

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Галунин Сергей Александрович
Должность: проректор по учебной работе
Дата подписания: 24.05.2023 10:11:41
Уникальный программный ключ:
08ef34338325bdb0ac5a47baa5472ce36cc3fc3b

Приложение к ОПОП
«Электрооборудование и автома-
тика судов»



СПбГЭТУ «ЛЭТИ»
ПЕРВЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
**«Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет
«ЛЭТИ» им. В.И.Ульянова (Ленина)»**
(СПбГЭТУ «ЛЭТИ»)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«ДАТЧИКИ»

для подготовки бакалавров

по направлению

13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

по профилю

«Электрооборудование и автоматика судов»

Санкт-Петербург

2022

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Разработчики:

доцент, к.т.н., доцент Константинов К.В.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РАПС
16.04.2022, протокол № 2

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией
ФЭА, 23.04.2022, протокол № 2

Согласовано в ИС ИОТ

Начальник ОМОЛА Загороднюк О.В.

1 СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Обеспечивающий факультет	ФЭА
Обеспечивающая кафедра	РАПС
Общая трудоемкость (ЗЕТ)	3
Курс	3
Семестр	5
Виды занятий	
Лекции (академ. часов)	34
Лабораторные занятия (академ. часов)	17
Иная контактная работа (академ. часов)	1
Все контактные часы (академ. часов)	52
Самостоятельная работа, включая часы на контроль (академ. часов)	56
Всего (академ. часов)	108
Вид промежуточной аттестации	
Дифф. зачет (курс)	3

2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

«ДАТЧИКИ»

Дисциплина «Датчики» является одной из базовых при подготовке бакалавров по направлениям «Управление в технических системах» и «Электроэнергетика и электротехника» и имеет целью изучение принципов построения и современных методов проектирования систем сбора информации на основе первичных измерительных преобразователей и получение практических навыков в выборе типов датчиков и схем нормировки, усиления и первичной обработке сигнала при измерении физических и механических величин.

SUBJECT SUMMARY

«SENSORS»

The discipline "Sensors" is one of the basic in the preparation of bachelors in the areas of "Control in technical systems" and "Electric power and electrical engineering" and is aimed at studying the principles of construction and modern methods of designing information collection systems based on primary transducers and gaining practical skills in choosing types of sensors and normalization schemes, amplification and primary signal processing when measuring physical and mechanical quantities.

3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

3.1 Цели и задачи дисциплины

1. Цель дисциплины – освоение дисциплинарных компетенций, связанных с изучением принципов построения и современных методов проектирования систем сбора информации на основе первичных измерительных преобразователей и получение практических навыков в выборе типов датчиков и схем нормировки, усиления и первичной обработке сигнала при измерении физических и механических величин.

2. Задачи дисциплины:

формирование у студентов теоретических знаний в области назначения датчиков при построении подсистем измерения систем автоматизации различных производственных и робототехнических систем, физических принципов основных первичных преобразователей датчиков;

изучения условий работы датчиков применительно к системам различного назначения; ознакомление с метрологическими характеристиками датчиков и способами доведения их величин до требуемых;

получение основных сведений об интерфейсных схемах для датчиков различного назначения;

получение сведения о конструкции датчиков различных типов, а также реализации датчиков современными аппаратными и программными средствами.

3. Студент должен приобрести знания об:

– основных типах и классификации первичных измерительных преобразователей (датчиков);

– принципах преобразования информации в датчиках;

– статических и динамических характеристиках датчиков;

– методах формирования выходных электрических информативных

сигналов датчиков ;

- способах усиления и линеаризации выходных сигналов датчиков;
- методиках минимизации ошибок, обусловленных различными помехами;
- основных схемах формирования сигналов генераторных измерительных преобразователей;
- принципах сопряжения датчиков с системами сбора и обработки информации;
- методике разработки принципиальных схем аппаратных средств интеллектуальных датчиков.

