

# АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

ПРИЕМ 2018 г.

ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

## СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ

|                                                         |                                                                          |         |     |
|---------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|---------|-----|
| Направление подготовки/<br>специальность                | 14.05.04 Электроника и автоматика физических установок                   |         |     |
| Образовательная программа<br>(направленность (профиль)) | Электроника и автоматика физических установок                            |         |     |
| Специализация                                           | Системы управления технологическими процессами и физическими установками |         |     |
| Уровень образования                                     | высшее образование - <b>специалитет</b>                                  |         |     |
| Курс                                                    | 5                                                                        | семестр | 9   |
| Трудоемкость в кредитах<br>(зачетных единицах)          | 4                                                                        |         |     |
| Виды учебной деятельности                               | Временной ресурс                                                         |         |     |
| Контактная (аудиторная)<br>работа, ч                    | Лекции                                                                   |         | 24  |
|                                                         | Практические занятия                                                     |         | -   |
|                                                         | Лабораторные занятия                                                     |         | 24  |
|                                                         | ВСЕГО                                                                    |         | 48  |
| Самостоятельная работа, ч                               |                                                                          |         | 96  |
| ИТОГО, ч                                                |                                                                          |         | 144 |

|                                 |                |                                 |             |
|---------------------------------|----------------|---------------------------------|-------------|
| Вид промежуточной<br>аттестации | <b>экзамен</b> | Обеспечивающее<br>подразделение | <b>ОЯТЦ</b> |
|---------------------------------|----------------|---------------------------------|-------------|

## 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 5. Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

| Код компетенции | Наименование компетенции                                                                                                                                                                                            | Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций) |                                                                                                                                                                         |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                 |                                                                                                                                                                                                                     | Код                                                         | Наименование                                                                                                                                                            |
| ОПК(У)-1        | Способен выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и применять соответствующий физико-математический аппарат для их формализации, анализа и выработки решения | ОПК(У)-1.В7                                                 | Владеет методами исследования технологических процессов и физических установок, подверженных влиянию случайных воздействий                                              |
|                 |                                                                                                                                                                                                                     | ОПК(У)-1.У7                                                 | Умеет планировать, проводить экспериментальные исследования и обрабатывать их результаты с целью построения регрессионных моделей промышленных объектов управления      |
|                 |                                                                                                                                                                                                                     | ОПК(У)-1.37                                                 | Знает статистические методы планирования экспериментов                                                                                                                  |
| ПК(У)-7         | Способен к эксплуатации специальных технических средств, сооружений, объектов и их систем                                                                                                                           | ПК(У)-7.В2                                                  | Владеет методами исследования систем автоматического управления, подверженных влиянию случайных воздействий методами планирования и обработки результатов экспериментов |
|                 |                                                                                                                                                                                                                     | ПК(У)-7.У2                                                  | Умеет планировать, проводить экспериментальные исследования и обрабатывать их результаты                                                                                |
|                 |                                                                                                                                                                                                                     | ПК(У)-7.32                                                  | Знает методы построения и проверки статистических моделей технологических объектов управления                                                                           |
| ПК(У)-20        | Способен применять методы оптимизации, анализа вариантов, поиска решения многокритериальных задач, учета неопределенностей при проектировании с учетом требований безопасности и других нормативных документов      | ПК(У)-20.В4                                                 | Владеет методами выбора эмпирических зависимостей, навыками обработки результатов измерений                                                                             |
|                 |                                                                                                                                                                                                                     | ПК(У)-20.У4                                                 | Умеет проводить измерения в процессе исследования, обрабатывать и предоставлять результаты измерений                                                                    |
|                 |                                                                                                                                                                                                                     | ПК(У)-20.34                                                 | Знает понятия и задачи измерений; типы ошибок; методы обработки результатов измерений                                                                                   |
| ПК(У)-24        | Способен оценить перспективы развития физических установок и систем автоматизированного управления, использовать современные достижения в научно-исследовательских работах                                          | ПК(У)-24.В2                                                 | Владеет основными подходами и методами организации проведения теоретических и экспериментальных исследований                                                            |
|                 |                                                                                                                                                                                                                     | ПК(У)-24.В4                                                 | Владеет статистическими методами построения статических и динамических моделей промышленных объектов                                                                    |
|                 |                                                                                                                                                                                                                     | ПК(У)-24.У2                                                 | Умеет применять полученные знания к решению конкретных задач                                                                                                            |
|                 |                                                                                                                                                                                                                     | ПК(У)-24.У4                                                 | Умеет анализировать варианты поиска решения технических задач в условиях неопределенности статистическими методами                                                      |
|                 |                                                                                                                                                                                                                     | ПК(У)-24.32                                                 | Знает основные подходы и методы научных исследований в области профессиональной деятельности                                                                            |
|                 |                                                                                                                                                                                                                     | ПК(У)-24.34                                                 | Знает математический аппарат теории вероятностей и математической статистики                                                                                            |

