

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 17.01.2023 13:47:02
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
«_____» _____ 2021 г.

Рабочая программа дисциплины
ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОНТАЖ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

Направление подготовки

12.03.01 Приборостроение

Направленность программы бакалавриата

**Инновационные методы и системы преобразования информации в
цифровой индустрии**

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Факультет информационных технологий и управления

Кафедра автоматизации процессов химической промышленности

Санкт-Петербург

2021

Б1.О.14

СОДЕРЖАНИЕ

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

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

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

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
ОПК-5 Способен участвовать в разработке текстовой, проектной и конструкторской документации в соответствии с нормативными требованиями	ОПК-5.1 Разрабатывает проектную и конструкторскую документацию в соответствии с нормативными требованиями	Знать: основные этапы проектирования и правила разработки структурных схем приборов и измерительных систем с учетом физических принципов действия и технических требований к элементной базе (ЗН-1). Уметь: формировать основной комплект проектной документации на измерительных систем с использованием средств компьютерного проектирования (У-1); Владеть: навыками в выборе компонентов приборов и измерительных систем, а также навыками расчета погрешности измерительных каналов цифровых измерительных систем, (Н-1).

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина (Б1.О.14) относится к дисциплинам, обязательной части изучается на 4 курсе в 8 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Технологические измерения и приборы», «Технические средства автоматизации и управления», «Многофункциональные преобразователи технологических параметров в системах управления», «Надежность и диагностика измерительных систем». Полученные в процессе изучения дисциплины «Проектирование и монтаж измерительных систем» знания, умения и навыки могут быть использованы при прохождении производственной практики, а также при выполнении выпускной квалификационной работы

3. Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, ЗЕ/академ. часов
Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц/ академических часов)	2/ 72
Контактная работа с преподавателем:	56
занятия лекционного типа	14
занятия семинарского типа, в т.ч.	28
семинары, практические занятия(в том числе практическая подготовка)	14
лабораторные работы	14
курсовое проектирование (КР или КП)	КП (14)
КСР	-
другие виды контактной работы	-
Самостоятельная работа	16
Форма текущего контроля (Кр, реферат, РГР, эссе)	-
Форма промежуточной аттестации (КР, КП , зачет, экзамен)	КП, 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	Элементная база измерительных систем	4	4		4	ОПК-5	ОПК-5.1
2	Принципы компоновки измерительных систем	6	6	14	8	ОПК-5	ОПК-5.1
3	Проектирование измерительных каналов	4	4		4	ОПК-5	ОПК-5.1
Итого		14	14	14	16		

4.2 Формирование индикаторов достижения компетенций разделами дисциплины

№ п/п	Код индикаторов достижения компетенции	Наименование раздела дисциплины
1.	ОПК-5.1	Основы проектирования. Системный подход к проектированию Стадии и этапы проектирования систем автоматизации управления

4.3. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	Элементная база измерительных систем Основные определения и понятия (измерительный прибор, измерительная система, измерительно-вычислительный комплекс). Классификация элементарной базы, текущий уровень их технического оснащения. Сравнительный анализ конструкций приборов, измерительных преобразователей.	4	ЛВ
2	Принципы компоновки измерительных систем Классификация измерительных систем по конструктивному, функциональному и другим признакам. Принципы компоновки измерительных систем. Разновидности измерительных систем. Устройства ввода-вывода измерительной информации. Интерфейсы измерительных информационных систем. Открытые протоколы промышленных сетей. Метрологическая аттестация программ и алгоритмов. Метрологические характеристики измерительных каналов. Комплектная и поэлементная поверка (калибровка) измерительных систем. Помехоустойчивость, избыточность и способы ее уменьшения. Быст-	6	ЛВ
3	Проектирование измерительных каналов Постановка задачи и этапы проектирования. Цель проектирования. Разработка технического задания. Классификация требований, предъявляемых к приборам и измерительным системам. Выбор интерфейсов. Погрешности измерительных каналов. Нормируемые метрологические характеристики измерительных систем. Общие сведения о монтаже средств контроля и автоматки. Оформление технической документации монтажных работ.	4	ЛВ

4.4. Занятия семинарского типа.

4.4.1. Семинары, практические занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		всего	в том числе на практическую подго-	
1	Элементная база измерительных систем Измерительные преобразователи, аналого-цифровые и цифроаналоговые преобразователи. Интерфейсы.	4		РД

№ раздела дисципли- ны	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		всего	в том числе на практиче- скую подго-	
2	Принципы компоновки измерительных систем Погрешности измерительных каналов измерительных систем. Статические и динамические погрешности. Способы борьбы с помехами в измерительных каналах. Наводки и случайные помехи. Обеспечение точности и помехоустойчивости измерительных каналов.	6		РД
3	Проектирование измерительных каналов Программные средства измерительных систем. Операционные системы и прикладное программное обеспечение, его технология разработки.	4		РД

4.4.2. Лабораторные работы

№ раздела дисципли- ны	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		всего	в том числе на практиче- скую подго-	
2	Принципы компоновки измерительных систем Моделирование канала измерения напряжения. Калибровка измерительного канала напряжения. Экспериментальное определение точности измерительного канала.	14		

4.5. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисципли- ны	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контро- ля
1	Понятие «жизненного» цикла технических систем. Роль множества измерений в производстве и научном эксперименте	4	Устный опрос
2	Устройства сбора, первичной обработки и передачи измерительной информации. Метрология и стандартизация измерительных систем организации.	8	Устный опрос
3	Системы автоматизации на опасном производственном объекте. Уровни и классы взрывозащиты. Производственная среда и условия труда персонала.	4	Защита КП

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 и защиты курсового проекта. Зачетпредусматривает выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуются теоретическим вопросом (для проверки знаний). При сдаче зачета, студент получает два вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу - до 40 мин.

Пример варианта вопросов на зачете:

Вариант № 1

1. Основные классы информационных измеренных систем.
2. Дискретизации аналоговых сигналов по времени и уровню.

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. Раннев Г.Г. Измерительные информационные системы : учебник для вузо/Г.Г. Раннев. –Москва: Академия, 2010.-330 с. - ISBN 978-5-7695-5979-2.
2. Харазов, В.Г. Интегрированные системы управления технологическими процессами: учебное пособие для вузов / В.Г. Харазов. – Санкт-Петербург: Профессия, 2013. - 592 с.- ISBN 978-5-904757-56-4.
3. Иваненко А. Ю. Основы обработки и анализа экспериментальных данных научных исследований : учебное пособие / А. Ю. Иваненко, М. А. Яблокова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра инженерного проектирования. – Санкт-Петербург: [б.и.], 2015. – 115 с.
4. Кулаков, М.В. Технологические измерения и приборы для химических производств / М.В. Кулаков.- 4-е изд. - Москва: Альянс, 2008. - 424 с.- ISBN 978-5-903-034-36-9
5. Фаддеев, М.А. Элементарная обработка результатов эксперимента: учебное пособие / М.А.Фаддеев. – Москва, Краснодар: Лань, 2008. – 117с. -ISBN 978-5-8114-0817-7
6. 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. – 50 с.

б) электронные учебные издания:

1. Тараканов, В. П. Информационно-измерительная техника и электроника. Электрические измерения в системах электроснабжения : учебно-методическое пособие / В. П. Тараканов, М. С. Макеев. — Тольятти : ТГУ, 2013. — 88 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/139871> (дата обращения: 03.06.2021). — Режим доступа: по подписке.

