

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 15.11.2023 16:30:14  
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  
« 12 » января 2022 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ**

Направление подготовки

**15.03.02 Технологические машины и оборудование**

Направленность программы

**Технологические машины и роботизированные комплексы для переработки  
полимерных композитов**

**Технологическое оборудование гидромеханических и тепло-массообменных  
процессов**

Квалификация

**Бакалавр**

Форма обучения

**Очная**

Факультет **информационных технологий и управления**

Кафедра **автоматизации процессов химической промышленности**

Санкт-Петербург

2022

Б1.О.34

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность разработчика	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Доцент		доцент А.А. Пешехонов

Рабочая программа дисциплины «Системы управления химико-технологическими процессами» обсуждена на заседании кафедры автоматизации процессов химической промышленности

протокол «29» декабря 2021 № 3

Заведующий кафедрой

Л.А. Русинов

Одобрено учебно-методической комиссией факультета информационных технологий и управления

протокол от «29» декабря 2021 № 4

Председатель

В.В. Куркина

## СОГЛАСОВАНО

Ответственный за направление подготовки «Технологические машины и оборудование»		А.Н. Луцко
Директор библиотеки		Т.Н. Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		М.З. Труханович
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 .....	10
4.4.1. Лабораторные занятия. ....	10
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 основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.....	14
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины. ....	14
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	15
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-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине. ....	16
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья. ....	16
Приложение № 1.....	17

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

Для 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 применять основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации при решении задач профессиональной деятельности</p>	<p>ОПК-2.2 Применяет современные технические средства измерения технологических параметров, системы сбора и обработки информации в составе систем автоматического контроля</p>	<p><b>Знать:</b> принцип действия, метрологические и эксплуатационные характеристики технических средств измерения основных технологических параметров (ЗН-1) <b>Уметь:</b> обоснованно выбирать первичные преобразователи и формировать измерительные цепи при использовании различных способов и средств передачи информации с ее последующей обработкой (У-1)</p>
<p>ОПК-4 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности</p>	<p>ОПК-4.3 Готов к использованию и практической реализации математических методов и моделей в алгоритмическом обеспечении автоматизированной системы управления технологическими установками</p>	<p><b>Знать:</b> типовые законы регулирования и структуры систем автоматического управления (ЗН-2); <b>Уметь:</b> определять регулируемые параметры и регулирующие воздействия, необходимые для достижения цели управления, выделять основные возмущающие воздействия и определять способы их компенсации (У-2); <b>Владеть:</b> навыками параметрического синтеза автоматической систем регулирования с учетом предварительного анализа динамических характеристик технологической установки, как объекта управления (Н-1).</p>

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
<p>ОПК-6 Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий</p>	<p>ОПК-6.2 Готов к эксплуатации систем автоматизации, реализующих функции регулирования, контроля, сигнализации и управления с учетом внутреннего потенциала технологического комплекса, как самоорганизующейся системы</p>	<p><b>Знать:</b> базовые принципы построения систем автоматизации технологических процессов (ЗН-3); современную номенклатурную базу технических средств измерения и физической реализации управляющих воздействий (ЗН-4);</p> <p><b>Уметь:</b> проводить направленные исследования свойств объекта управления с целью выбора рациональной структуры системы регулирования аккумулирующей положительные качества откликов объекта (У-3)</p>

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к обязательной части (Б1.О.34) и изучается на 4 курсе в 7 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на дисциплины «Физика», «Теоретическая механика», «Инженерная графика», «Процессы и аппараты химической технологии», «Метрология, стандартизация и сертификация». Полученные в процессе изучения дисциплины «Системы управления химико-технологическими процессами» знания, умения и навыки могут быть использованы при выполнении выпускной квалификационной работы.

