

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»

**СОГЛАСОВАНО**

Декан ФИТ

А.С. Авдеев

## **Рабочая программа дисциплины**

Код и наименование дисциплины: **Б1.В.21 «Интеллектуальные средства измерения»**

Код и наименование направления подготовки (специальности): **12.03.01  
Приборостроение**

Направленность (профиль, специализация): **Информационно-измерительная техника, технологии и интеллектуальные системы**

Статус дисциплины: **часть, формируемая участниками образовательных отношений**

Форма обучения: **очная**

| <b>Статус</b> | <b>Должность</b>                                | <b>И.О. Фамилия</b> |
|---------------|---|---------------------|
| Разработал    | доцент  | Д.Е. Кривобоков     |
| Согласовал    | Зав. кафедрой «ИТ»                              | А.Г. Зрюмова        |
|               | руководитель направленности (профиля) программы | А.Г. Зрюмова        |

г. Барнаул

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

| Компетенция | Содержание компетенции  | Индикатор | Содержание индикатора  |
|-------------|---|-----------|--|
| ПК-4        | Способность участвовать в разработке функциональных, структурных и принципиальных схем приборов и систем  | ПК-4.1    | Участвует в разработке принципиальных схем приборов и систем   |
|             |   | ПК-4.2    | Участвует в разработке функциональных и структурных схем приборов и систем   |
| ПК-8        | Способность разрабатывать, создавать, использовать контрольно-измерительные приборы, системы, в том числе интеллектуальные, и комплексы с помощью компьютерных технологий | ПК-8.3    | Разрабатывает и создает интеллектуальные измерительные системы   |
|             |   | ПК-8.4    | Использует компьютерные технологии для разработки контрольно-измерительных приборов, информационных, измерительных и интеллектуальных систем |

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

|   |   |
|---|---|
| Дисциплины (практики), предшествующие изучению дисциплины, результаты освоения которых необходимы для освоения данной дисциплины.                 | Аналоговые элементы средств измерения, Информатика, Математика в интеллектуальных системах и приборах, Методы и средства измерений, Основы автоматического управления |
| Дисциплины (практики), для которых результаты освоения данной дисциплины будут необходимы, как входные знания, умения и владения для их изучения. | Измерительные информационные системы, Преддипломная практика, Цифровые измерительные устройства   |

## 3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося

Общий объем дисциплины в з.е. /час: 4 / 144

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

| Форма обучения | Виды занятий, их трудоемкость (час.) |                     |                      |                        | Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (час) |
|----------------|--------------------------------------|---------------------|----------------------|------------------------|---|
|                | Лекции                               | Лабораторные работы | Практические занятия | Самостоятельная работа |   |
| очная          | 32                                   | 32                  | 0                    | 80                     | 71  |

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

**Форма обучения: очная**

**Семестр: 7**

**Лекционные занятия (32ч.)**

**1. Введение {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[4,5]** Проблема организации интеллектуальных измерений. Современное состояние исследований и разработок по интеллектуализации измерительных систем и средств измерений. Принципы организации функционирования, построения и структура интеллектуальных средств измерений.

**2. Нейронные сети, как основной инструмент интеллектуализации измерений {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[2,3]** Общее описание принципов построения интеллектуальных технических систем. Развитие нейронных сетей, биологические аналогии. Элементарная модель нейрона, модель искусственного нейрона. Построение элементарной искусственной нейросети, применяемые математические операции преобразования сигналов в нейросети.

**3. Нейронные сети. Алгоритмы обучения и тестирования. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[3,6]** Существующие алгоритмы обучения нейронных сетей. Принципы сбора исходных данных для обучения. Правило составления обучающей и тестовой выборки. Стохастический метод обучения. Метод распространения обратного сигнала ошибки. Метод встречного распространения. Современные программные пакеты для работы с нейросетями.

**4. Применение нейронных сетей. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[3,4,6]** Характеристика спектра задач, решение которых возможно при использовании нейросетей. Примеры практического применения нейросетей при использовании программных пакетов. Демонстрация. Современные тенденции и направления развития применения нейросетей.

**5. Измерительные базы знаний {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[3,5]** Состав и построение измерительных баз знаний. Структура и назначение баз знаний. Методы формализации и структурирования знаний.

**6. Измерительные базы знаний {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[3,6]** Принципы построения правил и процедур отображения знаний в БИЗ. Применение программ для построения и работы с БИЗ. Тестирование БИЗ. Примеры работы с БИЗ, её использование

**7. Методы устранения неопределенностей и пополнения знаний {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[2]** Основные понятия нечетких множеств. Определения и характеристики, операции над нечеткими множествами. Методы пополнения знаний.

**8. Методы устранения неопределенностей и пополнения**

знаний {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[3,4,5] Принципы реализации механизма принятия решений в интеллектуальных средствах измерений. Разработка "эталонных" моделей и формирование критериев оценки соответствия, как основных инструментов при принятии решений. Примеры реализации алгоритмов решения измерительных задач.

