

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Кудрявцев Максим Владимирович
Должность: Проректор по образованию
Дата подписания: 03.03.2024
Уникальный программный ключ:
790a1a8df2525774421adc1fc96453f0e902bfb0

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ МИНИСТЕРСТВА СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
**РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА
ИМЕНИ В.И. ВЕРНАДСКОГО»**
(Университет Вернадского)

Кафедра электрооборудования и электротехнических систем



Рабочая программа дисциплины

Современные проблемы цифровой трансформации

Направление подготовки: 23.04.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

Направленность (профиль) программы: Техническая экспертиза на транспорте

Квалификация магистр

Форма обучения **очная, очно-заочная, заочная**

Балашиха 2024 г.

Рабочая программа разработана в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 23.04.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов.
Рабочая программа дисциплины разработана *доцентом* кафедры электрооборудования и электротехнических систем, кандидатом экономических наук, Сидоровым А.В.

Рецензент: к.т.н., доцент, РГАЗУ, Закабунин А.В.

1 Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными в ОПОП ВО индикаторами достижения компетенций

1.1 Перечень компетенций, формируемых учебной дисциплиной

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций Планируемые результаты обучения
Общепрофессиональная компетенция	
ОПК-5 Способен применять инструментарий формализации научно-технических задач, использовать прикладное программное обеспечение для моделирования и проектирования систем и процессов	Знать (З): научно-технические задачи в сфере профессиональной деятельности
	Уметь (У): эффективно применять прикладное программное обеспечение для моделирования систем и процессов на транспорте
	Владеть (В): проектированием системы и процессов с использованием цифровых технологий
Профессиональная компетенция	
ПК-4 Способен эффективно взаимодействовать с заказчиком экспертного исследования	Знать (З): составление отчётов эксперта в соответствии с требованиями нормативных документов
	Уметь (У): эффективно общаться с заказчиком, в том числе с использованием электронных средств коммуникации
	Владеть (В): разрешать конфликтные ситуации с учётом особенностей заказчика экспертного исследования

2. Цели и задачи освоения учебной дисциплины, место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Современные проблемы цифровой трансформации» относится к обязательной части основной профессиональной образовательной программы высшего образования 23.04.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов, программа магистратуры Техническая экспертиза на транспорте.

Целью изучения дисциплины является формирование у обучающихся понимания особенностей процессов цифровой трансформации в производственных сферах.

Задачами изучения являются:

- овладение теоретическими, практическими и методическими вопросами цифровой трансформации;
- ознакомление с программными и техническими средствами информационных технологий действующих в процессах цифровой трансформации;
- знакомство с современной цифровизацией отраслей;
- расширение мировоззренческого кругозора.

3. Объем учебной дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий, текущий и промежуточный контроль по дисциплине) и на самостоятельную работу обучающихся

1.1 Очная форма обучения

Вид учебной работы	2 семестр
Общая трудоемкость дисциплины, зачетных единиц	108
часов	
Аудиторная (контактная) работа, часов	16,25
в т.ч. занятия лекционного типа	
занятия семинарского типа	16
промежуточная аттестация	0,25
Самостоятельная работа обучающихся, часов	91,75
в т.ч. курсовая работа	-
Вид промежуточной аттестации	зачет

4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1 Перечень разделов дисциплины с указанием трудоемкости аудиторной (контактной) и самостоятельной работы, видов контролей и перечня компетенций

Очная форма обучения

Наименование разделов и тем	Трудоемкость, часов			Наименование оценочного средства	Код компетенции
	всего	в том числе			
		аудиторной (контактной) работы	самостоятельной работы		
1. Методы и средства преобразования технологической информации	34,58	5,33	29,25	Задача (практическое задание, лабораторная работа)	ОПК-5; ПК-4
2. Цифровая трансформация в сельском хозяйстве	34,58	5,33	29,25		
3. Цифровая трансформация в экономике и электроэнергетике	38,59	5,34	33,25		
Промежуточная аттестация	0,25	0,25		Итоговое тестирование	
ИТОГО по дисциплине	108	16,25	91,75		

4.2 Содержание дисциплины по темам

Целью изучения дисциплины является формирование у обучающихся понимания особенностей процессов цифровой трансформации. Возможности применения существующих программно-аппаратных средств информационных технологий в процессах цифровой трансформации.

Задачами изучения являются:

- формирование у студентов понимания процессов цифровой трансформации;
- ознакомление с программными и техническими средствами информационных технологий, которые могут быть задействованы в процессах цифровой трансформации;

- приобретение знаний об «умных» цифровых технологиях;
- расширение мировоззренческого кругозора.