## 3. Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, академических часов
	Очная форма обучения
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b> (зачетных единиц/ академических часов)	<b>2/ 72</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>56</b>
занятия лекционного типа	<b>18</b>
занятия семинарского типа, в т.ч.	36
семинары, практические занятия	-
лабораторные работы	<b>36</b>
курсовое проектирование (КР или КП)	-
КСР	2
в том числе на КП	-
другие виды контактной работы	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>16</b>
<b>Форма текущего контроля</b> (Кр, реферат, РГР, эссе)	-
<b>Форма промежуточной аттестации</b> (КР, КП, зачет, экзамен)	зачет

#### 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	Общие положения и терминология, понятие об автоматизированных технологических комплексах и методах их построения	2				ОПК-2	ОПК-2.2
2	Физические основы методов и приборы контроля основных параметров технологических процессов	4		4	2	ОПК-2	ОПК-2.2
3	Методы и приборы контроля механических и электрических величин	2			2	ОПК-2	ОПК-2.2
4	Методы и приборы контроля качества и состава веществ и материалов	2		12	2	ОПК-2	ОПК-2.2
5	Принципы и системы управления динамическими объектами	4		10	4	ОПК-4	ОПК-4.3
6	Исполнительная часть автоматических систем регулирования	2		10	4	ОПК-6	ОПК-6.2
7	Автоматизированное гибридное оборудование в технологических процессах	2			2	ОПК-6	ОПК-6.2
Итого		<b>18</b>		<b>36</b>	16		

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

№ п/п	Код индикаторов достижения компетенции	Наименование раздела дисциплины
1	<b>ОПК-2.2</b>	Общие положения и терминология, понятие об автоматизированных технологических комплексах и методах их построения. Физические основы методов и приборы контроля основных параметров технологических процессов.

№ п/п	Код индикаторов достижения компетенции	Наименование раздела дисциплины
		Методы и приборы контроля качества и состава веществ и материалов. Методы и приборы контроля механических и электрических величин.
2	<b>ОПК-4.3</b>	Принципы и системы управления динамическими объектами
3	<b>ОПК-6.2</b>	Исполнительная часть автоматических систем регулирования Автоматизированное гибридное оборудование в технологических процессах

#### 4.3. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. Часы	Инновационная форма
1	<b>Общие положения и терминология, понятие об автоматизированных технологических комплексах и методах их построения</b> Значение автоматизации в повышении эффективности производства. Основные понятия и определения. Классификация, функции и структура (подсистемы) АСУТП. Основные виды обеспечения АСУТП. Правила выбора параметров управления, контроля и защиты. Назначение систем сигнализации, диагностики и защиты	2	лекция-визуализация (ЛВ)
2	<b>Физические основы методов и приборы контроля основных параметров технологических процессов</b> Основные физические закономерности, позволяющие осуществлять прямые и косвенные измерения неэлектрических величин. Измерение давления, температуры, уровня, расхода жидких, газообразных и твердых сыпучих материалов.	4	ЛВ
3	<b>Методы и приборы контроля механических и электрических величин</b> Машины и аппараты химических производств как объекты контроля и управления. Методы и приборы контроля механических, электрических и магнитных параметров. Энкодеры. Датчики Холла.	2	ЛВ



№ раздела дис- циплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. Часы	Инноваци- онная форма
4	<p><b>Методы и приборы контроля параметров качества и состава веществ и материалов</b> Измерение плотности, вязкости и влажности жидкостей и газов. Измерение концентрации растворов. Контактная и бесконтактная кондуктометрия. Потенциометрический метод анализа. Качество веществ и материалов. Классификация систем автоматических анализаторов качества. Хроматография и масс-спектрометрия</p>	2	ЛВ
5	<p><b>Принципы и системы управления динамическими объектами</b> Структура и характеристики объектов управления. Математические модели динамических систем. Передаточные функции. Основные функциональные элементы автоматической системы регулирования (АСР). Законы регулирования. Показатели качества регулирования. Структурный и параметрический синтез промышленных регуляторов.</p>	4	ЛВ
6	<p><b>Исполнительная часть автоматических систем регулирования</b> Общие принципы преобразования управляющего сигнала в управляющее воздействие Дроссельное управление расходом жидкостей и газов. Исполнительные устройства. Регулирующие органы. Электро- и пневмоприводы дроссельных ИУ, станции управления, пускатели, позиционеры, управление однооборотными электроприводами, управление пневмоприводами непосредственно от контроллера. Объемное управление расходом жидкостей, газов и сыпучих материалов. Питатели, насосы, дозаторы (жидкостей, в т.ч. неньютоновских жидкостей и суспензий). Механические питатели и дозаторы для сыпучих, управление многооборотными электроприводами.</p>	2	ЛВ

