

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
 ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
 УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
 «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ  
 УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Директор Инженерной школы  
 ядерных технологий

О. Ю. Долматов

«29» 06 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ПРИЕМ 2018 г.**  
**ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная**

<b>Многомерные статистические методы</b>			
Направление подготовки/ специальность	01.03.02		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Прикладная математика и информатика		
Специализация	Прикладная математика в инженерии		
Уровень образования	Математические и программные средства исследования операций в экономике; Математические средства экономфизики		
Курс	III	семестр	5
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	6		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	32	
	Практические занятия	16	
	Лабораторные занятия	32	
	ВСЕГО	80	
Самостоятельная работа, ч		136	
в т.ч. отдельные виды самостоятельной работы с выделенной промежуточной аттестацией (курсовой проект, курсовая работа)		<b>курсовая работа</b>	
ИТОГО, ч		<b>216</b>	

Вид промежуточной аттестации	Экзамен, Диф. зачет	Обеспечивающее подразделение	ОЭФ ИЯТШ
Руководитель отделения			Лидер А.М.
Руководитель ООП			Крицкий О.Л.
Преподаватель			Шинкеев М.Л.

2020 г.

## 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	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код индикатора	Наименование
ОПК(У)-1	Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	И.ОПК(У)-1.1	Применяет математический аппарат исследования функций, линейной алгебры, дифференциального и интегрального исчисления, рядов, дифференциальных уравнений, теории функций комплексного переменного в инженерной деятельности	ОПК(У)-1.1В3	Владеет математическим аппаратом комплексного и операционного исчисления, дифференциальными уравнениями и рядами для проведения теоретического исследования и моделирования физических и химических процессов и явлений, а также, для решения профессиональных задач
				ОПК(У)-1.1У3	Умеет решать обыкновенные дифференциальные уравнения и их системы, применять аппарат гармонического и комплексного анализа при решении стандартных задач
				ОПК(У)-1.133	Знает основные определения и понятия теории дифференциальных уравнений, рядов, функции комплексного переменного и операционного исчисления
		И.ОПК(У)-1.2	Использует фундаментальный математический аппарат для построения вычислительных схем	ОПК(У)-1.2В1	Владеет математическим аппаратом для проведения теоретического исследования и моделирования естественно-научных процессов и явлений, а также, для решения профессиональных задач
				ОПК(У)-1.2У1	Умеет решать обыкновенные дифференциальные уравнения, применять аппарат математического анализа действительного переменного и комплексного анализа при решении стандартных задач
				ОПК(У)-1.231	Знает основные определения и понятия теории математического анализа, теории функций комплексного переменного и операционного исчисления
ОПК(У)-2	Способен использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач	И.ОПК(У)-2.1	Применяет математический аппарат теории вероятностей и математической статистики в инженерной деятельности	ОПК(У)-2.1В1	Знает основные определения, понятия и методы теории вероятности и математической статистики
				ОПК(У)-2.1У1	Умеет использовать вероятностные и статистические методы для обработки данных
				ОПК(У)-2.131	Владеет аппаратом математической статистики для проведения теоретического исследования и моделирования физических и химических процессов и явлений, а также, для решения профессиональных задач.
		И.ОПК(У)-2.4	Использует особенности организации информационных структур для реализации алгоритмов прикладных задач	ОПК(У)-2.4В1	Владеет навыками исследования и построения алгоритмов, вычислительных моделей и моделей данных
				ОПК(У)-2.4У1	Умеет проводить исследования математических алгоритмов, строить вычислительные модели и модели данных
				ОПК(У)-2.431	Знает методы разработки и исследования алгоритмов, построения вычислительных моделей и моделей данных для решения прикладных задач
И.ОПК(У)-2.5	Использует фундаментальные результаты математических дисциплин для разработки решений задач в области профессиональных интересов	ОПК(У)-2.5В1	Владеет навыками исследования и построения математических моделей и статистических моделей данных		
		ОПК(У)-2.5У1	Умеет проводить исследования математических моделей, умеет строить вычислительные алгоритмы для обработки данных		
		ОПК(У)-2.531	Знает классические фундаментальные методы исследования математических моделей, построения вычислительных моделей и моделей данных в области профессиональных интересов		
ПК(У)-9	Способен понимать,	И.ПК(У)-9.3	Использует математический аппарат	ПК(У)-9.3В1	Владеет опытом применения математического аппарата для решения

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код индикатора	Наименование
	совершенствовать и применять на практике современный естественно-научный аппарат		для освоения и совершенствования используемого формализма		естественно-научных задач
		ПК(У)-9.3У1		Умеет использовать математические методы для исследования математических моделей окружающей действительности	
		ПК(У)-9.331		Знает математический понятийный аппарат и основные математические методы решения естественно-научных задач	

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

Дисциплина «Теория случайных процессов» относится к базовой части Блока 1 учебного плана ООП по направлению 01.03.02 «Прикладная математика и информатика». Дисциплина необходима и обязательна для успешного освоения математических и технических дисциплин. Параллельно с данной дисциплиной могут изучаться дисциплины естественнонаучного цикла, профессионального цикла.

## 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Индикатор достижения компетенции
Код	Наименование	
РД1	Знать: способы описания многомерных выборочных данных, основные принципы и методы нахождения оценок неизвестных параметров многомерных распределений, принципы построения доверительных областей.	И.ОПК(У)-1.1, И.ОПК(У)-1.2
РД2	Знать: методы снижения размерности многомерных признаков: метод главных компонент, факторный анализ, метод канонических корреляций; основные принципы и методы классификации и дискриминации многомерных объектов.	И.ОПК(У)-1.2, И.ОПК(У)-2.4, И.ПК(У)-9.3
РД3	Уметь: находить точечные оценки параметров многомерной совокупности и строить доверительные области для совокупности параметров; проверять гипотезы о законе распределения, числовых характеристиках, независимости, однородности многомерных выборок.	И.ОПК(У)-2.4, И.ОПК(У)-2.5, И.ПК(У)-9.3
РД4	Уметь: выделять главные компоненты и статистически значимо оценивать их число: проводить факторный анализ, оценивать значимость построенной факторной модели; осуществлять классификацию объектов, используя агломеративные и итерационные методы, оценивать качество кластеризации.	И.ОПК(У)-1.1, И.ОПК(У)-1.2, И.ПК(У)-9.3
РД5	Владеть методиками проведения вероятностных расчетов, навыками вычисления основных характеристик, возникающих при проведении вероятностного анализа в практических задачах	И.ОПК(У)-1.2, И.ОПК(У)-2.4

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 1.</b> Многомерное нормальное распределение: оценивание параметров и проверка гипотез	РД1, РД3, РД5	Лекции	<b>8</b>
		Практические занятия	<b>8</b>
		Лабораторные занятия	<b>4</b>
		Самостоятельная работа	<b>32</b>
<b>Раздел 2.</b> Метод главных компонент и факторный анализ	РД2, РД3, РД4, РД5	Лекции	<b>8</b>
		Практические занятия	<b>8</b>
		Лабораторные занятия	<b>4</b>
		Самостоятельная работа	<b>32</b>
<b>Раздел 3.</b> Метод канонических корреляций	РД2, РД3, РД4, РД5	Лекции	<b>4</b>
		Практические занятия	<b>4</b>
		Лабораторные занятия	<b>2</b>
		Самостоятельная работа	<b>20</b>
<b>Раздел 4.</b> Дисперсионный анализ	РД2, РД3, РД4, РД5	Лекции	<b>8</b>
		Практические занятия	<b>8</b>
		Лабораторные занятия	<b>4</b>
		Самостоятельная работа	<b>32</b>
<b>Раздел 5.</b> Кластерный анализ	РД2, РД3, РД4, РД5	Лекции	<b>4</b>
		Практические занятия	<b>4</b>
		Лабораторные занятия	<b>2</b>
		Самостоятельная работа	<b>20</b>

Содержание разделов дисциплины:

**Раздел 1.** Многомерное нормальное распределение: оценивание параметров и проверка гипотез

#### Темы лекций:

1. Многомерное нормальное распределение.
2. Оценивание параметров многомерной нормальной случайной величины (МНСВ), доверительная область для компонент вектора средних МНСВ.
3. Проверка гипотез на основе критерия отношения правдоподобия. Гипотеза о равенстве матриц ковариаций. Гипотеза о равенстве векторов средних. Гипотеза о однородности МНСВ.
4. Проверка гипотез на основе критерия отношения правдоподобия. Гипотеза о независимости МНСВ. Гипотеза о сферичности распределения. Гипотеза о равенстве вектора средних заданному вектору и матрицы ковариаций заданной матрице.

#### Названия лабораторных работ:

1. Построение доверительных областей для вектора средних МНСВ.
2. Генерирование многомерной выборки с заданными свойствами. Проверка гипотез о параметрах МНСВ.

#### Темы практических занятий:

1. Числовые характеристики многомерной выборки, вектор выборочных средних, выборочная ковариационная матрица, свойства выборочных характеристик.
2. Оценивание параметров МНСВ методом максимального правдоподобия.

3. Построение доверительной области для вектора средних многомерной случайной величины.
4. Проверка гипотезы о равенстве вектора средних МНСВ заданному вектору и равенстве векторов средних двух МНСВ на основе точных критериев.

<b>Раздел 2. Многомерное нормальное распределение: оценивание параметров и проверка гипотез</b>
---

**Темы лекций:**

5. Задача снижения размерности многомерного признака. Метод главных компонент, геометрическая интерпретация, построение главных компонент, анализ главных компонент, критерии отбора компонент.
6. Факторный анализ. Метод главных компонент факторного анализа.
7. Каноническая модель факторного анализа. Оценивание параметров канонической модели методом максимального правдоподобия. Итерационная процедура оценивания .
8. Проверка значимости и факторной модели. Задача классификации факторов, вращение факторов. Оценка значений обобщенных факторов методами Бартлетта и Томпсона.

**Названия лабораторных работ:**

3. Метод главных компонент
4. Каноническая модель факторного анализа, метод максимального правдоподобия.

**Темы практических занятий:**

5. Метод главных компонент. Критерии отбора главных компонент.
6. Метод главных компонент в факторном анализе.
7. Канонический факторный анализ, метод максимального правдоподобия.
8. Классификация обобщенных факторов, вращение факторов.

<b>Раздел 3. Метод канонических корреляций</b>
--

**Темы лекций:**

9. Задача корреляционного анализа, приводящая к понятию канонических величин и корреляций. Построение канонических величин, свойства канонических величин и корреляций.
10. Оценивание канонических величин и корреляций. Критерии значимости канонических корреляций.

**Названия лабораторных работ:**

5. Метод канонических корреляций.

**Темы практических занятий:**

9. Построение канонических корреляций, оценка значимости.
10. Оценка извлеченной дисперсии каноническими переменными. Оценка избыточности множеств случайных величин.

<b>Раздел 4. Дисперсионный анализ</b>
---------------------------------------

**Темы лекций:**

11. Однофакторный дисперсионный анализ. Анализ линейной модели дисперсионного анализа.
12. Двухфакторный дисперсионный анализ. Разложения сумм квадратов для несбалансированных планов.
13. Дисперсионный анализ повторных измерений.
14. Множественные сравнения средних в дисперсионном анализе.

**Названия лабораторных работ:**

6. Однофакторный дисперсионный анализ на основе линейной модели.
7. Двухфакторный дисперсионный анализ на основе линейной модели.

**Темы практических занятий:**

11. Построение матрицы линейной модели многофакторного дисперсионного анализа для основных принятых ограничений на параметры модели.
12. Проверка гипотез о значимости эффектов факторов в многофакторной модели.
13. Проверка произвольных линейных гипотез о параметрах многофакторной модели.
14. Множественные сравнения средних, критерии Фишера, Бонферрони, Шеффе.

<b>Раздел 5. Кластерный анализ</b>
------------------------------------

**Темы лекций:**

15. Задача кластеризации, меры близости многомерных объектов. Иерархические агломеративные методы кластеризации.
16. Итеративные методы кластеризации. Оценка качества кластеризации.

**Названия лабораторных работ:**

8. Итеративные методы кластеризации, оценка качества кластеризации.

**Темы практических занятий:**

15. Методы одиночной, полной, средней связи, центроидный метод, метод Уорда.
16. Оценка качества кластеризации при заданном числе кластеров.

**Тематика курсовых работ:**

1. Исследование рынка вторичного жилья в Кировском районе города Томска методами дисперсионного анализа.
2. Исследование рынка вторичного жилья в Ленинском районе города Томска методами дисперсионного анализа.
3. Исследование рынка вторичного жилья в Советском районе города Томска методами дисперсионного анализа.
4. Исследование рынка вторичного жилья в Октябрьском районе города Томска методами дисперсионного анализа.
5. Факторный анализ доходностей акций фармацевтических компаний, входящих в индекс S&P 500.
6. Факторный анализ доходностей акций компаний банковского сектора, входящих в индекс S&P 500.
7. Факторный анализ доходностей акций компаний, входящих в индекс S&P 500 (сектор медоборудование и сервис).
8. Факторный анализ доходностей акций компаний, входящих в индекс S&P 500 (сектор

