособие / А. А. Алексеев, М. И. Халиков, Д. Х. Имаев, Ю. А. Кораблев. — Санкт-Петербург: Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет, 2013. — 88 с. — ISBN 978-5-9239-0615-8. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/45237> (дата обращения: 05.06.2021). — 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>

уточняющая литература по отдельным разделам дисциплины с помощью стандартных поисковых систем: [www.rambler.ru](http://www.rambler.ru); [www.yandex.ru](http://www.yandex.ru); [www.yahoo.ru](http://www.yahoo.ru); [www.google.ru](http://www.google.ru).

учебные пособия по теории принятия решений на сайте:

<http://www.all-ebooks.com>

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 «Мониторинг и диагностика технологических процессов» 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.

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 знания 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.**

- Microsoft Office Std, Академическая лицензия, сублицензионный договор №02(03)15 от 20.01.2015, с 20.01.2015 бессрочно;
- РТС Mathcad (ГК №19 от 13.10.08 г. на предоставление академической лицензии на MathCAD University Department Perpetual-200 Floating);
- MatLab.

### **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 практических 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  
«Мониторинг и диагностика технологических процессов»**

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

Индекс компетенции	Содержание	Этап формирования
<b>ОПК-6</b>	<b>Способен осуществлять научно-исследовательскую деятельность, используя современные информационно-коммуникационные технологии, глобальные информационные ресурсы</b>	промежуточный
<b>ОПК-9</b>	<b>Способен представлять результаты исследования в области машиностроения в виде научно-технических отчетов и публикаций</b>	промежуточный
<b>ОПК-11</b>	<b>Способен разрабатывать современные методы исследования автоматизированного оборудования в машиностроении.</b>	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)
<b>ОПК-6.3</b> Владеет классификацией направлений исследования в области систем технической и технологической диагностики и готов к проведению работ по разработке диагностических моделей применительно к задачам управления технологическими объектами	Знает структуры и алгоритмы работы систем мониторинга и диагностики состояния технологических процессов (ЗН-1).	Правильные ответы на вопросы к зачету № 1- 8, реферат	Знает структуры систем мониторинга и диагностики состояния технологических процессов, но недостаточно уверенно ориентируется в алгоритмах их работы.
	Умеет строить диагностические модели с использованием различной доступной информации о контролируемом технологическом процессе; пользоваться аппаратом нечетких множеств при формализации нечеткой информации, лингвистическими описаниями, методами идентификации нечетких систем (У-1).	Правильные ответы на вопросы к зачету №9-13	Объясняет характеристики диагностических моделей, использует аппарат нечетких множеств.



Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)
<b>ОПК-9.2</b> По результатам научно-исследовательской деятельности готовит материалы для открытой публикации	Знает методы составления и структуры отчетов по результатам работы по разработке систем мониторинга и диагностики состояния технологических процессов (ЗН-2).	Правильные ответы на вопросы к зачету № 15-16	Обосновывает важность отражения различных аспектов работы в отчете и публикации.
	Умеет собирать, обобщать, обрабатывать и интерпретировать информацию о результатах научно-исследовательской деятельности для открытой публикации (У-2)	Правильные ответы на вопросы к зачету №14	Использует процедуры обработки и интерпретации результатов исследований нештатных ситуаций на технологическом процессе
<b>ОПК-11.1.</b> Способен осуществлять сбор и обработку данных об отказах и нештатных ситуациях, выполнять ее анализ и формализацию	Знает виды типовых нарушений, основные процедуры диагностики, виды диагностических моделей и систем диагностики (ЗН-3)	Правильные ответы на вопросы к зачету №17, 19-22	Ориентируется в процедурах мониторинга и диагностики в случае сложных многопараметрических процессов
	Умеет выбирать тип и разрабатывать диагностическую модель технологического процесса (У-3).	Правильные ответы на вопросы к зачету №18, 27-29, реферат	Представляет характеристики и свойства диагностических моделей разных типов
	Владеет навыками обработки информации о нештатных ситуациях в ходе технологических процессов и ее формализации (В-1).	Правильные ответы на вопросы к зачету №23-26, 30-33, реферта	Выбирает методы обработки и формализации информации о нештатных ситуациях

### 3. Типовые контрольные вопросы для проведения промежуточной аттестации.

#### Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ОПК-6:

1. Функции систем мониторинга и диагностики. Основные процедуры диагностики.
2. Типовые структуры систем диагностики.
3. Функции систем мониторинга. Структура систем непрерывного мониторинга состояния технологических процессов
4. Метод главных компонент
5. Методы локализации нарушений. Иерархия в диагностических моделях
6. Системы диагностики с ДМ на основе нечетких продукционных правил. Структура и алгоритмы работы
7. Диагностика работы клапанов, исполнительных устройств.

8. Диагностика работы датчиков.
9. Диагностические модели, свойства, области применения.
10. Модели для мониторинга состояния технологического процесса.
11. Модели мониторинга на основе метода главных компонент
12. Экспертные диагностические модели в условиях лингвистических описаний процесса
13. Нейросетевые диагностические модели , свойства , характеристики

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

14. Методики анализа технологических процессов с целью выявления возможных нарушений (HAZOP, HAZID)
15. Структура публикаций с описаниями систем мониторинга и диагностики нарушений в технологических процессах (оценить по литературным источникам)
16. Структура типовой публикации о результатах разработки систем мониторинга и диагностики для конкретных технологических процессов

**Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ОПК-11:**

17. Виды типовых нарушений. Нарушения в ходе процесса, нарушения в работе аппаратуры полевой автоматики.
18. Диагностические модели (ДМ) и их классификация.
19. Методы обнаружения нарушений. Одномерные контрольные карты Шухарта.
20. Методы обнаружения нарушений. Одномерные контрольные карты кумулятивных сумм и экспоненциально взвешенного среднего.
21. Методы обнаружения нарушений. Многомерные карты Шухарта.
22. Методы обнаружения нарушений. Многомерные карты кумулятивных сумм и экспоненциально взвешенного среднего.
23. Обнаружение нарушений в пространстве главных компонент. Статистики Q и T<sup>2</sup>.
24. Нелинейный метод главных компонент и его применение для мониторинга
25. Фреймово-продукционные диагностические модели.
26. ДМ с нечеткими продукционными правилами.
27. Критерии оценки близости ситуаций.
28. Нейросетевые диагностические модели. Искусственный нейрон. Виды функций активации, характеристики и особенности применения.
29. Нейросетевые диагностические модели. Методы обучения. Формирование обучающих массивов.
30. Системы диагностики с нейросетевыми ДМ. Структура, особенности использования.
31. Системы диагностики с иерархическими нейросетевыми ДМ. Особенности и алгоритмы работы.
32. Особенности диагностики нарушений работы аппаратуры в контурах управления. Маскирующий эффект обратной связи.
33. Фильтры Калмана в диагностике нарушений работы аппаратуры и оборудования в контурах управления и контурах рециклов технологических процессов

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

**4. Примерные темы рефератов**

Тематика рефератов непосредственно связана с изучаемыми разделами программы

дисциплины «Мониторинг и диагностика технологических процессов». При защите реферата учитывается:

- соответствие содержания заявленной теме;
- логичность и последовательность в изложении материала;
- способность к работе с литературными источниками, Интернет-ресурсами, справочной и энциклопедической литературой;
- способность к анализу и обобщению информационного материала, степень полноты обзора состояния вопроса;
- обоснованность выводов;
- правильность оформления (соответствие стандарту, структурная упорядоченность, ссылки, цитаты, таблицы и т.д.).

Ниже приведены рекомендуемые темы рефератов

1. Типовые структуры систем мониторинга и диагностики технологических процессов.
2. Одномерные контрольные карты Шухарта для количественных и альтернативных данных. Методика построения, области применения.
3. Одномерные контрольные карты кумулятивных сумм и экспоненциально взвешенного среднего и их использование для мониторинга процесса. Методика построения, области применения.
4. Многомерные контрольные карты Шухарта для количественных и альтернативных данных. Методика построения, области применения. Преимущества при использовании для мониторинга технологических процессов большой размерности.
5. Многомерные контрольные карты кумулятивных сумм и экспоненциально взвешенного среднего и их использование для мониторинга процесса. Методика построения, области применения, особенности.
6. Метод главных компонент и его использование в системах мониторинга технологических процессов.
7. Мониторинг технологических процессов на основе нелинейного метода главных компонент. Особенности применения.
8. Организация мониторинга технологических процессов периодического действия.
9. Методика построения диагностических моделей на базе экспертной информации. Организация экспертного опроса, обработка и достижение согласованности экспертной информации.
10. Экспертные нечеткие диагностические модели. Представление данных. Критерии близости.
11. Использование сигнальных направленных графов для верификации экспертных диагностических моделей.
12. Методы построения нечетких диагностических моделей на основе статистических данных. Нечеткая кластеризация как метод извлечения нечетких продукционных правил из данных с процесса.
13. Системы диагностики с фреймово-продукционными диагностическими моделями. Методики построения, структуры и алгоритмы работы.
14. Системы диагностики с нейросетевыми диагностическими моделями. Методики построения, структуры и алгоритмы работы.
15. Диагностика работы аппаратуры в контурах рециклов и управления. Структура, особенности работы.
16. Аналитический обзор систем мониторинга и диагностики нарушений сложных химико-технологических процессов.

**5 Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.**

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

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме зачета.

Шкала оценивания на зачёте – «зачёт», «незачет». При этом «зачёт» соотносится с пороговым уровнем сформированности компетенции.