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. Часы	Инновационная форма
7	<p><b>Автоматизированное гибридное оборудование технологических процессов</b></p> <p>Технические средства, решающие технологические задачи и одновременно задачи контроля и регулирования параметров технологических объектов за счёт использования собственных свойств, в частности, внутренних обратных связей. Автоматизированные многофункциональные бесклапанные пневматические преобразователи (АМФПП) параметров гранулята. Вертикальный бесклапанный пневматический питатель (ВПП). Непрерывное управление двухфазными потоками. Модели статики и динамики двухфазных потоков. Дискретные напорные дозаторы (ДФС). Квазинепрерывные напорные дозаторы. Дискретные вакуумные дозаторы. Расходомеры непрерывного и дискретного действия. Приборы контроля грансостава, плотности и влажности частиц. Примеры применения АМФПП в АСУ ТП.</p>	2	ЛВ

#### 4.4. Занятия семинарского типа

##### 4.4.1. Лабораторные занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
4,5	<p><b>Вертикальный пневматический питатель непрерывного действия для гранулятов</b></p> <p>Экспериментальное исследование свойств и определение эксплуатационных характеристик вертикального пневматического питателя непрерывного действия для гранулированных и зернистых материалов. Разработка эскиза схемы автоматизации пилотной установки в соответствии с ГОСТ 21.208-2013. Обработка и анализ экспериментальных данных.</p>	4	метод малых групп (МГ)

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
4,5,6	<p><b>Дискретный вакуумный дозатор гранулята</b>            Экспериментальное исследование свойств и определение эксплуатационных характеристик дискретного вакуумного и вакуум-напорного действия для гранулированных и зернистых материалов. Разработка эскиза схемы автоматизации пилотной установки в соответствии с ГОСТ 21.208-2013. Обработка и анализ экспериментальных данных.</p>	8	МГ
4,6	<p><b>Управление перистальтическим насосом</b>            Изучение принципа действия и особенностей эксплуатации управляемых перистальтических насосов-дозаторов. Экспериментальное исследование расходных характеристик перистальтического насоса-дозатора. Разработка эскиза схемы автоматизации пилотной установки в соответствии с ГОСТ 21.208-2013. Обработка и анализ экспериментальных данных. Метрологическая оценка перистальтического насоса-дозатора.</p>	4	МГ
4,5	<p><b>Пневматический датчик грансостава зернистого материала</b>            Экспериментальное исследование свойств, принципов действия и особенностей эксплуатации пневматических средств измерения гранулометрического состава гранулированного материала. Разработка эскиза схемы автоматизации пилотной установки в соответствии с ГОСТ 21.208-2013. Обработка и анализ экспериментальных данных. Метрологическая оценка возможностей и области применения пневматических датчиков грансостава</p>	4	МГ

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
2,4,5,6	<b>Изучение характеристик АСР расхода жидкости и газа с дроссельными ИУ</b> Экспериментальное исследование трубопроводов, как объектов автоматизации на пилотной установке. Изучение принципов действия и особенностей эксплуатации средств измерения расхода. Экспериментальное определение характеристик исполнительного устройства. Разработка эскиза схемы автоматизации пилотной установки в соответствии с ГОСТ 21.208-2013. Особенности работы со SCADA-системой. Обработка и анализ экспериментальных данных. Изучение особенностей настройки пропорционально-интегрального закона регулирования.	8	МГ
2, 4,5,6	<b>Система автоматического управления гидравлическим объектом на базе контроллера</b> Изучение технических средств измерения расхода жидкостей, уровня и исполнительных устройств для изменения величины расхода. Особенности работы со SCADA-системой. Экспериментальное исследование свойств астатического объекта регулирования на пилотной установке. Разработка эскиза схемы автоматизации пилотной установки в соответствии с ГОСТ 21.208-2013. Обработка и анализ экспериментальных данных.	8	МГ

