

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.О.5 «Математические модели приборов и систем»**

Код и наименование направления подготовки (специальности): **12.04.01**

**Приборостроение**

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

Статус дисциплины: **обязательная часть**

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
УК-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1	Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними
		УК-1.2	Осуществляет поиск вариантов решения поставленной проблемной ситуации
УК-4	Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	УК-4.1	Осуществляет академическое и профессиональное взаимодействие, в том числе на иностранном языке
		УК-4.2	Использует коммуникативные технологии как средство делового общения, в том числе на иностранном языке
ОПК-3	Способен приобретать и использовать новые знания в своей предметной области на основе информационных систем и технологий, предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач	ОПК-3.1	Приобретает и использует новые знания в приборостроении на основе информационных систем и технологий
		ОПК-3.2	Предлагает новые идеи и подходы к решению задач в приборостроении
		ОПК-3.3	Применяет современные программные средства в профессиональной деятельности

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплины (практики), предшествующие изучению дисциплины, результаты освоения которых необходимы для освоения данной дисциплины.	Информационные технологии в приборостроении, Методология научных исследований, Система сбора и обработки измерительной информации
Дисциплины (практики), для которых результаты освоения данной дисциплины будут необходимы, как входные знания, умения и владения для их изучения.	Выпускная квалификационная работа, Импедансометрия первичных преобразователей, Научно-исследовательская работа

## 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	16	0	32	96	57

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

**Форма обучения: очная**

**Семестр: 1**

**Лекционные занятия (16ч.)**

**1. Применение преобразований Фурье для моделирований измерительных процессов {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[2,6]** Анализ проблемы влияния возмущающих факторов на высокоточные измерения параметров жидких сред. Применение преобразования Фурье для обработки и анализа преобразования измерительного сигнала. Применение дискретного (быстрого) преобразования Фурье. Пример моделирования измерительного процесса высокоточных кондуктометрических измерительных преобразователей.

**2. Применение преобразований Лапласа для моделирований измерительных процессов {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[3,6]** Применение прямого и обратного преобразования Лапласа для исследования преобразований измерительного сигнала. Освоение стандартных программных продуктов. Исследование передаточных характеристик типовых элементов измерительной цепи. Моделирование измерительных процессов в оптических приборах контроля при использовании преобразования Лапласа. Применение современных программных средств для анализа. Современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия

**3. Применение регрессионного анализа, аппроксимаций в моделировании измерительных процессов {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[3,6]** Основные методы регрессионного анализа. Методики получения новых знаний об объекте моделирования и разработка физически-обоснованной модели измерительного преобразования при использовании статистических данных, с учетом сохранения (отображения) физического смысла. Интегрирование методов интерполяции в функцию преобразования измерительного сигнала. Особенности экстраполяции. Оценка качества моделей.

**4. Применение регрессионного анализа, аппроксимаций в моделировании измерительных процессов. Аппроксимация. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[3,4,6]** Использование коммуникативных технологий для формирования технических требований к измерительному прибору. Постановка эксперимента и применение аппроксимаций для разработки соответствующей модели измерительных преобразований. Обоснование целесообразности, правил применения. Освоение программных продуктов.

**5. Применение методов регрессионного анализа {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[2,3,6]** Разработка моделей измерительных преобразований для прибора контроля плотности и электропроводности жидких сред, при использовании регрессионных методов анализа. Пример предложения новой идеи применения степенных полиномов для многопараметрических зависимостей, интегрирования методов интерполяции в функцию преобразования измерительного сигнала. Демонстрация экстраполирующих возможностей модели при различной степени отображения физического смысла и моделях

**6. Моделирование измерительных процессов с помощью систем с нечеткой логикой. Нейронные сети. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[4,6]** Особенности применение систем с нечеткой логикой при моделировании измерительных процессов. Нейросетевая система, как функциональный преобразователь. Анализ ограничений применения в измерительной технике. Разработка адаптивных моделей для измерительных преобразований, управляемых нейросетевыми системами. Освоение программных продуктов для работы с нейросетевыми системами.

**7. Моделирование измерительных процессов с помощью систем с нечеткой логикой. Генетические алгоритмы. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[4,6]** Применение современного программного обеспечения для работы с системами нечеткой логики. Особенности использования систем с нечеткой логикой при моделировании измерительных процессов. Нейросетевая система, как функциональный преобразователь. Анализ ограничений применения в измерительной технике. Разработка адаптивных моделей для измерительных преобразований, управляемых нейросетевыми системами. Освоение программных продуктов для работы с нейросетевыми системами.

**8. Примеры практического применения систем с нечеткой логикой при моделировании измерительных процессов и систем. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[3,6]** Примеры применения новых идей и подходов применения систем с нечеткой логикой для моделирования измерительных процессов. Разработка модели измерительных преобразований с применением нейронных систем и генетического алгоритма для сложных систем на примере многопараметрической системы контроля концентрации электролитов. Системы контроля состояния бытового прибора по характеру его энергопотребления.

### **Практические занятия (32ч.)**

**1. Моделирование ИП индукционного кондуктометрического прибора контроля жидких сред {работа в малых группах} (6ч.)[1,6]** Формирование способности приобретать и использовать новые знания в своей предметной области на основе информационных систем и технологий, предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач.

Цель работы: определить оптимальные конструктивные параметры первичного измерительного преобразователя и обработку измерительного сигнала индукционного кондуктометрического прибора контроля в заданном диапазоне

измерений, при помощи моделирования ИП.

Задачи:

- выполнить анализ измерительной схемы индукционного кондуктометрического прибора контроля; определить этапы моделирования ИП;
- разработать модели в программных продуктах MathCAD и MicroCAP;
- выполнить анализ результатов моделирования и определить оптимальные конструктивные параметры первичного измерительного преобразователя и обработку измерительного сигнала индукционного кондуктометрического прибора контроля в заданном диапазоне измерений.

**2. Моделирование ИП индукционного кондуктометрического прибора контроля жидких сред {работа в малых группах} (6ч.)[1,6]** Формирование способности приобретать и использовать новые знания в своей предметной области на основе информационных систем и технологий, предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач.

Цель работы: определить оптимальную обработку измерительного сигнала индукционного кондуктометрического прибора контроля в заданном диапазоне измерений, при помощи моделирования ИП.

Задачи:

- выполнить анализ измерительной схемы двух-штыревого индукционного кондуктометрического прибора контроля; определить этапы моделирования ИП;
- разработать модели в программных продуктах MathCAD;
- определить оптимальную обработку измерительного сигнала индукционного кондуктометрического прибора контроля в заданном диапазоне измерений.

**3. Моделирование ИП электрических и магнитных систем в программной среде Elcut {работа в малых группах} (8ч.)[1,6]** Формирование способности приобретать и использовать новые знания в своей предметной области на основе информационных систем и технологий, предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач.

Цель работы: научиться использовать программную среду Elcut для моделирования электрических и магнитных систем первичных измерительных преобразователей.

Задачи:

- познакомиться с программной средой Elcut, освоить основные инструменты и методы создания объектов, определения граничных условий, решения задачи и визуализации результатов расчета;
- выполнить моделирование предложенных упрощенных электрических и магнитных систем;
- произвести расчёт предложенных параметров и визуализировать результаты расчёта.

**4. Моделирование ИП высокоточного кондуктометра в программной среде Elcut {работа в малых группах} (8ч.)[1,6]** Формирование способности приобретать и использовать новые знания в своей предметной области на основе информационных систем и технологий, предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач.

Цель работы: с помощью программы моделирования определить влияние конструктивных параметров четырёх - электродной электролитической ячейки на результат измерений кондуктометра.

Задачи:

- построить модель четырёх - электродной электролитической ячейки в программе Elcut;
- путём варьирования места положения заливных горловин, соосности цилиндров и расположения электродов, геометрических размеров ячейки, определить их влияние на выходной сигнал.

**5. Моделирование системы взаимодействующих пьезорезонансных автогенераторных элементов {работа в малых группах} (4ч.)[1,6]**  
Формирование способности приобретать и использовать новые знания в своей предметной области на основе информационных систем и технологий, предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач.

Цель работы: исследовать поведение взаимодействующих колебательных элементов – пьезорезонансных автогенераторов при помощи модели в программе MathCAD.

Задачи:

- познакомиться с особенностями взаимодействия связанных осцилляторов;
- познакомиться со способами реализации численных вычислений нелинейных дифференциальных уравнений в программе MathCAD;
- разработать модель взаимодействующих осцилляторов и исследовать зависимость параметров системы, предложенных преподавателем от условий взаимодействия

### **Самостоятельная работа (96ч.)**

- 1. Подготовка к лекционным занятиям {использование общественных ресурсов} (30ч.)[2,3,4,6]**
- 2. Подготовка к практическим работам. Оформление отчетов. {использование общественных ресурсов} (30ч.)[1,6]**
- 3. Экзамен {использование общественных ресурсов} (36ч.)[1,2,3,4,6]**

### **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 «Математическое моделирование приборов и систем» для

магистрантов направления «Приборостроение» / Д.Е. Кривобоков. - Барнаул: АлтГТУ, 2020. - 30 с. Режим доступа: [http://elib.altstu.ru/eum/download/it/Krivobokov\\_MatModPrSys\\_prakt\\_mu.pdf](http://elib.altstu.ru/eum/download/it/Krivobokov_MatModPrSys_prakt_mu.pdf)

## **6. Перечень учебной литературы**

### **6.1. Основная литература**

2. Вагин, Д.В. Численное моделирование динамических систем, описываемых обыкновенными дифференциальными уравнениями : учебное пособие : [16+] / Д.В. Вагин ; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2019. – 63 с. : табл., граф., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=573956> (дата обращения: 09.12.2020). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7782-3941-8. – Текст : электронный.

3. Любченко, В.Я. Применение математического моделирования в задачах электроэнергетики : учебное пособие : [16+] / В.Я. Любченко, С.В. Родыгина ; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2018. – 72 с. : ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=574837> (дата обращения: 09.12.2020). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7782-3627-1. – Текст : электронный.

### **6.2. Дополнительная литература**

4. Рохлин, Д.Б. Основы стохастического анализа : учебное пособие : [16+] / Д.Б. Рохлин ; Южный федеральный университет. – Ростов-на-Дону ; Таганрог : Южный федеральный университет, 2019. – 190 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=577901> (дата обращения: 09.12.2020). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-9275-3132-5. – Текст : электронный.

6. Бурьков, Д.В. Применение IT-технологий в электроэнергетике: Mathcad, Matlab (Simulink), NI Multisim : [16+] / Д.В. Бурьков, Н.К. Полуянович ; Южный федеральный университет. – Ростов-на-Дону ; Таганрог : Южный федеральный университет, 2018. – 127 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=577648> (дата обращения: 09.12.2020). – Библиогр.: с. 119 - 220 – ISBN 978-5-9275-3086-1. – Текст : электронный.

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

1. MathCad Описание. Ссылка: [https://portal.tpu.ru/SHARED/k/KOCHEG/study/Tab/MATHCAD\\_2012.pdf](https://portal.tpu.ru/SHARED/k/KOCHEG/study/Tab/MATHCAD_2012.pdf)

2. Multisim описание работы с программой. Ссылка: [http://ikit.edu.sfu-kras.ru/CP\\_Electronics/pages/soft/multisim/manual.pdf](http://ikit.edu.sfu-kras.ru/CP_Electronics/pages/soft/multisim/manual.pdf)

## **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	Mathcad 15
2	MATLAB R2010b
3	Multisim 10.1
4	Opera
5	Windows
6	Антивирус Kaspersky

<b>№пп</b>	<b>Используемые профессиональные базы данных и информационные справочные системы</b>
1	Международная реферативная база данных научных изданий zbMATH - самая полная математическая база данных по математике, статистике, информатике, а также машиностроению, физике, естественным наукам и др., охватывающая материалы с конца 19 века. ( <a href="https://zbmath.org/">https://zbmath.org/</a> )
2	Электронная библиотека Институт инженеров по электротехнике и электронике (IEEE) и его партнеров в сфере издательской деятельности. Коллекция включает в себя более 3 миллионов полнотекстовых документов с самыми высокими индексами цитирования в мире. Часть материалов находится в свободном доступе. Для поиска таких документов нужно выбрать расширенный поиск «Advanced Search», ввести в поисковое окно ключевые слова и поставить фильтр «Open Access» ( <a href="https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp">https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp</a> )
3	Электронный фонд правовой и научно-технической документации - ( <a href="http://docs.cntd.ru/document">http://docs.cntd.ru/document</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».