2. Сборник заданий по метрологии и техническим измерениям и примеры их выполнения : учебное пособие / С. И. Кормилицин, В. А. Солодков, А. И. Курченко, А. Г. Схиртладзе. — Волгоград : ВолгГТУ, 2019. — 128 с. — ISBN 978-5-9948-3558-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/157191> (дата обращения: 03.06.2021). — Режим доступа: по подписке.
3. Марков, А. В. Основы проектирования измерительных приборов : учебное пособие / А. В. Марков. — Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2014. — 48 с. — ISBN 978-5-85546-809-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/63692> (дата обращения: 04.06.2021). — 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>

- **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.tti-gti.ru/>

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

С компьютеров института открыт доступ к:

www.elibrary.ru - eLIBRARY - научная электронная библиотека периодических изданий.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Все виды занятий по дисциплине «Проектирование и монтаж измерительных систем» 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.

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

СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКДВ. Порядок проведения зачетов и экзаменов.

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

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов является:

- плановость в организации учебной работы;
- серьезное отношение к изучению материала;
- постоянный самоконтроль.

На занятия студент должен приходить, имея 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:

- MicrosoftOfficeStd, Академическая лицензия, сублицензионный договор №02(03)15 от 20.01.2015, с 20.01.2015 бессрочно;
- Matlab
- АСКОНКомпас 3D LTV12 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://worldofaut.ru/index.php> - база ГОСТов.

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

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

Учебная аудитория для проведения лекционных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Основное оборудование: столы; стулья; доска; демонстрационный экран, проектор, компьютер.

Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа.

Основное оборудование:

столы; стулья; доска; демонстрационный экран; проектор; компьютеры

Помещение для самостоятельной работы,

Основное оборудование: столы; стулья; проектор; экран; компьютеры с доступом к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».

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

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебный 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 «Проектирование и монтаж измерительных систем»**

1. Перечень компетенций и этапов их формирования.

Индекс компетенции	Содержание	Этап формирования
ОПК-5	Способен участвовать в разработке текстовой, проектной и конструкторской документации в соответствии с нормативными требованиями	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)
ОПК-5.1 Разрабатывает проектную и конструкторскую документацию в соответствии с нормативными требованиями	Демонстрирует знание основных этапов проектирования и правил разработки структурных схем приборов и измерительных систем с учетом физических принципов действия и технических требований к элементной базе (ЗН-1).	Правильные ответы на вопросы № 7-10, 13-14, 23-27к зачету, защита курсового проекта	Приводит классификацию приборов и измеренных систем, принципы построения, их основные элементы и блоки, отличительные особенности. Перечисляет основные задачи и стадии проектирования, состав проектной документации.
	Способен формировать основной комплект проектной документации на измерительных систем с использованием средств компьютерного проектирования (У-1).	Правильные ответы на вопросы № 19-22к зачету защита курсового проекта.	Поясняет функциональные и структурные схемы приборов и систем на системо- и схемотехническом уровнях проектирования. Использует стандартные интерфейсы для организации работы измерительных систем.
	Владеет навыками в выборе компонентов приборов и измерительных систем, а также навыками расчета погрешности измерительных каналов цифровых измерительных систем,(Н-1).	Правильные ответы на вопросы № 1-6, 11-12, 15-18, 28-30к зачету и защита курсового проекта.	Перечисляет принципы и методы измерений, метрологические характеристики измерительных систем. Владеет компьютерной обработкой результатов. Способен самостоятельно разработать измерительный канал, рассчитать суммарную погрешность измерений и выбрать компоненты, минимизирующие погрешность.

3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации

а) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ОПК-5:

1. Системы единиц физических величин
2. Основные задачи метрологического обеспечения измерительных систем.
3. Комплектная и поэлементная поверка (калибровка) измерительных систем.
4. Метрологическая аттестация программ и алгоритмов.
5. Метрологические характеристики измерительных каналов.
6. Переход из одной системы единиц в другую систему
7. Какие функциональные элементы измерительных систем всегда присутствуют в ее структуре?
8. Какие элементы будут обязательно разными в измерительных системах, предназначенных для исследования объектов, характеризующихся различными физическими величинами?
9. Какие элементы включаются в измерительный канал.
10. Виды каналов связи, используемых в измерительных системах.
11. Каково назначение интерфейсов? В чем отличие приборных и машинных интерфейсов?
12. Какие преимущества приобретают измерительные системы благодаря возможности сбора, обработки и хранения больших массивов измерительной информации?
13. Каковы общие принципы системного подхода к созданию измерительных систем?
14. Каковы функции заказчика и разработчика при создании измерительных систем?
15. Каковы свойства погрешности, обусловленной дискретизацией по уровню?
16. Какие факторы учитываются при выборе частоты дискретизации?
17. Какие алгоритмы используются для линейаризации характеристик измерительных каналов?
18. Какова цель усреднения первичных данных? Примеры алгоритмов сглаживания.
19. Сущность системного подхода к проектированию.
20. Понятие «жизненного» цикла технических систем.
21. Организация проектного дела в РФ, состав и характеристика проектной документации.
22. Основные стадии проектирования измерительных систем.
23. Как обеспечивается техническая, программная и конструктивная совместимости
24. Состав технического задания (содержание, исходные данные).
25. Структура рабочего проекта.
26. Стадия внедрения разработки.
27. Стадия сопровождения проекта.
28. Структурные схемы систем управления (назначение, состав).
29. Монтаж электрических проводов.
30. Монтаж измерительных преобразователей.

При сдаче зачета, студент получает два вопроса из перечня, приведенного выше.
Время подготовки студента к устному ответу на вопросы - до 40 мин.

4. Темы курсовых проектов:

Курсовой проект предназначен для закрепления знаний, полученных при изучении учебной дисциплины. Тематика работы включает расчет измерительного канала, анализ его статических и динамических погрешностей, разработку структурных схем измерительного канала и формирование спецификации на элементную базу.

В состав курсового проекта входят чертеж структурной схемы, спецификация, пояснительная записка.

Варианты тем курсового проекта.

№ варианта	ТипД ИлиЧЭ	Диапазон измеряемой величины D_x	Максимальная скорость	К	Ом	V_{CH}, B	$S, мВ/кПа$
1	ТП	0... 1000 град.С	3,2 град.С/с	7,5	-	-	-
2	ТР	-50...100град.С	2,6 град.С/с	-	52	-	-
3	ду	0...12 м/с ²	15 м/с ³	-	-	1	-
4	ДД	0...100кПа	62кПа/с	-	-	-	3,27
5	ТП	0...800град,С	4,4 град.С/с	10,5	-	-	-
6	ТР	0..100град.С	8,1 град.С/с	-	100	-	-
7	ДУ	0...15 м/с ²	12,2 м/с ³	-	-	1,5	-
8	ДД	0...50кПа	75кПа/с	-	-	-	4,14
9	ТП	20...1200град.С	6,6 град.С/с	9,2	-	-	-
10	ТР	-20...80град.С	7,2 град.С/с	-	75	-	-
11	ДУ	0...9,2 м/с ²	8,6 м/с ³	-	-	1,25	-
12	ДД	0...80кПа	42кПа/с	-	-	-	3,56
13	ТП	0...1500град.С	7,5 град.С/с	12,5	-	-	-
14	ТР	0...120град.С	4,5 град.С/с	-	150	-	-
15	ду	0...8,5 м/с ²	9,5 м/с ³	-	-	1,4	-
16	ДД	0...75кПа	56кПа/с	-	-	-	3,82
17	ТП	0...1600град.С	4,2 град.С/с	14,6	-	-	-
18	ТР	-20..+100град.С	5,6 град.С/с	-	210	-	-
19	ду	0...13,6 м/с ²	9,8 м/с ³	-	-	1,6	-
20	ДД	0...90кПа	65 кПа/с	-	-	-	4,22

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

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

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме зачета и защиты курсового проекта.Шкала оценивания на зачёте – «зачёт», «незачет». При этом «зачёт» соотносится с пороговым уровнем сформированности компетенции.