#### 4.5. Самостоятельная работа обучающихся

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
2	<b>Физические основы методов и приборы контроля основных параметров технологических процессов</b> Использование дискретной формы представления моделей объектов. Разностные уравнения. Уравнения пространства состояния.	2	Письменный опрос (тест 1)
3	<b>Методы и приборы контроля качества и состава веществ и материалов</b> Плотномеры, вискозиметры влагомеры. Кондуктометрический метод контроля состава веществ. Оптические газоанализаторы. Хроматографы. Масспектрометры.	2	Письменный опрос (тест 2)

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
4	<b>Методы и приборы контроля механических и электрических величин</b> Изучение современной номенклатуры средств измерения плотности, вязкости и влажности. Методы анализа состава вещества.	2	Устный опрос №2 Письменный опрос (тест 3)
5	<b>Принципы и системы дроссельного управления расходом жидкостей и газов</b> Анализ современного парка клапанов с электро- и пневмоприводами. Конструкции и функциональные возможности позиционеров.	4	Устный опрос №3
6	<b>Структура и особенности цифровых систем обмена и передачи данных в измерительных и исполнительных цепях автоматических систем контроля и управления</b> Изучение номенклатуры программируемых контроллеров и систем удаленного сбора данных различных фирм производителей. Особенности использования средств измерения с цифровой или беспроводной формой передачи данных. Создание систем мониторинга состояния процесса с целью раннего обнаружения отклонения значений параметров и внесения воздействия, предотвращающих развитие аварийной ситуации. Современные тенденции внедрения SCADA-, MES- и ERP-систем.	4	Устный опрос №4 Письменный опрос (тест 4)
7	<b>Гибридное оборудование технологических процессов</b> Понятие о гибридном оборудовании автоматизированных технологических комплексов. Примеры реализации автоматизированных технологических комплексов на основе гибридного оборудования.	2	

#### **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: <http://media.technolog.edu.ru>

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

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета. К сдаче зачета допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. Зачет предусматривают выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуются двумя вопросами из разных разделов дисциплины.

Время подготовки студента к устному ответу - до 40 мин.

Пример варианта вопросов в билете на зачете:

1. Описание динамических звеньев и их характеристики. Понятие о передаточной функции. Динамические характеристики звеньев (переходная характеристика, функция веса).
2. Устройство и принцип действия термометров расширения и термоэлектрических термометров.

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 основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

### **а) печатные издания:**

1. Сажин, С.Г. Приборы контроля состава и качества технологических сред: учебное пособие / С.Г. Сажин. – Санкт-Петербург: Лань, 2012. - 432 с. - ISBN 978-5-8114-1237-2
2. Харазов, В.Г. Интегрированные системы управления технологическими процессами / В.Г. Харазов. - Санкт-Петербург: Профессия, 2013. - 655 с. - ISBN 978-5-904757-56-4
3. Шишмарев, В.Ю. Технические измерения и приборы: учебник для вузов / В. Ю. Шишмарев. - 2-е изд., испр. - Москва: Академия, 2012. - 384 с. - ISBN 978-5-7695-8764-1
4. Пешехонов, А.А. Обработка и представление экспериментальных данных: учебное пособие / А.А. Пешехонов, В.В. Куркина, К.А. Жаринов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра автоматизации процессов химической промышленности. – Санкт-Петербург: [б.и.], 2011. – 48 с.

### **б) электронные издания**

1. Гаврилов, А.Н. Средства и системы управления технологическими процессами: учебное пособие / А.Н. Гаврилов, Ю.В. Пятаков . – Санкт-Петербург: Лань, 2019. – 376 с. – ISBN 978-5-8114-4584-4 // Электронная библиотека. - URL: <https://e.lanbook.com/reader/book/122190/#10> (дата обращения: 03.06.2021). - Режим доступа: по подписке.
2. Карпов, К.А. Основы автоматизации производств нефтегазохимического комплекса: учебное пособие / К.А. Карпов . – Санкт-Петербург: Лань, 2019. – 108 с. – ISBN 978-5-8114-4187-7 // Электронная библиотека. - URL: <https://e.lanbook.com/reader/book/115727/#29> (дата обращения: 03.06.2021). - Режим доступа: по подписке.
3. Измерение и контроль в технологических процессах нефтегазового производства : учебное пособие / составители Р.М. Алиев, Г. А. Азизов. — Махачкала : ДГТУ, 2019. — 49 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/145815> (дата обращения: 03.06.2021). — Режим доступа: по подписке.

## **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.**

- учебный план, РПД и учебно-методические материалы: <http://media.technolog.edu.ru>  
- **Электронная библиотека СПбГТИ(ТУ) (на базе ЭБС «БиблиоТех»)**  
Принадлежность – собственная СПбГТИ(ТУ).

Договор на передачу права (простой неисключительной лицензии) на использования результата интеллектуальной деятельности ООО «БиблиоТех»

ГК№0372100046511000114\_135922 от 30.08.2011

Адрес сайта – <http://bibl.lti-gti.ru/>

Интернет-ресурсы: проводить поиск в различных системах, таких как [www.yandex.ru](http://www.yandex.ru), [www.google.ru](http://www.google.ru), [www.rambler.ru](http://www.rambler.ru), [www.yahoo.ru](http://www.yahoo.ru) и использовать материалы сайтов, рекомендованных преподавателем на лекционных занятиях.

С компьютеров института открыт доступ к:

[www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru) - eLIBRARY - научная электронная библиотека периодических изданий;

<http://e.lanbook.com> - Электронно-библиотечная система издательства «Лань»;

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

Все виды занятий по дисциплине «Системы управления химико-технологическими процессами» 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.

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 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.**

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;

АСКОН Компас 3D LT V12 Академическая лицензия.

#### **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-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

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;
  - 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, лаборатория аудитория №16 190013, г. Санкт-Петербург, Московский проспект, д. 24-26/49, лит. Е. Оснащение: специализированная мебель, доска, 14 учебных и поверочных стендов; оснащенные техническими средствами автоматизации и программируемыми контроллерами Siemens S7-300, Trei, ОВЕН -150, МІС-2000, ТРМ151-06, ОВЕН ПЛК110, панель сенсорная СП310.
2. Для самостоятельной работы студентов:

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 28.08.2014г.



**Фонд оценочных средств  
для проведения промежуточной аттестации по  
дисциплине «Системы управления химико-технологическими процессами»**

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

<b>Индекс</b>	<b>Формулировка</b>	<b>Этап формирования</b>
<b>ОПК-2</b>	Способен применять основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации при решении задач профессиональной деятельности	промежуточный
<b>ОПК-4</b>	Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	промежуточный
<b>ОПК-6</b>	Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных 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>ОПК-2.2</b> Применяет современные технические средства измерения технологических параметров, системы сбора и обработки информации в составе систем автоматического контроля	Знает базовые физические закономерности, принципы действия, метрологические характеристики, информационные связи и особенности эксплуатации технических средств измерения основных технологических параметров (ЗН-1).	Правильные ответы на вопросы № 1- 26 к зачету.	Поясняет основные физические закономерности и основанные на них принципы действия средств измерения основных технологических параметров: температуры, давления, расхода, уровня, а также ряда показателей качества объектов технологической переработки и специфических параметров электро- и пневмоприводов. Перечисляет основные метрологические характеристики средств измерения и поясняет их сущностное содержание. Имеет представление о назначении понятия и способах определения класса точности измерительного преобразователя, знает процедуру поверки средств измерения.
	<b>Умеет</b> обоснованно выбирать первичные преобразователи и формировать измерительные цепи при использовании различных способов и средств передачи информации с ее последующей обработкой (У-1)	Правильные ответы на вопросы № 6-10 и 21 к зачету.	Имеет представление о структуре информационной измерительной цепи с реализацией ее в вариантах с аналоговой и цифровой формой передачи информации. Способен составить спецификацию на цепь измерения с учётом выбранного источника питания цепи и способа представления информации. Знает назначение и принцип действия измерительных и нормирующих преобразователей, объединённых в Государственной системе приборов (ГСП).
<b>ОПК-4.3</b> Готов к использованию и практической реализации математических методов и моделей в алгоритмиче-	<b>Знает</b> свойства технологических процессов и оборудования как объектов автоматизации; типовые законы регулирования и структуры систем автоматического управления (ЗН-2); основные показатели качества регулирования	Правильные ответы на вопросы № 27-33, 35, 36 к зачету.	Перечисляет отличительные особенности типовых законов регулирования и специфику их применения в автоматических системах регулирования. Способен определить необходимый применительно к конкретному объекту управления и заданным показателям качества регулирования тип одно- и многоконтурной АСР и законы регулирования входящих в неё типовых промышленных регуляторов.