4. Студент должен приобрести умения:

- вести анализ и разработку структурных и принципиальных схем аппаратных средств систем сбора информации;
- выбирать датчик, исходя из требований технического задания и контролируемой физической или технической величины;
- правильно выбирать схему включения датчика с целью максимизации выходного информационного сигнала;
- выполнять расчет и синтез схем нормировки и линеаризации сигнала датчиков;
- обосновывать технические требования к датчикам по общему техническому заданию;
- оптимально использовать возможности датчиков для решения различного типа задач (измерение временных параметров сигналов, формирование сигналов с заданными временными характеристиками, измерение напряжения, сбор, хранение и передача данных, управление исполнительными устройствами).

5. В процессе обучения студент должен приобрести навык:

- выполнять расчет и синтез схем нормировки и линеаризации сигнала датчиков;

- обосновывать технические требования к датчикам по общему техническому заданию;
- оптимально использовать возможности датчиков для решения различного типа задач (измерение временных параметров сигналов, формирование сигналов с заданными временными характеристиками, измерение напряжения, сбор, хранение и передача данных, управление исполнительными устройствами).

3.2 Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина изучается на основе ранее освоенных дисциплин учебного плана:

1. «Математический анализ»
2. «Физика»
3. «Аналоговая электроника»
4. «Метрология»
5. «Метрология и информационно-измерительная техника»
6. «Цифровая электроника»

и обеспечивает изучение последующих дисциплин:

1. «Электрический привод»

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

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен достичь следующие результаты обучения по дисциплине:

Код компетенции/ индикатора компетенции	Наименование компетенции/индикатора компетенции
ПК-2	Способен проводить обоснование проектных решений
<i>ПК-2.1</i>	<i>Обосновывает выбор целесообразного решения</i>
<i>ПК-2.2</i>	<i>Демонстрирует понимание взаимосвязи задач проектирования и эксплуатации</i>

4 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Содержание разделов дисциплины

4.1.1 Наименование тем и часы на все виды нагрузки

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Лек, ач	Лаб, ач	ИКР, ач	СР, ач
1	Метрологические характеристики датчиков;	4	4		12
2	Методы преобразования информации в датчиках, основные физические принципы построения датчиков; основные эффекты переноса информации;	6	3		10
3	Согласующие и механические компоненты датчиков; датчики основных физических величин;	8	2		12
4	Датчики основных физических величин	8	4		12
5	Способы и протоколы передачи информации от датчиков к информационно-измерительным и управляющим системам.	8	4	1	10
	Итого, ач	34	17	1	56
	Из них ач на контроль	0	0	0	0
	Общая трудоемкость освоения, ач/зе	108/3			

4.1.2 Содержание

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
1	Метрологические характеристики датчиков;	Назначение, и основные элементы датчиков, теоретические ограничения достоверности при получении информации; основные принципы измерения; основы метрологии и обеспечения единства измерений; основные характеристики и требования, предъявляемые к датчикам.
2	Методы преобразования информации в датчиках, основные физические принципы построения датчиков; основные эффекты переноса информации;	Физические принципы работы и построения резистивный, индуктивных, ёмкостных и оптических датчиков.
3	Согласующие и механические компоненты датчиков; датчики основных физических величин;	Назначение и принципы построения механических элементов; помехи и способы ослабления помех; назначение и принципы построения фильтров, согласующих усилителей.

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
4	Датчики основных физических величин	Физические принципы работы, примеры построения и основные характеристики датчиков тока, напряжения, скорости перемещения, частоты вращения, положения, усилия и других физических величин.
5	Способы и протоколы передачи информации от датчиков к информационно-измерительным и управляющим системам.	Аналоговые и дискретные протоколы передачи сигналов, принципы построения и метрологические характеристики АЦП, примеры построения и основные технические характеристики элементов передачи сигналов.

4.2 Перечень лабораторных работ

Наименование лабораторной работы	Количество ауд. часов
1. Исследование индуктивного датчика перемещения	4
2. Изучение индукторного датчика частоты вращения (тахогенератора)	3
3. Исследование датчиков тока (трансформатор тока)	2
4. Изучение резистивного датчика температуры (терморезистора).	4
5. Изучение ультразвукового датчика положения	4
Итого	17

4.3 Перечень практических занятий

Практические занятия не предусмотрены.

4.4 Курсовое проектирование

Курсовая работа (проект) не предусмотрены.

4.5 Реферат

Реферат не предусмотрен.

4.6 Индивидуальное домашнее задание

Индивидуальное домашнее задание не предусмотрено.

4.7 Доклад

Доклад не предусмотрен.

4.8 Кейс

Кейс не предусмотрен.

4.9 Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Изучение дисциплины сопровождается самостоятельной работой студентов с рекомендованными преподавателем литературными источниками и информационными ресурсами сети Интернет.

Планирование времени для изучения дисциплины осуществляется на весь период обучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. В рамках выполнения внеаудиторной самостоятельной работы обучающимся необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников материал, законспектированный на лекциях. При этом на основе изучения рекомендованной литературы целесообразно составить конспект основных положений, терминов и определений, необходимых для освоения разделов учебной дисциплины.

Особое место уделяется консультированию, как одной из форм обучения и контроля самостоятельной работы. Консультирование предполагает особым образом организованное взаимодействие между преподавателем и студентами. При этом предполагается, что консультант либо знает готовое решение, которое он может предписать консультируемому, либо он владеет способами деятельности, которые указывают путь решения проблемы.

Текущая СРС	Примерная трудоемкость, ач
Работа с лекционным материалом, с учебной литературой	18

Текущая СРС	Примерная трудоемкость, ач
Опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	6
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	5
Выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	0
Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	17
Подготовка к контрольным работам, коллоквиумам	0
Выполнение расчетно-графических работ	0
Выполнение курсового проекта или курсовой работы	0
Поиск, изучение и презентация информации по заданной проблеме, анализ научных публикаций по заданной теме	0
Работа над междисциплинарным проектом	0
Анализ данных по заданной теме, выполнение расчетов, составление схем и моделей, на основе собранных данных	0
Подготовка к зачету, дифференцированному зачету, экзамену	10
ИТОГО СРС	56

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

№ п/п	Название, библиографическое описание	К-во экз. в библ.
Основная литература		
1	Шарапов, Валерий Михайлович. Пьезоэлектрические датчики [Текст] / В. М. Шарапов, М. П. Мусиенко, Е. В. Шарапова, 2006. -628 с.	20
2	Кашкаров А. П. Датчики в электронных схемах: от простого к сложному [Электронный ресурс], 2013. -200 с.	неогр.
3	Зудин, Валерий Леонидович. Датчики: измерение перемещений, деформаций и усилий [Электронный ресурс] : Учебное пособие Для СПО / Зудин В. Л., Жуков Ю. П., Маланов А. Г., 2021. -201 с	неогр.
Дополнительная литература		
1	Датчики [Текст] / В. М. Шарапов [и др.] ; под общ. ред. В. М. Шарапова, Е. С. Полищука, 2012. -616 с.	4
2	Микеров, Александр Геннадьевич. Электромеханические датчики и электронные компоненты управляемых вентильных двигателей [Текст] : учеб. пособие / А.Г. Микеров, 1999. -59 с.	77
3	Твердотельные датчики [Текст] : метод. указания к лабораторным работам по дисциплине "Физические основы сенсорики", "Твердотельные датчики" / Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет им. В.И. Ульянова (Ленина) "ЛЭТИ", 1998. -68 с.	неогр.

5.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых при освоении дисциплины

№ п/п	Электронный адрес
1	Электротехника. https://www.elibrary.ru/title_about.asp?id=8295
2	Силовая электроника. https://power-e.ru/
3	Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика: Ежемесячный журнал. http://pribor.tgizd.ru

5.3 Адрес сайта курса

Адрес сайта курса: <https://vec.etu.ru/moodle/course/view.php?id=12898>

6 Критерии оценивания и оценочные материалы

6.1 Критерии оценивания

Для дисциплины «Датчики» предусмотрены следующие формы промежуточной аттестации: зачет с оценкой.