Тема 1: «Методы и средства преобразования технологической информации»

Основные положения. Технологическая информация. Датчик. Сигнал. два основных вида представления информации (сигналов) – непрерывная и дискретная. Методы преобразования информации. Информационный канал. Классификация методов и средств преобразования информации, используемых в электроэнергетике. Возникновение и основные этапы развития науки.

Первичные измерительные преобразователи информации (ПИП). Классификация ПИП. Структурная схема ПИП. Параметры и характеристики ПИП. Стандартизация и сертификация ПИП.

Основные виды преобразования информации в датчиках. Емкостные преобразователи. Пьезоэлектрические преобразователи. Электромагнитные преобразователи. Электромеханические преобразователи. Ионизационные преобразователи. Резистивные преобразователи. Термоэлектрические преобразователи. Электрические преобразователи. Примеры использования датчиков.

Аналого-цифровое преобразования сигналов. Оцифровка информации. Выбор параметров аналогово-цифрового преобразования.

Тема 2: «Цифровая трансформация в сельском хозяйстве»

Цели и задачи цифровизации сельского хозяйства. Инструменты цифровой трансформации сельского хозяйства. Цифровые технологии в управлении агропромышленным комплексом. Цифровое землепользование. Умное поле. Умный сад. Умная теплица. Умная ферма.

Тема 3: «Цифровая трансформация в экономике и электроэнергетике»

Индустрия 4.0. Технологические тренды в сфере цифровой трансформации промышленности. Технология Big Data. Интернет вещей. Smart Grid, аспекты функционирования. Умное предприятие.

5. Оценочные материалы по дисциплине

Оценочные материалы по дисциплине представлены в виде фонда оценочных средств. Приложение к рабочей программе.

6. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

6.1 Перечень учебно-методического обеспечения по дисциплине

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания, количество страниц, режим доступа
1	Цифровая трансформация сельского хозяйства. - Москва : Росинформагротех, 2019. - 78с.
2	Аш, Ж. Датчики измерительных систем : В 2-х кн.:Пер.с фр. Кн.1. - М. : Мир, 1992. - 480с.

6.2 Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины

№ п/п	Автор, название, место издания, год издания, количество страниц	Ссылка на учебное издание в ЭБС
Основная:		
1	Хайдаров, Г.Г. Компьютерные технологии трехмерного моделирования [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Г.Г. Хайдаров, В.Т. Тозик. – СПб.: СПбГУ ИТМО, 2010. – 80с.	http://ebs.rgazu.ru/?q=node/2453
2	Давыдов, В.Г. SCADA - системы в управлении. Введение (SCADA - система GeniDAQ): Учебное пособие. /В.Г. Давыдов - Санкт-Петербург, Изд. Санкт-Петербургский Государственный Политехнический Университет, 2010. - 247 с. - Текст: электронный	http://elib.spbstu.ru/dl/2/2017.pdf/download/2017.pdf
Дополнительная		
1	Шогенов, А. Х. Аналоговая, цифровая и силовая электроника : учебник / А. Х. Шогенов, Д. С. Стребков, Ю. Х. Шогенов ; под редакцией Д. С. Стребкова. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2017. — 416 с. — ISBN 978-5-9221-1784-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система.	https://e.lanbook.com/book/104973
2	Цифровая трансформация экономики : учебное пособие / В. И. Абрамов, Н. Л. Акулова, Е. В. Анисов [и др.] ; под редакцией В. И. Абрамова, О. Л. Головина. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2020. — 252 с. — ISBN 978-5-7262-2647-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система.	https://e.lanbook.com/book/175410

6.3 Перечень электронных образовательных ресурсов

№ п/п	Электронный образовательный ресурс	Доступ в ЭОР (сеть Интернет, локальная сеть, авторизованный/свободный доступ)
1	Цифровая трансформация отраслей: стартовые условия и приоритеты	https://conf.hse.ru/mirror/pubs/share/463148459.pdf?ysclid=112ff9iy5k
2	7 проблем цифровой трансформации и как с ними бороться	https://waksoft.susu.ru/2018/06/07/7-problem-tsifrovoy-transformatsii-i-kak-s-nimi-borotsya/

6.4 Современные профессиональные базы данных, информационные справочные системы и лицензионное программное обеспечение

Современные профессиональные базы данных

<https://cyberleninka.ru/> - научная электронная библиотека открытого доступа (Open Access).

<http://link.springer.com/> - полнотекстовая коллекция (база данных) электронных книг издательства Springer Nature.

<http://fcior.edu.ru/> - Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов.

<https://agris.fao.org/agris-search/index.do> - Международная информационная система по сельскохозяйственным наукам и технологиям.