ском обеспечении автоматизированной системы управления технологическими процессами и оборудованием	<b>Умеет</b> определять регулируемые параметры и регулирующие воздействия, необходимые для достижения цели управления, выделять основные возмущающие воздействия и определять способы их компенсации (У-2)	Правильные ответы на вопросы № 46, 27-33 к зачету.	Владеет методиками анализа технологических процессов как объектов автоматического контроля и управления, способен выделять и различать возможные управления, контролируемые переменные и возмущающие воздействия, составлять схемы технологических процессов и реализующего их оборудования как объектов автоматизации, умеет использовать специфические свойства и характеристики технологических объектов, позволяющие повысить надёжность и качество управления
	<b>Владеет</b> навыками параметрического синтеза автоматической систем регулирования с учетом предварительного анализа динамических характеристик технологической установки, как объекта управления (Н-1).	Правильные ответы на вопросы № 33-37 к зачету.	Перечисляет основные показатели качества регулирования технологических параметров, владеет информацией, позволяющей оптимизировать тот или иной требуемый показатель качества регулирования. Владеет методиками приближённого параметрического синтеза типовых промышленных регуляторов и может применить для окончательной процедуры метод интеллектуального автоматизированного направленного поиска оптимальных настроек с переменной величиной шага квантования
ОПК-6.2 Готов к эксплуатации систем автоматизации, реализующих функции регулирования, контроля, сигнализации и управления с учетом внутреннего потенциала технологического комплекса, как самоорганизующейся системы	<b>Знает</b> базовые принципы построения систем автоматизации операций контроля и управления технологическими процессами (ЗН-3);	Правильные ответы на вопросы № 46 - 48 к зачету.	Объясняет разницу свойств замкнутой и разомкнутой систем управления. Поясняет распределение функций между уровнями иерархической структуры АСУ предприятия. Дает обоснование применения различных типов обеспечения АСУТП. Называет основные стадии проекта и дает перечень задач, решаемых на конкретном уровне каждой стадии иерархии управления.
	<b>Знает</b> современную номенклатурную базу технических средств измерения и физической реализации управляющих воздействий (ЗН-4);	Правильные ответы на вопросы № 38-46 к зачету.	Знает методы дроссельного и объёмного управления расходом вещественных технологических потоков жидкостей, газов и твёрдых веществ, разницу между результатами их применения в различных условиях с точки зрения достижения максимальной эффективности в смысле заявленного критерия оптимальности

	<p><b>Умеет</b> проводить направленные исследования свойств объекта управления с целью выбора рациональной структуры системы регулирования, аккумулирующей положительные качества откликов объекта (У-3)</p>	<p>Правильные ответы на вопросы № 40-41 к зачету.</p>	<p>Умеет организовать исследование объекта управления на математической и физической моделях с привлечением методов планирования эксперимента, в том числе, рандомизации параметров.</p>
--	--	---	--