## 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной части Блока 1 учебного плана образовательной программы.

### 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

| Планируемые результаты обучения по дисциплине |                                                                                                                                                                                    | Компетенция        |
|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| Код                                           | Наименование                                                                                                                                                                       |                    |
| РД-1                                          | Владеть методами, способами и средствами проведения экспериментальных исследований на действующих физических установках.                                                           | ОПК(У)-1, ПК(У)-24 |
| РД-2                                          | Использовать математический аппарат теории вероятностей и математической статистики для обработки результатов экспериментальных исследований, проводимых на физических установках. | ПК(У)-20, ОПК(У)-1 |
| РД -3                                         | Анализировать варианты решения многокритериальных задач с учетом неопределённостей объекта управления статистическими методами.                                                    | ПК(У)-7            |
| РД-4                                          | Определять показатели качества работы систем автоматического управления в режиме их нормального функционирования.                                                                  | ПК(У)-24           |

Оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации представлены в календарном рейтинг-плане дисциплины.

### 4. Структура и содержание дисциплины

#### Основные виды учебной деятельности

| Разделы дисциплины                                                                                                                                           | Формируемый результат обучения по дисциплине | Виды учебной деятельности | Объем времени, ч. |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------|-------------------|
| <b>Раздел (модуль) 1. Введение и общие положения</b>                                                                                                         | РД-2                                         | Лекции                    | 2                 |
|                                                                                                                                                              |                                              |                           |                   |
|                                                                                                                                                              |                                              |                           |                   |
|                                                                                                                                                              |                                              | Самостоятельная работа    | 2                 |
| <b>Раздел (модуль) 2. Основные характеристики случайных величин, систем случайных величин, случайных процессов</b>                                           | РД-2                                         | Лекции                    | 4                 |
|                                                                                                                                                              |                                              | Лабораторные занятия      | 2                 |
|                                                                                                                                                              |                                              |                           |                   |
|                                                                                                                                                              |                                              | Самостоятельная работа    | 12                |
| <b>Раздел (модуль) 3. Экспериментальное определение оценок статистических характеристик случайных величин, систем случайных величин, случайных процессов</b> | РД-1                                         | Лекции                    | 4                 |
|                                                                                                                                                              |                                              | Лабораторные занятия      | 6                 |
|                                                                                                                                                              |                                              |                           |                   |
|                                                                                                                                                              |                                              | Самостоятельная работа    | 20                |
| <b>Раздел (модуль) 4. Определение значений величин и показателей контролируемого объекта</b>                                                                 | РД-4                                         | Лекции                    | 2                 |
|                                                                                                                                                              |                                              | Лабораторные занятия      | 4                 |
|                                                                                                                                                              |                                              |                           |                   |
|                                                                                                                                                              |                                              | Самостоятельная работа    | 14                |
| <b>Раздел (модуль) 5. Статистические методы построения динамических моделей промышленных объектов</b>                                                        | РД-3<br>РД-4                                 | Лекции                    | 4                 |
|                                                                                                                                                              |                                              | Лабораторные занятия      | 4                 |
|                                                                                                                                                              |                                              |                           |                   |
|                                                                                                                                                              |                                              | Самостоятельная работа    | 16                |
| <b>Раздел (модуль) 6.</b>                                                                                                                                    | РД-3                                         | Лекции                    | 6                 |

|                                                                            |      |                        |    |
|----------------------------------------------------------------------------|------|------------------------|----|
| Статистические методы планирования экспериментов                           |      | Лабораторные занятия   | 8  |
|                                                                            |      |                        |    |
| Раздел (модуль) 7. Случайные процессы в автоматических системах управления | РД-4 | Самостоятельная работа | 30 |
|                                                                            |      | Лекции                 | 2  |
|                                                                            |      |                        |    |
|                                                                            |      | Самостоятельная работа | 2  |

Содержание разделов дисциплины:

**Раздел 1. Введение и общие положения – 2 часа.**

Доказывается эффективность применения статистических методов (теории вероятностей, элементов математической статистики, статистических методов планирования экспериментов) при анализе и синтезе систем автоматического контроля и управления технологическими процессами.

**Темы лекций:**

1. Основные задачи контроля и управления, решаемые статистическими методами. Статистические модели.

**Раздел 2. Основные характеристики случайных величин, систем случайных величин, случайных процессов – 4 часа**

Даются понятия случайной величины, вероятности события, законов распределения случайных величин их числовых характеристик.

Рассматривается стохастическая зависимость между случайными величинами; понятия корреляции и регрессии: корреляционного отношения, коэффициента корреляции, корреляционного момента; уравнения регрессии.

Излагаются понятия случайной функции, случайного процесса, характеристик случайных процессов; понятия о стационарном случайном процессе, спектральной плотности стационарного случайного процесса, эргодическом свойстве стационарных случайных процессов.

**Темы лекций:**

1. Основные характеристики случайных величин, систем случайных величин.
2. Основные характеристики случайных процессов

**Названия лабораторных работ:**

1. Оценка законов распределения случайных величин (2 часа).

**Раздел 3. Экспериментальное определение оценок статистических характеристик случайных величин, систем случайных величин, случайных процессов – 4 часов.**

Приводятся понятия: генеральная совокупность, выборка, параметр, оценка параметра, условия, которым должны удовлетворять оценки параметров статистических характеристик, доверительный интервал, доверительная вероятность. Рассматриваются методы определения точечных и интервальных оценок математического ожидания, дисперсии и среднеквадратичного отклонения случайной величины.

Излагаются методы точечной и интервальной оценки коэффициента корреляции, коэффициентов уравнения регрессии, а также методы оценки характеристик случайных процессов: математического ожидания, дисперсии, авто – и взаимнокорреляционных функций, спектральной плотности.

**Темы лекций:**

1. Оценки характеристик случайных величин. Оценки характеристик систем случайных величин.
2. Оценки характеристик случайных процессов.

**Названия лабораторных работ:**

1. Эмпирическая плотность распределения (гистограмма выборки) случайной величины (2 часа).
2. Оценка характеристик систем случайных величин (4 часа).

|                                                                                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Раздел 4. <i>Определение значений величин и показателей контролируемого объекта – 2 часа.</i></b> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Проводится классификация задач определения технологических переменных и показателей контролируемых объектов статистическими методами. Представлены два широко используемых на практике алгоритма фильтрации: скользящего среднего и экспоненциального сглаживания.

**Темы лекций:**

1. Классификация задач определения величин и показателей контролируемого объекта. Фильтрация измеряемых сигналов от помех.

**Названия лабораторных работ:**

1. Оценка автокорреляционной функции случайного процесса. Экспоненциальное сглаживание измеряемого сигнала (4 часов).

|                                                                                                               |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Раздел 5. <i>Статистические методы построения динамических моделей промышленных объектов – 4 часа.</i></b> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Излагаются пассивные методы идентификации, в которых используются случайные естественные колебания входных и выходных сигналов объекта. Задача идентификации при этом состоит в определении структуры модели и оценок коэффициентов в уравнениях, описывающих объект по реализациям входных и выходных переменных, полученных в условиях нормального функционирования объекта.

**Темы лекций:**

1. Классификация способов идентификации с использованием статистических характеристик случайных процессов.
2. Определение весовой функции технологического объекта управления с помощью уравнения Винера-Хопфа.

**Названия лабораторных работ:**

1. Идентификация технологического объекта управления методом численного решения уравнения Винера-Хопфа (4 часа).

|                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Раздел 6. <i>Статистические методы планирования экспериментов – 6 часов.</i></b> |
|-------------------------------------------------------------------------------------|

Рассматриваются статистические методы планирования экспериментальных исследований и обработки их результатов с целью построения регрессионных статистических моделей многомерных промышленных объектов. Здесь представлены описания полного и дробного факторных экспериментов, а также планов второго порядка. Сформулирован алгоритм построения статистической модели исследуемого технологического объекта управления с использованием планов факторных экспериментов.

**Темы лекций:**

1. Статистические методы планирования экспериментов. Факторный эксперимент первого порядка.

2. Дробный факторный эксперимент.
3. Композиционные ортогональные планы второго порядка. Задачи и методы статической оптимизации технологических процессов.

#### **Названия лабораторных работ:**

1. Статистические методы планирования экспериментов. Планы первого порядка (4 часа).
2. Статистические методы планирования экспериментов. Планы второго порядка (4 часа).

|                                                                                    |
|------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Раздел 7. Случайные процессы в автоматических системах управления – 2 часа.</b> |
|------------------------------------------------------------------------------------|

Описываются методы оценки качества работы систем автоматического управления в реальных производственных условиях при помощи статистических характеристик управляемых координат.

#### **Темы лекций:**

1. Оценивание показателей качества САУ с помощью статистических характеристик при действии на систему случайных возмущений.

### **5. Организация самостоятельной работы студентов**

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины (модуля) предусмотрена в следующих видах и формах:

- Работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- Работа в электронном курсе (изучение теоретического материала, выполнение индивидуальных заданий и контролирующих мероприятий и др.);
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Выполнение домашних заданий, расчетно-графических работ и домашних контрольных работ;
- Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям.

### **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

#### **6.1. Учебно-методическое обеспечение**

##### **Основная литература:**

1. Буре, В. М. Теория вероятностей и математическая статистика : учебник / В. М. Буре, Е. М. Парилина. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 416 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/10249> (дата обращения: 17.03.2018). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Статистические методы контроля и управления : учебное пособие / В. Ф. Дядик, С. А. Байдали, Т. А. Байдали; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2011. — URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2012/m266.pdf> (дата обращения: 17.03.2018) — Режим доступа: доступ из корпоративной сети ТПУ. - Текст : электронный.

3. Трухан, А. А. Теория вероятностей в инженерных приложениях : учебное пособие / А. А. Трухан, Г. С. Кудряшев. — 4-е изд., перераб. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 368 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/56613> (дата обращения: 17.03.2018). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

##### **Дополнительная литература:**

1. Геворкян, П. С. Теория вероятностей и математическая статистика : учебное пособие / П. С. Геворкян, А. В. Потемкин, И. М. Эйсымонт. — Москва :

ФИЗМАТЛИТ, 2016. — 176 с. — ISBN 978-5-9221-1682-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/91142> (дата обращения: 06.05.2018). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Дядик, Валерий Феодосиевич. Статистические методы контроля и управления : учебно-методическое пособие / В. Ф. Дядик, С. А. Байдали, Т. А. Байдали; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2013. — URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2014/m009.pdf> (дата обращения: 17.03.2018) — Режим доступа: доступ из корпоративной сети ТПУ. - Текст : электронный.

3. Гусева, Е. Н. Теория вероятностей и математическая статистика : учебное пособие / Е. Н. Гусева. — 6-е изд., стер. — Москва : ФЛИНТА, 2016. — 220 с. — ISBN 978-5-9765-1192-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/86008> (дата обращения: 06.05.2018). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Пикина Г. А., Идентификация объектов управления в теплоэнергетике : учебное пособие / Пикина Г. А. - М. : Издательский дом МЭИ, 2017. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011003.html> (дата обращения: 17.03.2018). - Режим доступа : по подписке.

## **6.2. Информационное и программное обеспечение**

Internet-ресурсы (в т.ч. в средеLMSMOODLE и др. образовательные и библиотечные ресурсы):

1. Электронно-библиотечная система «Лань» - <https://e.lanbook.com/>
2. Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM» - <https://new.znanium.com/>
3. Электронно-библиотечная система «Юрайт» - <https://urait.ru/>
4. Электронно-библиотечная система «Консультант студента» <http://www.studentlibrary.ru/>

**Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы** доступны по ссылке: <https://www.lib.tpu.ru/html/irs-and-pdb>.

Лицензионное программное обеспечение (в соответствии с **Перечнем лицензионного программного обеспечения ТПУ**):

1. Adobe Acrobat Reader DC;
2. Far Manager;
3. Google Chrome;
4. Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic;
5. WinDjView;
6. Zoom Zoom.