<http://window.edu.ru/> - Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»

Информационные справочные системы

1. Информационно-справочная система «Гарант». – URL: <https://www.garant.ru/>
2. Информационно-справочная система «Консультант Плюс». – URL: <http://www.consultant.ru/>

Лицензионное программное обеспечение

Microsoft Office (Access, Excel, PowerPoint, Word и т. д),
 OpenOffice, Люникс (бесплатное программное обеспечение широкого класса),
 система дистанционного обучения Moodle (www.edu.rgazu.ru),
 Вебинар (Adobe Connect v.8, Zoom, Google Meet, Skype, Мираполис), программное обеспечение электронного ресурса сайта, включая ЭБС AgriLib и видеоканал РГАЗУ (<http://www.youtube.com/rgazu>),
 антивирусное программное обеспечение Dr. WEB Desktop Security Suite.

6.5 Перечень учебных аудиторий, оборудования и технических средств обучения**

Предназначение помещения (аудитории)	Наименование корпуса, № помещения (аудитории)	Перечень оборудования (в т.ч. виртуальные аналоги) и технических средств обучения*
<p><i>Для занятий лекционного типа, семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы), для проведения групповых консультаций и индивидуальной работы обучавшихся с педагогическими работниками, для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации.</i></p>	<p>Учебно-административный корпус. Каб. 240. Учебная аудитория для занятий лекционного типа, семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы), для проведения групповых консультаций и индивидуальной работы обучавшихся с педагогическими работниками, для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации.</p>	<p>Специализированная мебель, набор демонстрационного оборудования, проектор NEC V260X, экран настенный рулонный SimSCREEN</p>
	<p>Учебно-административный корпус. Каб. 135. Учебная аудитория для проведения лекционных занятий (поточная).</p>	<p>Специализированная мебель, набор демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, проектор EPSON EB-1880, экран настенный моторизированный SimSCREEN</p>

<i>Для самостоятельной работы</i>	Учебно-административный корпус. Помещение для самостоятельной работы. Читальный зал библиотеки:	Персональные компьютеры 11 шт. Выход в интернет, доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.
	Учебно-лабораторный корпус. Помещение для самостоятельной работы. Каб. 320.	Специализированная мебель, набор демонстрационного оборудования, персональные компьютеры 11 шт. Выход в интернет, доступ в электронную информационно-образовательную среду университета
	Учебно-административный корпус. Каб. 105. Учебная аудитория для учебных занятий обучающихся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ. Специализированная мебель, набор демонстрационного оборудования.	Автоматизированное рабочее место для инвалидов-колясочников с коррекционной техникой и индукционной системой ЭлСис 290; Автоматизированное рабочее место для слабовидящих и незрячих пользователей со стационарным видеоувеличителем ЭлСис 29 ON; Автоматизированное рабочее место для слабовидящих и незрячих пользователей с портативным видеоувеличителем ЭлСис 207 CF; Автоматизированное рабочее место для слабовидящих и незрячих пользователей с читающей машиной ЭлСис 207 CN; Аппаратный комплекс с функцией видеоувеличения и чтения для слабовидящих и незрячих пользователей ЭлСис 207 OS.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ МИНИСТЕРСТВА СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА
ИМЕНИ В.И. ВЕРНАДСКОГО»
(Университет Вернадского)

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной
аттестации обучающихся по дисциплине Современные проблемы цифровой
трансформации

Направление подготовки: 23.04.03 Эксплуатация транспортно-
технологических машин и комплексов

Направленность (профиль) программы: Техническая экспертиза на
транспорте

Квалификация магистр

Форма обучения **очная, очно-заочная, заочная**

Балашиха 2024г.

1. Описание показателей и критериев оценивания планируемых результатов обучения по учебной дисциплине

Компетенций	Индикатор сформированности компетенций	Уровень освоения*	Планируемые результаты обучения	Наименование оценочного средства
ОПК-5 Способен применять инструментарий формализации научно-технических задач, использовать прикладное программное обеспечение для моделирования и проектирования систем и процессов	<p>Знать (З): научно-технические задачи в сфере профессиональной деятельности</p> <p>Уметь (У): эффективно применять прикладное программное обеспечение для моделирования систем и процессов на транспорте</p> <p>Владеть (В): проектированием системы и процессов с использованием цифровых технологий</p>	Пороговый (удовлетворительно)	<p>Знает: принципы и методы решения научно-технических задач в сфере профессиональной деятельности;</p> <p>Умеет: эффективно применять прикладное программное обеспечение для решения научно-технических задач в сфере профессиональной деятельности;</p> <p>Владеет: системным подходом при анализе задачи и методикой выработки стратегии решения.</p>	Задача (практическое задание, лабораторная работа), Итоговое тестирование
		Продвинутый (хорошо)	<p>Знает твердо: принципы и методы решения научно-технических задач в сфере профессиональной деятельности;</p> <p>Умеет уверенно: эффективно применять прикладное программное обеспечение для решения научно-технических задач в сфере профессиональной деятельности;</p> <p>Владеет уверенно: системным подходом при анализе задачи и методикой выработки стратегии решения.</p>	Задача (практическое задание, лабораторная работа), Итоговое тестирование
		Высокий (отлично)	<p>Имеет сформировавшееся систематические знания: принципах и методах решения научно-технических задач в сфере профессиональной деятельности;</p> <p>Имеет сформировавшееся систематическое умение: эффективно применять прикладное программное обеспечение для решения научно-технических задач в сфере профессиональной деятельности;</p> <p>Показал сформировавшееся систематическое владение: системным</p>	Задача (практическое задание, лабораторная работа), Итоговое тестирование

			подходом при анализе задачи и методикой выработки стратегии решения.	
ПК-4 Способен эффективно взаимодействовать с заказчиком экспертного исследования	<p>Знать (З): составление отчётов эксперта в соответствии с требованиями нормативных документов</p> <p>Уметь (У): эффективно общаться с заказчиком, в том числе с использованием электронных средств коммуникации</p> <p>Владеть (В): разрешать конфликтные ситуации с учётом особенностей заказчика экспертного исследования</p>	Пороговый (удовлетворительно)	<p>Знает: принципы составления отчётов эксперта в соответствии с требованиями нормативных документов;</p> <p>Умеет: оценивать собственные ресурсы и оптимально их использовать для успешного составления отчета;</p> <p>Владеет: методикой составления отчетов эксперта в соответствии с требованиями нормативных документов.</p>	Задача (практическое задание, лабораторная работа), Итоговое тестирование
		Продвинутый (хорошо)	<p>Знает твердо: принципы составления отчётов эксперта в соответствии с требованиями нормативных документов;</p> <p>Умеет уверенно: оценивать собственные ресурсы и оптимально их использовать для успешного составления отчета;</p> <p>Владеет уверенно: методикой составления отчетов эксперта в соответствии с требованиями нормативных документов.</p>	Задача (практическое задание, лабораторная работа), Итоговое тестирование
		Высокий (отлично)	<p>Имеет сформировавшееся систематические знания: о принципах составления отчётов эксперта в соответствии с требованиями нормативных документов;</p> <p>Имеет сформировавшееся систематическое умение: оценивать собственные ресурсы и оптимально их использовать для успешного составления отчета;</p> <p>Показал сформировавшееся систематическое владение: методикой составления отчетов эксперта в соответствии с требованиями нормативных документов.</p>	Задача (практическое задание, лабораторная работа), Итоговое тестирование

2. Описание шкал оценивания

2.1 Шкала оценивания на этапе текущего контроля

Форма текущего контроля	Отсутствие усвоения (ниже порогового)*	Пороговый (удовлетворительно)	Продвинутый (хорошо)	Высокий (отлично)
Задача (практическое задание, лабораторная работа)	Обучающийся не показал умение собирать и систематизировать информацию из теоретических источников, анализировать практический материал, не овладел методикой исследования, не проявил творческий подход и самостоятельность в анализе, обобщениях и выводах, не аргументировал предложения, не соблюдал все требования к оформлению задачи и сроков ее исполнения.	Обучающийся показал умение собирать информацию из теоретических источников, анализировать практический материал для иллюстраций теоретических положений, недостаточно овладел методикой исследования, не проявил творческий подход и самостоятельность в анализе, обобщениях и выводах, не аргументировал предложения, не соблюдал все требования к оформлению задачи и сроков ее исполнения.	Обучающийся показал умение собирать и систематизировать информацию из теоретических источников, анализировать и грамотно использовать практический материал для иллюстраций теоретических положений, проявил творческий подход и самостоятельность в анализе, недостаточно аргументировал выводы и предложения, не соблюдал все требования к оформлению задачи и сроков ее исполнения.	Обучающийся показал умение собирать и систематизировать информацию из теоретических источников, анализировать и грамотно использовать практический материал для иллюстраций теоретических положений, проявил творческий подход и самостоятельность в анализе, обобщениях и выводах, аргументировал предложения, соблюдал все требования к оформлению задачи и сроков ее исполнения.

2.2 Шкала оценивания на этапе промежуточной аттестации (зачет и экзамен)

Форма промежуточной аттестации	Отсутствие усвоения (ниже порогового)	Пороговый (удовлетворительно)	Продвинутый (хорошо)	Высокий (отлично)
Выполнение итоговых тестов	Менее 51%	51-79%	80-90%	91% и более

3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

Задача

По трем последним цифрам Вашего шифра определите исходные данные для выполнения практического задания, следующим образом:

1. По последней цифре шифра определите из таблицы 1 наибольшее значение измеряемой температуры объекта;
2. По предпоследней цифре шифра определите из таблицы 2 разрешающую способность измерения температуры объекта;
3. По первой из трех последних цифр шифра определите из таблицы 3 наибольшую частоту полосы пропускания канала измерения температуры.

Для выбранного варианта задания рассчитайте аналогово-цифровой информационный канал, предназначенный для мониторинга температуры в технологическом объекте. Для этого необходимо:

1. Выбрать датчик температуры;
2. Рассчитать требуемые параметры аналогово-цифрового преобразователя(АЦП);
3. Выбрать АЦП, привести его основные данные и краткое описание;
4. При необходимости выбрать источник опорного напряжения для АЦП;
5. Рассчитать коэффициент усиления дополнительного согласующего каскада;
6. Начертить функциональную схему канала и привести ее краткое описание.

Название файла должно иметь следующий вид: ЦТ_Фамилия_ИО_Шифр.pdf.

Пример: ЦТ_Иванов_ИИ_345.pdf.

Таблица 1

Последняя цифра шифра (ЭхххХ)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Наибольшее значение измеряемой температуры $T_{нб}$, °С	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650

Таблица 2

Предпоследняя цифра шифра (ЭххХх)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Разрешающая способность измерения температуры D , дБ	40	45	50	60	65	70	75	80	85	90

Таблица 3

Первая из трех последних цифр шифра (ЭхХхх)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Наибольшая частота полосы пропускания $f_{нб}$, Гц	0,1	0,5	1	2	3	4	5	6	7	10

2. Методические указания по выполнению задачи

К пункту 1

В диапазоне измеряемых температур 100-650 °С в качестве датчиков температур широко применяются термопары. Наименьшей нелинейностью преобразования в этом диапазоне обладает хромель-алюмеливая термопара ТХА, которую можно рекомендовать в качестве датчика температуры в информационном канале.

Недостатком ТХА является относительно низкая термо-ЭДС, генерируемая термопарой в диапазоне температур 100-650 °С. Поэтому в информационном канале между датчиком и АЦП следует использовать усилитель постоянного тока.

К пункту 2

Для выбора АЦП необходимо определить минимальные требования по разрядности и частоте дискретизации, предъявляемые к этому АЦП.

Требуемая разрядность АЦП N рассчитывается по формуле:

$$N \geq \text{Int} \left\{ \frac{D}{20 \cdot \lg 2} + 1 \right\},$$

где Int – функция отбрасывания дробной части числа; D - разрешающая способность измерения температуры, дБ.

Требуемая частота дискретизации аналогового сигнала (f_{∂} , Гц) АЦП:

$$f_{\partial} \geq 2 \cdot f_{\text{нб}}$$

где $f_{\text{нб}}$ - наибольшая частота полосы пропускания измерительного канала, Гц.

К пункту 3

На основании данных, полученных в пункте 2, из справочных данных выбрать подходящую микросхему АЦП. В качестве справочного материала следует использовать данные сайтов ведущих производителей АЦП – analog.com, ti.com, а также данные приведенные в приложении 1.

На основании данных, приведенных в техническом описании АЦП (или в приложении 1), размещенном на сайте производителя АЦП, найти рекомендуемую схему подключения АЦП и на ее основании при необходимости выбрать источник опорного напряжения (приложение 2) для этого АЦП.

К пункту 4

Из технической документации АЦП следует определить напряжение на его входе ($U_{\text{п}}$, В), соответствующее наибольшему выходному коду АЦП. Обычно это напряжение совпадает с напряжением опорного источника АЦП.

К пункту 5

По градуировочной характеристики ТХА (приложение 3) определить термо-ЭДС ($E_{\text{т}}$, В), соответствующую наибольшему значению измеряемой температуры $T_{\text{нб}}$.

Далее следует рассчитать требуемый коэффициент усиления входного усилителя:

$$K = \frac{U_{\text{п}}}{E_{\text{т}}} = \frac{2,5}{18,5 \times 10^{-3}} = 135$$

К пункту 6.

Функциональная схема аналогово-цифрового информационного канала должна объединять все необходимые компоненты: датчик температуры, входной фильтр нижних частот (ФНЧ), входной усилитель, АЦП, источник опорного напряжения (ИОН) и получатель информации (микроконтроллер или компьютер).

3. Пример выполнения задачи

ЗАДАНИЕ

Вариант задания:

1. Наибольшее значение измеряемой температуры объекта $T_{нб} = 400 \text{ }^\circ\text{C}$
2. Разрешающая способность измерения температуры объекта $D = 60 \text{ дБ}$
3. Наибольшая частота полосы пропускания канала измерения температуры $f_{нб} = 10 \text{ Гц}$

Для выбранного варианта задания рассчитайте аналогово-цифровой информационный канал, предназначенный для измерения температуры в технологическом объекте. Для этого необходимо:

1. Выбрать датчик температуры;
2. Рассчитать требуемые параметры аналогово-цифрового преобразователя (АЦП);
3. Выбрать АЦП, привести его основные данные и краткое описание
4. При необходимости выбрать источник опорного напряжения для АЦП;
5. Рассчитать коэффициент усиления дополнительного согласующего каскада;
6. Начертить функциональную схему канала и привести ее краткое описание.

РЕШЕНИЕ

1. Для измерения температур 100-650 °С в качестве датчиков температур широко применяются термопары. Наименьшей нелинейностью преобразования в этом диапазоне обладает хромель-алюмеливая термопара ТХА.

Недостатком ТХА является относительно низкая термо-ЭДС, генерируемая термопарой в диапазоне температур 100-650 °С. Поэтому в информационном канале между датчиком и АЦП следует использовать усилитель постоянного тока.

Выбираем ТХА в качестве датчика температуры для проектируемого аналогово-цифрового информационного канала. Градуировочная характеристика этой термопары приведена в приложении 3.

2. Далее рассчитаем необходимую разрядность и время преобразования АЦП. Требуемая разрядность АЦП N рассчитывается по формуле:

$$N \geq \text{Int} \left\{ \frac{D}{20 \cdot \lg 2} + 1 \right\},$$

$$N \geq \text{Int} \left\{ \frac{60}{20 \cdot \lg 2} + 1 \right\}$$

$$N \geq 10$$

где Int – функция отбрасывания дробной части числа; D - разрешающая способность измерения температуры, дБ.

Требуемая частота дискретизации аналогового сигнала (f_δ , Гц) АЦП:

$$f_\delta \geq 2 \cdot f_{нб}$$

$$f_\delta \geq 2 \cdot 10$$

$$f_\delta \geq 20 \text{ Гц}$$

где $f_{нб}$ - наибольшая частота полосы пропускания измерительного канала, Гц.

3. В соответствии с предъявленными в п. 2 требованиями из справочных данных приложения 1 выберем АЦП выберем АЦП AD7170. Это 12 разрядное сигма-дельта АЦП

с последовательным двухпроводным SPI совместимым интерфейсом.

AD7170 – 12-разрядный сигма-дельта АЦП, имеющие миниатюрные размеры, низкий уровень шумов и малое потребление. АЦП предназначен для использования в промышленном и медицинском приборостроении. Преобразователь имеет максимальную частоту дискретизации 125 Гц, генерирует шумы меньшего уровня, имеет ток потребления не более 110 мкА, что на 25% меньше потребления ближайших аналогов, и содержит встроенный генератор тактовых импульсов. Он может использоваться в приборах и системах с батарейным питанием, имеет спящий режим с током потребления до 5 мкА, что позволяет увеличить ресурс батарейного питания.

4. В качестве источника опорного напряжения выберем (приложение 2), AD1582, рекомендованного для используемого АЦП. Выходное напряжение этого ИОН составляет $U_{ref} = 2,5$ В. Таким образом, напряжение на входе АЦП соответствующие полной шкале преобразования для AD7170 составляет (U_{Π} , В):

$$U_{\Pi} = U_{ref} = 2,5\text{В}$$

5. Рассчитаем коэффициент усиления дополнительного согласующего каскада. Для этого по градуировочной характеристики ТХА (приложение 3) определим термо-ЭДС (E_T , В), соответствующую наибольшему значению измеряемой температуры $T_{нб} = 400$ °С:

$$E_T = 16,4 \text{ мВ}$$

Далее рассчитаем требуемый коэффициент усиления входного усилителя:

$$K = \frac{U_{\Pi}}{E_T} = \frac{2,5}{16,4 \times 10^{-3}} = 152$$

6. На приведенном ниже рисунке представлена функциональная схема аналогово-цифровой информационный канал. Этот канал обеспечивает измерение температуры в технологическом объекте, оцифровку измеренных данных и последующую их передачу в микроконтроллер. Датчиком температуры в канале служит термопара ВТ1. Для уменьшения шумов в канале сигнал от термопары фильтруется фильтром нижних частот (ФНЧ), затем сигнал усиливается в масштабном усилителе К и поступает на вход АЦП. В этом АЦП последовательно осуществляются операции дискретизации, квантования и кодирования входного сигнала. Полученный в результате этих операций код поступает по последовательному SPI интерфейсу на микроконтроллер. Для обеспечения работоспособности АЦП используется источник опорного напряжения ИОН.

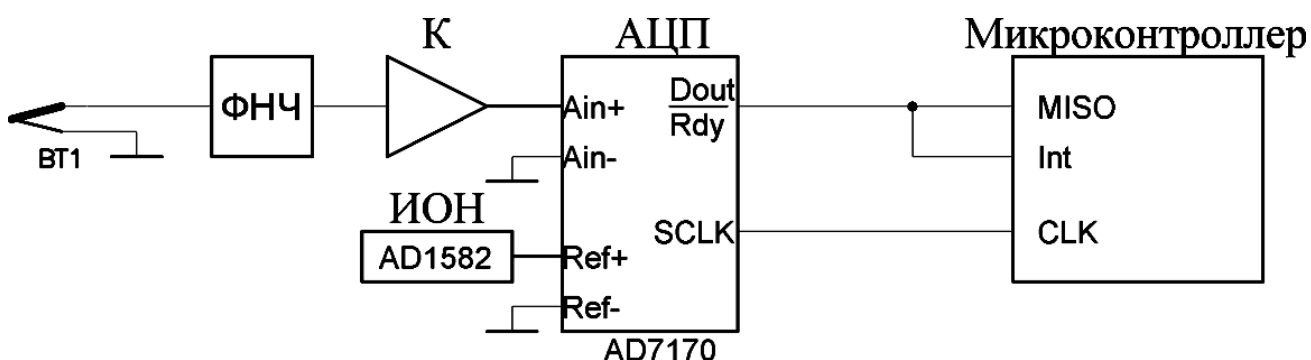


Рис.1. Функциональная схема информационного канала.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Таблица 5

**Параметры¹ аналогово-цифровых преобразователей
(по материалам сайта analog.com)**

Тип	Разрядность	Архитектура ²	Частота дискретизации, Гц	Диапазон входных напряжений	Допустимое напряжение ИОН U_{ref} , В	Интерфейс	Типовая схема на рис. 2
AD7468	8	SAR	200000	1,6-3,6	-	SPI	а
AD7467	10	SAR	200000	1,6-3,6	-	SPI	а
AD7466	12	SAR	200000	1,6-3,6	-	SPI	а
AD7170	12	Дельта-сигма	125	0- U_{ref}	0,5-5	SPI	б
AD7940	14	SAR	100000	2,5-5	-	SPI	а
AD7171	16	Дельта-сигма	125	0- U_{ref}	0,5-5	SPI	б

Примечания: 1. Если необходима более детальная документация пользуйтесь материалами сайта analog.com или справочником, размещенном на платформе ЭИОС в разделе дисциплины;
2. SAR – АЦП последовательного приближения;

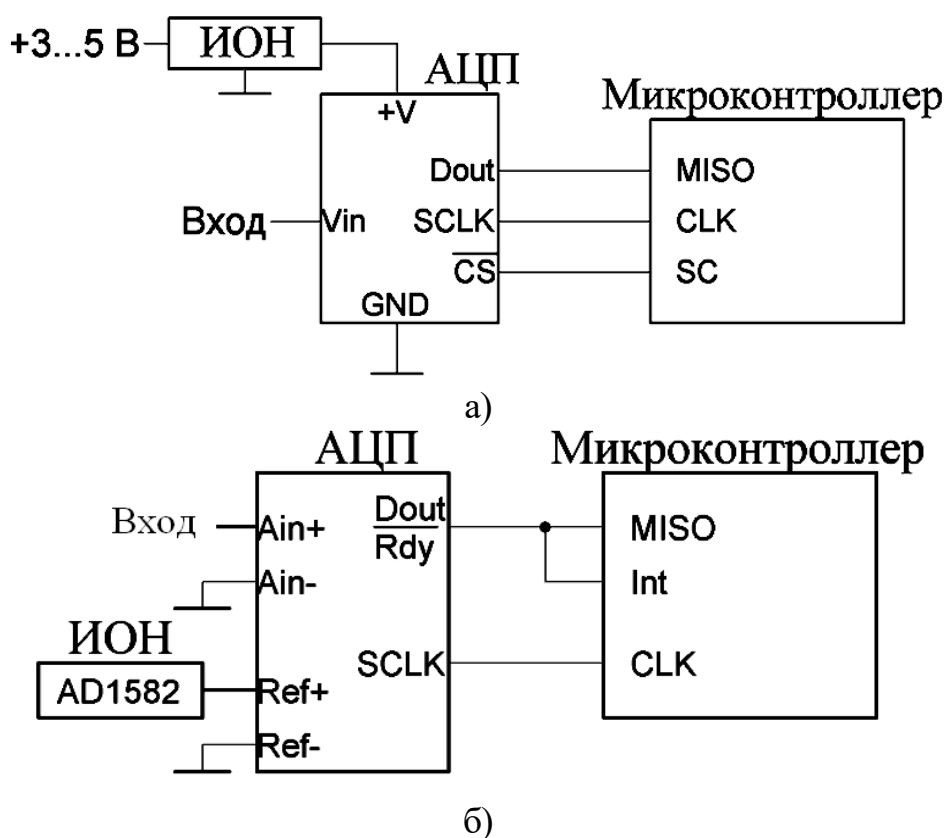


Рис. 2. Типовые функциональные схемы подключения АЦП

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Таблица 6

Параметры¹ источников опорного напряжения (по материалам сайта analog.com)

Тип	Входное напряжение, В	Выходное напряжение U_{ref} , В	Наибольший ток нагрузки, мА	Рекомендован для применения с АЦП
REF192	3-15	2,5	30	AD7466, AD7467, AD7468
REF193	3,6-15	3	30	AD7940
AD1582	2,7-12	2,5	5	AD7170, AD7171

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Таблица 7

Градуировочная характеристика¹ термопары ТХА (по материалам сайта sensors.com)

T, °C	+0	+10	+20	+30	+40	+50	+60	+70	+80	+90	+100
	U, мВ	U, мВ	U, мВ	U, мВ	U, мВ	U, мВ	U, мВ	U, мВ	U, мВ	U, мВ	U, мВ
200	8,138	8,539	8,940	9,343	9,747	10,153	10,561	10,971	11,382	11,795	12,209
300	12,209	12,624	13,040	13,457	13,874	14,293	14,713	15,133	15,554	15,975	16,397
400	16,397	16,820	17,243	17,667	18,091	18,516	18,941	19,366	19,792	20,218	20,644
500	20,644	21,071	21,497	21,924	22,350	22,776	23,203	23,629	24,055	24,480	24,905
600	24,905	25,330	25,755	26,179	26,602	27,025	27,447	27,869	28,289	28,710	29,129

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

КОМПЛЕКТ ТЕСТОВ для промежуточной аттестации (экзамен) по дисциплине Современные проблемы цифровой трансформации

Зачет проводится в виде Тестирования (Итоговый тест). Для выполнения теста отводится 45 минут.

Примерные задания Тест

Примеры тестовых заданий, выполненных в программе «GIFT»:

1. Информация, отображающая текущее состояние объекта технологического процесса, относится исключительно к:

- графической
- символьной
- технической
- технологической

2. Устройство, преобразующее физическую величину в электрический сигнал – это: аналогово-цифровой преобразователь

- датчик
- конвертор

3. Сигнал – это:

- материальный переносчик информации
- виртуальный переносчик информации
- источник информации

4. Два основных вида представления сигнала:

- непрерывный и дискретный
- высокого и низкого напряжения
- непрерывный и дисперсный

5. Аналоговый сигнал является:

- непрерывным
- дискретным
- комбинированным

6. Если сигнал может принимать любые значения в некотором диапазоне, которые могут быть сколь угодно близки, но всё-таки отличаться друг от друга, то он является:

- аналоговым
- цифровым
- дискретным

7. Если значения известны сигнала лишь через определенные моменты времени, то - это:

- аналоговый сигнал
- дискретный сигнал
- квантованный сигнал

8. Мероприятия по цифровизации сельского хозяйства России проводятся в целях:

- технологического прорыва в АПК и достижения значительного роста производительности труда на «цифровых» сельскохозяйственных предприятиях, использующих современные технологии автоматизации, компьютеризации на всех этапах производства и обработки сельскохозяйственной продукции
- трансформации процессов государственного управления в сфере сельского хозяйства и обеспечения эффективности и результативности решений на основе формирования с помощью современных цифровых технологий единого информационного пространства,

обеспечивающего полноту и непротиворечивость информации в рамках государственного земельного мониторинга, земельного надзора, территориального планирования, учета федерального имущества, данных кадастрового учета и данных о зарегистрированных правах на земельные участки

- с двумя перечисленными целями

9. Результаты работ по цифровой трансформации сельского хозяйства посредством внедрения цифровых технологий и платформенных решений способствуют:

- формированию и постоянному пополнению Big Data об объектах сельскохозяйственных ресурсов (земля, сельскохозяйственные культуры, урожайность, сельскохозяйственные животные, сельскохозяйственная техника)
- увеличение количества «Умных ферм», внедривших и применяющих комплексные цифровые агрорешения
- уменьшению количества профессий за счет внедрения цифровых технологий
- сокращение доли материальных затрат производителей сельскохозяйственной продукции в себестоимости единицы продукции

10. К аналитическим инструментам цифровых технологий в управлении АПК относятся:

- экономико-математические модели, методики, программы для нормативной оценки земельных ресурсов и паспортов плодородия земельных участков
- экономико-математическая модель анализа и прогнозирования основных агропродовольственных рынков
- база данных годовой отчетности сельскохозяйственных организаций