Зачет с оценкой

Оценка	Описание
Неудовлетворительно	Курс не освоен. Студент испытывает серьезные трудности при ответе на ключевые вопросы дисциплины
Удовлетворительно	Студент в целом овладел курсом, но некоторые разделы освоены на уровне определений и формулировок теорем
Хорошо	Студент овладел курсом, но в отдельных вопросах испытывает затруднения. Умеет решать задачи
Отлично	Студент демонстрирует полное овладение курсом, способен применять полученные знания при решении конкретных задач.

Особенности допуска

По результатам текущего контроля: выполнение и защита в установленные сроки отчетов по лабораторным работам.

На зачете с оценкой задается вопрос из «Вопросы к дифф. зачету». По результату ответа на вопрос выставляется оценка за промежуточную аттестацию

6.2 Оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Вопросы к дифф.зачету

№ п/п	Описание
1	Понятие «датчик», назначение, основные элементы, пассивные и активные методы получения измерительной информации
2	Метрологические характеристики датчиков: коэффициент преобразования, нелинейность, стабильность, влияние внешних факторов на датчик.
3	Теоретические и практические ограничения точности датчиков.
4	Неопределённость измерения, типы неопределённости, методы оценки неопределённости.
5	Датчик как четырехполюсник, взаимодействие датчика с окружающей средой.
6	Динамические характеристики датчиков. Искажения информации при преобразовании информации о быстроизменяющихся процессах.
7	Методы преобразования информации в датчиках: пассивные и активные датчики; прямое преобразование, балансная схема, компенсационная схема.
8	Резистивные датчики, физические принципы работы, основные характеристики, пример применения.
9	Ёмкостные датчики, физические принципы работы, основные характеристики, пример применения.
10	Индуктивные датчики, физические принципы работы, основные характеристики, пример применения.
11	Индукционные (генераторные) датчики (преобразователи), физические принципы работы, основные характеристики, пример применения.
12	Оптические датчики, физические принципы работы, основные характеристики, пример применения.
13	Понятие «помехи» виды помех, способы защиты от помех, электромагнитная совместимость.
14	Термоэлектрические помехи: физическая природа возникновения, методы ослабления.
15	Помехи от токов утечки: физическая природа возникновения, методы ослабления.
16	Помехи от влияние электрических полей (ёмкостная наводка): физическая природа возникновения, методы ослабления.

17	Помехи от влияние магнитных полей (индуктивные), физическая природа возникновения, методы ослабления.
18	Электронные аналоговые компоненты датчиков, входные цепи: назначение, принципы построения.
19	Схемы возбуждения ёмкостных и индуктивных преобразователей: назначение, принципы построения.
20	Протоколы передачи аналоговых сигналов от датчиков
21	Первичное преобразование информации: фильтрация сигналов, интегрирование и дифференцирование аналоговых сигналов, выделение среднего и средне-квадратичного значения сигнала.
22	Аналогово-цифровой преобразователь, типы АЦП, основные характеристики, влияние АЦП на измерительную информацию.
23	Протоколы передачи дискретных сигналов от датчиков.
24	Упругие (механические) элементы датчиков: назначение, принципы конструирования, основные характеристики.
25	Датчики тока, применяемые в электроприводе: назначение, физические принципы работы, основные характеристики.
26	Датчики напряжения, применяемые в электроприводе: назначение, физические принципы работы, основные характеристики.
27	Датчики угла поворота/расстояния: назначение, физические принципы работы, основные характеристики.
28	Датчики температуры: назначение, физические принципы работы, основные характеристики.
29	Датчики давления жидкости/газа: назначение, физические принципы работы, основные характеристики.
30	Датчики скорости потока жидкости/газа: назначение, физические принципы работы, основные характеристики.
31	Датчики влажности твердых и жидких материалов: назначение, физические принципы работы, основные характеристики.
32	Датчики точки росы в газах: назначение, физические принципы работы, основные характеристики.

Форма билета

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный электротехнический
 университет «ЛЭТИ» имени В.И. Ульянова (Ленина)»

БИЛЕТ для диф. зачета № 1

Дисциплина ДАТЧИКИ

1. Датчики точки росы в газах: назначение, физические принципы работы, основные характеристики.

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

М.П. Белов

Весь комплект контрольно-измерительных материалов для проверки сформированности компетенции (индикатора компетенции) размещен в закрытой части по адресу, указанному в п. 5.3

6.3 График текущего контроля успеваемости

Неделя	Темы занятий	Вид контроля
3	Метрологические характеристики датчиков;	
4		
5		Отчет по лаб. работе
6	Методы преобразования информации в датчиках, основные физические принципы построения датчиков; основные эффекты переноса информации;	
7		
8		
9		Отчет по лаб. работе
10	Согласующие и механические компоненты датчиков; датчики основных физических величин;	
11		
12		
13		Отчет по лаб. работе
14	Датчики основных физических величин	
15		
16		Отчет по лаб. работе
17	Способы и протоколы передачи информации от датчиков к информационно-измерительным и управляющим системам.	Отчет по лаб. работе

6.4 Методика текущего контроля

Текущий контроль на **лекционных занятиях** включает в себя контроль посещаемости (не менее 80 % занятий).

Текущий контроль лабораторных занятий включает в себя порядок выполнения лабораторных работ, подготовку отчетов и их защиту, по результатам которого студент получает допуск на зачет с оценкой.

В процессе обучения студент обязан выполнить **пять лабораторных работ**. Под выполнением лабораторных работ подразумевается теоретическая подготовка к работе, проведение экспериментальных исследований, подготовка отчета и его защита. Экспериментальные исследования выполняются в бригадах до 5 человек. Подготовка отчета осуществляется индивидуально в соответствии с принятыми в СПбГЭТУ «Требованиями оформления студенческих работ». Отчет оформляется после выполнения экспериментальных исследований и представляется преподавателю на проверку. После проверки отчет ли-

бо возвращается (при наличии замечаний) на доработку, либо подписывается к защите. Лабораторные работы защищаются студентами индивидуально в часы, отведенные для лабораторных работ. Каждый студент получает вопрос по теоретической части, или по процедуре проведения экспериментальных исследований, или по последующей обработке результатов. После этого ему предоставляется время для подготовки ответа. При обсуждении ответа преподаватель может задать несколько уточняющих вопросов. В случае, если студент демонстрирует достаточное знание вопроса, работа считается защищенной (оценка «зачтено»).

Критерии оценивания:

- «зачтено» ставится при усвоении студентом основного содержания материала, полном выполнении работы, включая расчетную и графическую часть. На защите лабораторной работы студент должен продемонстрировать: понимание методики исследования и знание особенностей её применения, понимание и умение объяснять особенности используемых методов, возможные области их применения и т.д., умение давать качественную и количественную оценку полученных экспериментальных результатов, прогнозировать реакции исследуемого объекта на различные воздействия.

- «не зачтено» ставится, если основное содержание материала работы не раскрыто, при обработке экспериментальных данных допущены ошибки, не даны ответы на вопросы преподавателя, допущены грубые ошибки в определении понятий и терминов;

Студенты, не защитившие лабораторные работы, не допускаются к зачёту с оценкой по дисциплине и считаются имеющими академическую задолженность.

7 Описание информационных технологий и материально-технической базы

Тип занятий	Тип помещения	Требования к помещению	Требования к программному обеспечению
Лекция	Лекционная аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, ПК, в. проектор	1) Windows 10 и выше; 2) Microsoft Office 2020 и выше
Лабораторные работы	Лаборатория	Количество рабочих мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, оборудованные лабораторными установками, ПК	1) Windows 10 и выше; 2) Microsoft Office 2020 и выше
Самостоятельная работа	Помещение для самостоятельной работы	Оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.	1) Windows 10 и выше; 2) Microsoft Office 2020 и выше

8 Адаптация рабочей программы для лиц с ОВЗ

Адаптированная программа разрабатывается при наличии заявления со стороны обучающегося (родителей, законных представителей) и медицинских показаний (рекомендациями психолого-медико-педагогической комиссии). Для инвалидов адаптированная образовательная программа разрабатывается в соответствии с индивидуальной программой реабилитации.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Дата	Изменение	Дата и номер протокола заседания УМК	Автор	Начальник ОМОЛА