**9. Принципы разработки интеллектуальных измерительных устройств {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[2]** Основы разработки физически-обоснованных моделей измерительных преобразований, как основного компонента интеллектуальных адаптивных средств измерений. Понятие физической обоснованности, правила разработки модели, правила организации вычислений и формирования входных и выходных данных. Инструменты работы с подобными моделями.

**10. Особенности аппаратной части интеллектуальных средств измерений {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[4,5]** Интеллектуальные датчики. Принцип децентрализации в измерительных системах, возможности и ограничения. Методики автоматической коррекции передаточной характеристики и автокалибровки, нормализации выходного сигнала, самотестирование датчиков.

**11. Особенности аппаратной части интеллектуальных средств измерений {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[3,4,5]** Интеллектуальные блоки (устройства) сбора данных с датчиков, применение адаптивных физико-математических моделей, применение интеллектуальных интерфейсов, организация режимов самодиагностики и обмен результатами калибровки с датчиком.

**12. Особенности аппаратной части интеллектуальных средств измерений {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[3,4]** Применение нейрокомпьютеров для организации интеллектуальных измерительных систем. Нейрочипы, перспективы и особенности их применения

**13. Программная реализация интеллектуальных систем {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[4,6]** Инструменты работы с нейросетями в программах математического моделирования MathLab (Scilab), MathCad. Организация выгрузки структуры и коэффициентов обученной сети. Применение стандартных программных инструментов на примере NeuralWorks. Примеры применения.

**14. Аппаратная база интеллектуального средства измерений {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[4,5]** Применение современных микроконтроллеров линейки STM32 для работы с нейросетями. Требования к аппаратным ресурсам: скорость работы с операциями, объем памяти, количество портов ввода-вывода.

**15. Разработка интеллектуальных средств измерений {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[4]** Проблема применения адаптивных средств измерений с точки зрения метрологии и обеспечения единства измерений. Требования к организации взаимодействия интеллектуальных средств измерений с оператором при определении метрологических характеристик. Нормативно-

правовая метрологическая база.

**16. Примеры разработки конструкции ИСИ {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[4,5]** Рассмотрение конструктивных решения действующих интеллектуальных средств измерений.

### **Лабораторные работы (32ч.)**

**1. Освоение стандартных программных пакетов для работы с нейросетями {работа в малых группах} (6ч.)[1]** Цель: познакомиться со средой разработки и обучения нейросетевых систем NeuroPro.

Задание на лабораторную работу:

- смоделировать предложенный вариант функциональной зависимости;
- определить область существования аргументов;
- сгенерировать обучающую (100 позиций) и тестирующую выборку (10 позиций) из неповторяющихся значений;
- создать в среде NeuroPro нейросеть, обучить её;
- исследуя различные структуры сети, сделать вывод о влиянии количества нейронов и слоев на ошибку.

**2. Разработка сети Кохонена {работа в малых группах} (8ч.)[1]** Цель работы: закрепить на практике основные свойства сети Кохонена, изученные на теоретических занятиях.

Задание:

- открыть файл "neuro\_koh.mcdx" в программной среде MathCad;
- определить значения входных массивов, соответствующие выбранным для распознавания символам;
- обучить сеть Кохонена для символов, определенных во входных массивах;
- используя обученную сеть, для каждого символа определить количество случайных искажений, при которых сеть начинает ошибаться при распознавании.

**3. Разработка и моделирование систем измерительных преобразований на основе амплитудного метода уравнивания {работа в малых группах} (8ч.)[1]** Цель работы: изучить и получить навык создания систем измерительных преобразований на основе амплитудного метода уравнивания

Задачи:

- изучить основы принципа амплитудного уравнивания измеряемой величины;
- для предложенной физической величины разработать функциональную схему метода измерений, основанного на амплитудном уравнивании;
- разработать модель исследуемого объекта, отражающую основные его свойства относительно измерений;
- разработать в программе MathCad модель измерительной системы, реализующей амплитудный метод уравнивания.

#### **4. Моделирование блоков прибора в среде**

**MathCad » {работа в малых группах} (10ч.)[1,2]** Цель работы: научиться строить модель функциональной схемы прибора.

Задачи:

- изучить основы построения многопараметрических измерительных систем;
- для предложенного варианта системы измеряемых физических величин разработать функциональную модель, отражающую основные взаимные связи;
- разработать математическую/нейросетевую модель расчета параметров;
- выполнить моделирование многопараметрических измерительных преобразований в среде MathCad/

#### **Самостоятельная работа (80ч.)**

**1. Подготовка к лекциям, работа с источниками информации {использование общественных ресурсов} (22ч.)[2,3,4,5,6]**

**2. Подготовка в лабораторным работам. Выполнение и оформление отчетов. {использование общественных ресурсов} (22ч.)[2,3,6]**

**3. Экзамен {использование общественных ресурсов} (36ч.)[2,3,4,5,6,7,8,9]**

#### **5. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

Для каждого обучающегося обеспечен индивидуальный неограниченный доступ к электронно-библиотечным системам: Лань, Университетская библиотека он-лайн, электронной библиотеке АлтГТУ и к электронной информационно-образовательной среде:

1. Кривобоков Д. Е. Методические указания для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Интеллектуальные средства измерений» / Д.Е. Кривобоков. – Барнаул: АлтГТУ, 2020. – 30 с. - Режим доступа: [http://elib.altstu.ru/eum/download/it/Krivobokov\\_ISI\\_mu.pdf](http://elib.altstu.ru/eum/download/it/Krivobokov_ISI_mu.pdf)

#### **6. Перечень учебной литературы**

##### **6.1. Основная литература**

2. Сахарова, Л.В. Современные проблемы прикладной математики и информатики : учебное пособие : [16+] / Л.В. Сахарова, Т.В. Алексейчик, М.Б. Стрюков ; Ростовский государственный экономический университет (РИНХ). – Ростов-на-Дону : Издательско-полиграфический комплекс РГЭУ (РИНХ), 2018. – 105 с. : схем., табл., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=568567> – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7972-2536-2. – Текст : электронный.

3. Белозерова, Г.И. Нечеткая логика и нейронные сети : учебное пособие : [16+] / Г.И. Белозерова, Д.М. Скуднєв, З.А. Кононова ; Липецкий государственный педагогический университет имени П. П. Семенова-Тян-



Шанского. – Липецк : Липецкий государственный педагогический университет имени П.П. Семенова-Тян-Шанского, 2017. – Ч. 1. – 65 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=576909> – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-88526-875-2. – Текст : электронный.

4. Кузьмин, В.В. Современные методы и средства формирования измерительных сигналов в АСУТП : учебник / В.В. Кузьмин, Р.К. Нургалиев, А.А. Гайнуллина ; Министерство образования и науки России, Казанский национальный исследовательский технологический университет. – Казань : Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2017. – 276 с. : табл., схем., граф. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=560672> – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7882-2223-3. – Текст : электронный.

## 6.2. Дополнительная литература

5. Секацкий, В.С. Методы и средства измерений и контроля : учебное пособие / В.С. Секацкий, Ю.А. Пикалов, Н.В. Мерзликина ; Сибирский федеральный университет. – Красноярск : Сибирский федеральный университет (СФУ), 2017. – 316 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=497517> – Библиогр.: с. 304-305. – ISBN 978-5-7638-3612-7. – Текст : электронный.

6. Дьяконов, В.П. MATLAB 6.5 SP1/7/7 SP1/7 SP2 + Simulink 5/6. Инструменты искусственного интеллекта и биоинформатики : практическое пособие : [16+] / В.П. Дьяконов, В.В. Круглов. – Москва : СОЛОН-ПРЕСС, 2009. – 454 с. – (Библиотека профессионала). – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=117721> – ISBN 5-98003-255-X. – Текст : электронный.

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

7. бесплатная версия NeuralWorks Ссылка: <https://www.neuralware.com/>

8. Обучение нейросети от Гугл <https://www.blog.google/technology/ai/teachable-machine/>

9. Обзор электронных курсов по изучению работы с нейросетями. Ссылка: <https://habr.com/ru/post/417209/>

## 8. Фонд оценочных материалов для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Содержание промежуточной аттестации раскрывается в комплекте контролирующих материалов, предназначенных для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям ФГОС, которые хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном виде и в ЭИОС.

Фонд оценочных материалов (ФОМ) по дисциплине представлен в

приложении А.

## **9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Для успешного освоения дисциплины используются ресурсы электронной информационно-образовательной среды, образовательные интернет-порталы, глобальная компьютерная сеть Интернет. В процессе изучения дисциплины происходит интерактивное взаимодействие обучающегося с преподавателем через личный кабинет студента.

| <b>№пп</b> | <b>Используемое программное обеспечение</b> |
|------------|---|
| 1          | LibreOffice                                 |
| 2          | Windows                                     |
| 3          | Антивирус Kaspersky                         |

| <b>№пп</b> | <b>Используемые профессиональные базы данных и информационные справочные системы</b>   |
|------------|--|
| 1          | Бесплатная электронная библиотека онлайн "Единое окно к образовательным ресурсам" для студентов и преподавателей; каталог ссылок на образовательные интернет-ресурсы ( <a href="http://Window.edu.ru">http://Window.edu.ru</a> )   |
| 2          | Национальная электронная библиотека (НЭБ) — свободный доступ читателей к фондам российских библиотек. Содержит коллекции оцифрованных документов (как открытого доступа, так и ограниченных авторским правом), а также каталог изданий, хранящихся в библиотеках России. ( <a href="http://нэб.рф/">http://нэб.рф/</a> ) |

## **10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

| <b>Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b> |
|--|
| учебные аудитории для проведения учебных занятий                                 |
| помещения для самостоятельной работы   |

Материально-техническое обеспечение и организация образовательного процесса по дисциплине для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с «Положением об обучении инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья».