

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 20.10.2023 13:35:43  
Уникальный программный ключ:  
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт  
(технический университет)»

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной  
и методической работе  
\_\_\_\_\_ Б.В.Пекаревский  
«24» января 2022 г.

**Рабочая программа дисциплины**

## **ИНФОРМАЦИОННО-СТАТИСТИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ ИЗМЕРЕНИЙ**

Направление подготовки

**12.04.01 Приборостроение**

Направленность программы магистратуры

**Информационно-измерительные системы цифрового предприятия**

Квалификация

**Магистр**

Форма обучения

**Очная**

Факультет **информационных технологий и управления**

Кафедра **автоматизации процессов химической промышленности**

Санкт-Петербург

2022

**Б1.В.05**

## СОДЕРЖАНИЕ

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

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

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

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
<b>ПК-5</b> Способен осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования деталей, компонентов, узлов измерительных систем и технического обеспечения систем управления, а также разрабатывать нормативно-техническую документацию на проектируемые аппаратно-программные средства	<b>ПК-5.2</b> Выполняет анализ исходной информации с целью аргументированного выбора оптимальных методов ее обработки	<b>Знает:</b> источники и причины погрешностей средств измерений, метрологическое обеспечение повышения точности и робастности измерений (ЗН-1); методики анализа и расчета вероятностно-статистических характеристик результатов измерений ИИС (ЗН-2). <b>Умеет:</b> определять цели, задачи, выбрать методы и алгоритмы измерений, обеспечивающие минимизацию погрешностей при синтезе ИИС (У-1). <b>Владеет:</b> навыками выбора метрологического обеспечения ИИС для обеспечения необходимой точности и надежности измерений (В-1).

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к дисциплинам, формируемым участниками образовательных отношений программы магистратуры (Б1.В.05) и изучается на 2 курсе в 3 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин "Математическое моделирование в измерительной технике"; "Аналитические информационно измерительные системы" и курсы бакалавриата, связанные с метрологией.

Полученные в процессе изучения дисциплины «Информационно-статистическая теория измерений» знания, умения и навыки могут быть использованы при прохождении как научно-производственных и научно-исследовательских практик, так и для научно-исследовательской деятельности по выполнению магистерской диссертации.

## 3. Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, ЗЕ/академ. часов
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b> (зачетных единиц/ академических часов)	<b>2/ 72</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>54</b>
занятия лекционного типа	<b>18</b>
занятия семинарского типа, в т.ч.	18
семинары, практические занятия (в том числе практическая подготовка)	<b>18 (2)</b>
лабораторные работы	-
курсовое проектирование (КР или КП)	КП(18)
КСР	-
другие виды контактной работы	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>18</b>
<b>Форма текущего контроля</b> (Кр, реферат, РГР, эссе)	-
<b>Форма промежуточной аттестации</b> (КР, КП, зачет, экзамен)	<b>зачет, КП.</b>

#### 4. Содержание дисциплины.

##### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, академ. часы	Занятия семинарского типа, академ. часы		Самостоятельная работа, академ. часы	Формируемые компетенции	Формируемые индикаторы
			Семинары и/или практические занятия	Курсовой проект			
1.	Введение. Информационно-измерительные системы. Классификация. Свойства	2	2		4	ПК-5	ПК-5.2
2.	Модели сигналов и помех в ИИС	4	8		6		
3.	Модели ИИС, анализ ИИС	6	4		4		
4.	Синтез ИИС	6	4		4		
	Курсовой проект			18			
	<b>Итого</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>18</b>		

##### 4.2 Формирование индикаторов достижения компетенций разделами дисциплины

№ п/п	Код индикаторов достижения компетенции	Наименование раздела дисциплины
1.	<b>ПК-5.2</b>	Введение. Информационно-измерительные системы. Классификация. Свойства Модели сигналов и помех в ИИС Модели ИИС, анализ ИИС Синтез ИИС

#### 4.3. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<b>Введение. Информационно-измерительные системы. Классификация. Свойства</b> Понятие ИИС, Классификация ИИС. Основные свойства ИИС, определяющие их качество:	2	ЛВ
2	<b>Модели сигналов и помех в ИИС</b> Понятие информации, сигнала и помехи. Энтропия и количество информации. Характеристики и параметры детерминированных и случайных сигналов. Модели сигналов и помех. Типовые сигналы и их спектральные характеристики. Цифровое представление сигналов	4	ЛВ
3	<b>Модели ИИС, анализ ИИС.</b> Классификация моделей ИИС. Модели измерения сигналов. Измерение в условиях помех. Принцип максимального правдоподобия. Характеристики точности измерений. Дисперсионный анализ. Определение коэффициента детерминации. Задачи анализа ИИС, Методы анализа линейных непрерывных ИИС. Анализ ИИС в пространстве состояний.	6	ЛВ
4	<b>Синтез ИИС</b> Постановка задачи статистического синтеза оптимальных ИИС. Показатели оптимальности ИИС, их оценки и свойства. Фильтры Винера и Калмана. Статистический оптимальный синтез ИИС классификации и обнаружения сигналов.	6	ЛВ

#### 4.4. Практические занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем акад час.		Инновационная форма
		Всего	В т.ч. на практ. подготовку	
1	<b>Введение. Информационно-измерительные системы. Классификация. Свойства</b> Понятие ИИС, Классификация ИИС. Основные свойства ИИС, определяющие их качество:	2		Презентация, обсуждение

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем акад час.		Инновационная форма
		Всего	В т.ч. на практ. подготовку	
2	<b>Модели сигналов и помех в ИИС</b> Понятие информации, сигнала и помехи. Энтропия и количество информации. Детерминированные и случайные сигналы, модели. Типовые сигналы и их спектральные характеристики. Цифровое представление сигналов	8	1	Презентация, обсуждение
3	<b>Модели ИИС, анализ ИИС.</b> Модели измерения сигналов. Измерение в условиях помех. Принцип максимального правдоподобия. Характеристики точности измерений. Дисперсионный анализ. Определение коэффициента детерминации. Методы анализа линейных непрерывных ИИС. Анализ ИИС в пространстве состояний.	4	1	Презентация, обсуждение
4	<b>Синтез ИИС</b> Постановка задачи статистического синтеза оптимальных ИИС. Показатели оптимальности ИИС, их оценки и свойства. Фильтры Винера и Калмана. Статистический оптимальный синтез ИИС классификации и обнаружения сигналов.	4		Презентация, обсуждение

#### 4.5 Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	<b>Введение. Информационно-измерительные системы. Классификация. Свойства</b> Понятие ИИС, Классификация ИИС. Основные свойства ИИС, определяющие их качество:	4	Устный опрос
2	<b>Модели сигналов и помех в ИИС</b> Понятие информации, сигнала и помехи. Энтропия и количество информации. Характеристики и параметры детерминированных и случайных сигналов. Модели сигналов и помех. Типовые сигналы и их спектральные характеристики. Цифровое представление сигналов	6	

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
3	<b>Модели ИИС, анализ ИИС.</b> Классификация моделей ИИС. Модели измерения сигналов. Измерение в условиях помех. Принцип максимального правдоподобия. Характеристики точности измерений. Дисперсионный анализ. Определение коэффициента детерминации. Задачи анализа ИИС, Методы анализа линейных непрерывных ИИС. Анализ ИИС в пространстве состояний.	4	Устный опрос
4	<b>Синтез ИИС</b> Постановка задачи статистического синтеза оптимальных ИИС. Показатели оптимальности ИИС, их оценки и свойства. Фильтры Винера и Калмана. Статистический оптимальный синтез ИИС классификации и обнаружения сигналов.	4	Устный опрос

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

Методические указания для обучающихся по организации самостоятельной работы по дисциплине, включая перечень тем самостоятельной работы, формы текущего контроля по дисциплине и требования к их выполнению размещены в электронной информационно-образовательной среде СПбГТИ(ТУ) на сайте: <https://media.technolog.edu.ru>

#### **6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме защиты курсовой работы и зачета.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета. К сдаче зачета допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. При сдаче студент получает билет, содержащий два вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу - до 40 мин. Результаты освоения дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций достигнут пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе.

Пример варианта вопросов на зачете:

<p>Вариант №</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основные свойства ИИС. Эффективность, достоверность, точность.</li> <li>2. Основные понятия и алгоритм фильтра Калмана.</li> </ol>
---

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1

#### **7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины**

##### **а) печатные издания:**

1. Раннев Г.Г. Методы и средства измерений: учебник для вузов / Г.Г. Раннев, А. П. Тарасенко. - 6-е изд., стер. - Москва: Академия, 2010. - 331 с. - ISBN 978-5-7695-7075-9

2. Раннев, Г.Г. Интеллектуальные средства измерений: учебник для вузов / Г.Г. Раннев, - Москва: Академия, 2011. - 263 с. - ISBN 978-5-7695-6469-7
3. Сажин С.Г. Средства автоматического контроля технологических параметров: учебник для вузов / С. Г. Сажин. – Санкт-Петербург: Лань, 2014. - 368 с. - ISBN 978-5-8114-1644-8

**б) электронные учебные издания:**

1. Сажин С.Г. Средства автоматического контроля технологических параметров : Учебник для вузов по направлению подготовки "Автоматизация технологических процессов и производств (химико-технологическая, агропромышленная отрасли)" / С. Г. Сажин. - Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2021. - 368 с.: ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 05.06.2021). - Режим доступа: по подписке.
2. Вершинин В.И. Планирование и математическая обработка результатов химического эксперимента : Учебное пособие по спец. "Химия" и по направлению "Химия" / В. И. Вершинин, Н. В. Перцев. - 5-е изд., стер. - Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2019. - 236 с: // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 19.11.2021). - Режим доступа: по подписке.

**8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.**

учебный план, РПД и учебно-методические материалы: <http://media.technolog.edu.ru>

уточняющая литература по отдельным разделам дисциплины с помощью стандартных поисковых систем: [www.rambler.ru](http://www.rambler.ru); [www.yandex.ru](http://www.yandex.ru); [www.yahoo.ru](http://www.yahoo.ru); [www.google.ru](http://www.google.ru).

учебные пособия по теории принятия решений на сайте:

<http://www.all-ebooks.com>

электронно-библиотечные системы:

«Электронный читальный зал – БиблиоТех» <https://technolog.bibliotech.ru/>;

«Лань» <https://e.lanbook.com/books/>.

**9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.**

Все виды занятий по дисциплине «Информационно-статистическая теория измерений» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

СТП СПбГТИ 040-02. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования;

СТО СПбГТИ 018-2014. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Семинары и практические занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 048-2009. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению.

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

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов является:

плановость в организации учебной работы;

серьезное отношение к изучению материала;

постоянный самоконтроль.

На занятия студент должен приходиться, имея знания по уже изученному материалу.

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.**

### **10.1. Информационные технологии.**

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

чтение лекций с использованием слайд-презентаций;  
взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС.

### **10.2. Программное обеспечение.**

- Microsoft Office Std, Академическая лицензия, сублицензионный договор №02(03)15 от 20.01.2015, с 20.01.2015 бессрочно;
- АСКОН Компас 3D LT V12 Академическая лицензия.

### **10.3. Базы данных и информационные справочные системы.**

<http://prometeus.nse.ru> – база ГПНТБ СО РАН.

<http://borovic.ru> - база патентов России.

<http://1.fips.ru/wps/portal/Register> - Федеральный институт промышленной собственности

<http://gost-load.ru>- база ГОСТов.

<http://worlddofaut.ru/index.php> - база ГОСТов.

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

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

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

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

**Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа.**

Основное оборудование:

столы; стулья; компьютеры, доска

**Помещение для самостоятельной работы,**

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

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

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебный процесс осуществляется в соответствии с Положением об организации учебного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья СПбГТИ(ТУ), утвержденным ректором 28.08.2014.

**Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации по дисциплине  
«Информационно-статистическая теория измерений»**

**1. Перечень компетенций и этапов их формирования.**

Индекс компетенции	Содержание	Этап формирования
<b>ПК-5</b>	Способен осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования деталей, компонентов, узлов измерительных систем и технического обеспечения систем управления, а также разрабатывать нормативно-техническую документацию на проектируемые аппаратно-программные средства	промежуточный

**2. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, шкала оценивания**

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)
			«удовлетворительно» (пороговый)
<b>ПК-5.2</b> Выполняет анализ исходной информации с целью аргументированного выбора оптимальных методов ее обработки	Знает источники и причины погрешностей средств измерений, метрологическое обеспечение повышения точности и робастности измерений (ЗН-1)	Правильные ответы на вопросы №1-8	Перечисляет возможные источники и причины погрешностей средств измерений, но плохо представляет методы повышения точности и робастности ИИС.
	Знает методики анализа и расчета вероятностно-статистических характеристик результатов измерений ИИС (ЗН-2)	Правильные ответы на вопросы №9-14.	Недостаточно понимает методики анализа и расчета вероятностно-статистических характеристик результатов измерений ИИС
	Умеет определять цели, задачи, выбрать методы и алгоритмы измерений, обеспечивающие минимизацию погрешностей при синтезе ИИС (У-1)	Правильные ответы на вопросы №15-17	Формулирует цели и задачи, но путается при выборе методов и алгоритмов измерений, обеспечивающих минимизацию погрешностей при синтезе ИИС

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)
			«удовлетворительно» (пороговый)
	Владеет навыками выбора метрологического обеспечения ИИС для обеспечения необходимой точности и надежности измерений (В-1).	Правильные ответы на вопросы №18-21, защита курсового проекта	Путается при выборе метрологического обеспечения ИИС для обеспечения необходимой точности и надежности измерений

### 3. Типовые контрольные вопросы для проведения промежуточной аттестации.

1. Что такое информационно-измерительная система. Области применения ИИС.
2. Основные источники и погрешности средств измерений, входящих в ИИС.
3. Обобщенная структурно-функциональная схема ВВС
4. Назначение, структура и характеристики интерфейсов в ИИС
5. Классификация информационно-измерительных систем
6. Основные свойства ИИС. Эффективность, достоверность, точность
7. Основные свойства ИИС. Помехозащищенность, робастность, инвариантность
8. Основные свойства ИИС. Надежность, адаптивность
9. Модели сигналов. Модели информативных составляющих.
10. Модели сигналов, Модели помех. Шумовые составляющие помехи.
11. Модели сигналов, Модели помех. Импульсные помехи.
12. Модели сигналов, Модели дрейфа.
13. Модели сигналов в пространстве состояний
14. Оценка точности линейных систем. Постановка задачи
15. Оценка параметров модели сигналов в шумах. МНК-оценки
16. Оценки точности результатов ИИС. Объясненная и необъясненная дисперсии
17. Определение коэффициента детерминации
18. Общая характеристика метода оптимальной фильтрации Калмана
19. Основные понятия и алгоритм фильтра Калмана.
20. Основные понятия и алгоритм расширенного фильтра Калмана
21. Синтез ИИС из условия минимума дисперсии.

### 4. Курсовой проект

Курсовой проект предназначен для закрепления знаний и умений, полученных при изучении учебной дисциплины «Информационно-статистическая теория измерений».

Задачей курсового проекта является разработка структуры ВВС для контроля параметров предложенного технологического процесса. В задачу проектирования входит анализ предложенной в задании модели ТП, определение требований к выбираемым средствам измерений и структуре ИИС, выбор и обоснование метода обработки измерительной информации.

**5. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.**

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

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме экзамена.

Шкала оценивания на экзамене пятибалльная («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»).