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

#### а) Вопросы для оценки сформированности элементов компетенции ОПК-2:

1. Общие структуры замкнутой и разомкнутой автоматических систем регулирования (АСР).
2. Понятия автоматической и автоматизированной систем. Классификация АСР по характеру сигналов задания.
3. Иерархический принцип управления производственными предприятиями.
4. АСУ предприятия и производства: цели, входы и выходы АСУ, функции.
5. АСУ ТП. Структура, функции, компоненты и обеспечение.
6. Физические основы и связь между физическими величинами, характеризующими технологические процессы.
7. Понятие об измерении. Измерительная цепь. Элементы измерительной цепи.
8. Государственная система обеспечения единства измерений и ГСП.
9. Средства измерений. Классификация. Основные метрологические характеристики СИ.
10. Погрешности средств измерений. Классы точности средств измерений.
11. Устройство и принцип действия неэлектрических и электрических первичных преобразователей давления.
12. Преобразователи давления как датчики значений иных физических величин
13. Устройство и принцип действия термометров расширения и термоэлектрических термометров.
14. Устройство и принцип действия термоэлектрических термометров и термопреобразователей сопротивления.
15. Устройство и принцип действия пирометров излучения.
16. Системы регулирования соотношения расходов.
17. Устройство и принцип действия расходомеров переменного перепада давления и расходомеров переменного уровня.
18. Устройство и принцип действия ротаметров, электромагнитного и ультразвукового расходомеров
19. Устройство и принцип действия кориолисовых и вихревых расходомеров.
20. Устройство и принцип действия буйкового, поплавкового и гидростатических уровнемеров.
21. Элементарные преобразователи информационных сигналов различной физической природы и нормирующие преобразователи.
22. Устройство и принцип действия плотномеров и вискозиметров.
23. Измерение влажности газов и твёрдых тел.
24. Устройство и принцип действия термокондуктометрических, термомагнитных и оптических газоанализаторов.
25. Устройство и принцип действия кондуктометров и рН-метров.
26. Контроль параметров электродвигательных систем. Тахометры. Энкодеры. Датчики Холла.

#### б) Вопросы для оценки сформированности элементов компетенции ОПК-4:

27. Описание динамических звеньев и их характеристики. Понятие о передаточной функции. Динамические характеристики звеньев (переходная характеристика, функция веса).
28. Свойства и характеристики объектов регулирования. Методы определения свойств объекта. Информационные схемы.
29. Разработка системы управления. Задачи системы управления. Выбор регулируемых и контролируемых параметров, параметров сигнализации и способов защиты.

30. Типовые законы регулирования. Позиционный и пропорциональный законы: описание, математическая формулировка, статическая характеристика.
31. ПИ-закон регулирования: описание, математическая формулировка, динамические характеристики регулятора.
32. Законы регулирования с дифференциальной составляющей (ПД и ПИД законы): описание, математическая формулировка, динамические характеристики регуляторов.
33. Устойчивость автоматической системы регулирования. Оценки качества регулирования. Прямые оценки качества.
34. Структурный и параметрический синтез АСР: приближенные методы. Метод направленного поиска с переменной величиной шага.
35. Каскадная АСР: описание, пример практической реализации каскадной АСР, структурная схема, методика расчета.
36. Комбинированная АСР: описание, структурная схема, условия физической реализуемости компенсатора.
37. Архитектура программируемых контроллеров. Классификация контроллеров и рабочих станций распределенной системы управления.

**в) Вопросы для оценки сформированности элементов компетенции ОПК-6:**

38. Дроссельный и объемный методы изменения расхода жидкостей, газов и сыпучих материалов. Дозирующие ИУ.
39. Исполнительные устройства АСР и САУ. Классификация. Примеры исполнения.
40. Особенности эксплуатации и реализации системы управления клапаном с электродвигательным и мембранно-пружинным исполнительными механизмами.
41. Классификация регулирующих органов. Общие требования. Исполнение. Характеристики.
42. Классификация дозаторов и питателей для сыпучих материалов.
43. Понятие об автоматизированном многофункциональном (гибридном) оборудовании (АМО). Примеры технических решений.
44. Пневматические системы непрерывного управления расходом гранулированных материалов.
45. Методы и системы контроля и управления многооборотным электроприводом.
46. Дискретные пневматические напорные, вакуумные и вакуум-напорные исполнительные устройства для зернистых материалов.
47. Автоматические пневматические преобразователи параметров двухфазных потоков для контроля расхода, гранулометрического состава и влагосодержания зернистых материалов.
48. Состав проекта по автоматизации и схемы автоматизации технологических объектов (назначение, состав, правила и порядок проектирования).

**г) типовые контрольные задания для проведения промежуточного тестирования для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенциям ОПК-2, ОПК-4, ОПК-6.**

Тестирование осуществляется для проверки у студентов знаний определений основных понятий, используемых в области автоматизированных систем управления, а также умений правильно выбирать принципы действия технических средств автоматизации при разработке схем автоматизации.

Каждый тест включает 3 вопроса, перекомпоновка вопросов в тестах выполняется перед каждым тестированием, также общий перечень вопросов регулярно обновляется и дополняется. Причем ответы на вопросы сформированы таким образом, что некоторые из них могут иметь 2 правильных ответа.

Примеры типовых вопросов для тестирования приведены далее.

№	Вопрос тестирования	Варианты ответов
1	Погрешность измерения температуры с помощью термоэлектрического термометра может быть вызвана	1 – изменением температуры холодных спаев 2 – изменением заряда батареи потенциометра 3 – изменением барометрического давления
2	Система, предназначенная для автоматического изменения с заданной точностью технологического параметра по предварительно заданному закону ( $f(t)$ ) называется	1 – системой стабилизации 2 – следящего управления 3 – программного управления
3	Формула $W(p) = \frac{2}{T \cdot p + 1} \cdot \exp\{-\tau \cdot p\}$ соответствует передаточной функции системы с последовательным соединением	1 – интегрирующего звена и звена запаздывания 2 – звена запаздывания и апериодического звена первого порядка 3 – двух звеньев чистого запаздывания
4	Номинальная статическая характеристика термопары — это:	1 – зависимость термо э.д.с. от температуры, полученная экспериментально 2 – ее термодинамическая динамическая характеристика 3 – теоретическая зависимость термо э.д.с. от температуры
5	Термо-э.д.с. это	1 – теория электродинамических систем; 2 – термоэлектродвижущая сила 3 – термоэлектродная сигнализация
6	Термометр сопротивления подключается	1 – в мостовую измерительную схему 2 – в потенциометрическую схему 3 – к милливольтметру
7	Харт-коммуникатор это	1 – устройство для поднятия тяжестей 2 – прибор для дистанционного измерения температуры 3 – устройство для настройки интеллектуальных измерительных преобразователей
8	Наиболее высокий предел измерения имеют	1 – манометрические термометры 2 – термоэлектрические термометры 3 – термометры сопротивления
9	Наиболее точным методом измерения является	1 – метод непосредственной оценки 2 – нулевой метод 3 – дифференциальный метод
10	Принцип действия расходомеров переменного перепада давления математически определяется уравнением	1 – Дарси – Вейсбаха 2 – Менделеева – Клапейрона 3 – второго закона Ньютона
11	Остаточным отклонением регулируемого параметра (статической ошибкой) характеризуются АСР	1 – с ПИ-регулятором 2 – с ПИД-регулятором 3 – с П-регулятором

№	Вопрос тестирования	Варианты ответов
12	Измерительные преобразователи давления могут применяться	1 – только для измерения давления 2 – для измерения любого параметра, связанного с зависимостью «сила / площадь» 3 – кроме измерения давления, только для измерения расхода
13	При синтезе комбинированной АСР рассматриваются варианты подключения компенсаторов:	1 – на вход объекта 2 – на выход объекта 3 – на вход регулятора 4 – вместо задания регулятору
14	Какой способ регулирования расхода целесообразно использовать, если требуется обеспечить достижение постоянства напора $H_n = H_c$ (н – нагнетание, с - сеть)	1 – дросселирование 2 – байпасирование 3 – использование частотного управления производительностью побудителя расхода
15	Магнитоэлектрический газоанализатор предназначен для измерения концентрации следующих вещества с высокой магнитной восприимчивостью:	1 – водорода 2 – кислорода 3 – оксида серы 4 – оксида углерода

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

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями 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 зачете - «зачёт», «незачет». При этом «зачёт» соотносится с пороговым уровнем сформированности компетенции.