- программное обеспечение и услуги).
9. Факторный анализ доходностей акций компаний, входящих в индекс S&P 500 (сектор недвижимость и страхование).
  10. Факторный анализ доходностей акций компаний, входящих в индекс S&P 500 (сектор полупроводники).
  11. Факторный анализ доходностей акций компаний банковского сектора, входящих в индекс S&P 500.
  12. Моделирование многомерного распределения доходностей совокупности акций предприятий нефте-газодобывающего сектора России.
  13. Моделирование многомерного распределения доходностей совокупности акций предприятий банковского сектора России.
  14. Кластерный анализ предприятий пищевой промышленности России на основе данных бухгалтерской отчетности.
  15. Статистический анализ производственных показателей предприятий пищевой промышленности России различных форм собственности.

Методические указания по выполнению работ доступны на персональной странице

<https://portal.tpu.ru/SHARED/s/SCHINKEEV/UMM>

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

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

- Работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Выполнение курсовой работы;
- Поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- Перевод текстов с иностранных языков;
- Исследовательская работа и участие в научных конференциях, семинарах и студенческих олимпиадах;
- Анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям.

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

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

#### **Основная литература:**

1. Айвазян, Сергей Артемьевич. Прикладная статистика Основы эконометрики Учебник: В 2-х т.: . — 2-е изд., испр. . — М. : ЮНИТИ-ДАНА , 2001- Т. 2.: Основы эконометрики . — 2001. — 432 с.: ил.. — Библиогр.: с. 426-427. — Алф.-предм. указ.: с. 428-432.. — ISBN 5-238-00305-6.

#### **URL:**

<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C41818>

2. Дубров, Абрам Моисеевич. Многомерные статистические методы : учебник для экономистов и менеджеров / А. М. Дубров, В. С. Мхитарян, Л. И. Трошин. — Москва: Финансы и статистика, 1998. — 350 с.. — ISBN 5279019453.

#### **URL:**

<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C9081>

3. Многомерный статистический анализ в экономике : учебное пособие / Л. А. Сошникова [и др.]; под ред. В. Н. Тамашевича. — Москва: ЮНИТИ, 1999. — 598 с. — ISBN 5238000995.

**URL:**

<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C13344>

**Дополнительная литература:**

1. Кендалл (Кендэл), Морис. Многомерный статистический анализ и временные ряды : пер. с англ. / М. Кендалл (Кендэл), А. Стьюарт. — Москва: Наука, 1976. — 736 с.: ил. — Библиогр.: с. 700-722. — Указатель: с. 723-736.

**URL:**

<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C39679>

2. Айвазян, Сергей Артемьевич. Прикладная статистика в задачах и упражнениях : учебник / С. А. Айвазян, В. С. Мхитарян. — Москва: ЮНИТИ-ДАНА, 2001. — 270 с. — Тасис. — ISBN 5-238-00303-X.

**URL:**

<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C123174>

## 6.2. Информационное и программное обеспечение

Internet-ресурсы (в т.ч. в среде LMS MOODLE и др. образовательные и библиотечные ресурсы):

1. <https://portal.tpu.ru/SHARED/s/SCHINKEEV/UMM> - персональный сайт преподавателя дисциплины М.Л. Шинкеева

## 7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

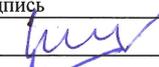
В учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование для практических и лабораторных занятий:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс) 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2, учебный корпус 10, аудитория 427-А	Комплект оборудования для проведения лекционных, практических и лабораторных занятий по основным разделам Математики (Дифференциальные уравнения, Теория вероятностей, Математическая статистика, Алгебра и геометрия, Функциональный анализ и др.), курсов вариативной части (Страхование и актуарные расчеты, Численные методы, Многомерные статистические методы, Теория случайных процессов и др.) и программированию: <ul style="list-style-type: none"> <li>– Доска аудиторная настенная - 1 шт.;</li> <li>– Шкаф для одежды - 1 шт.;</li> <li>– Шкаф для документов - 1 шт.;</li> <li>– Комплект учебной мебели на 10 посадочных мест;</li> <li>– Компьютер - 11 шт.;</li> <li>– Acrobat Reader DC and Runtime Software Distribution Agreement;</li> <li>– Visual C++ Redistributable Package;</li> <li>– Mozilla Public License 2.0;</li> <li>– GNU Lesser General Public License 3;</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- GNU Affero General Public License 3;</li> <li>- Chrome;</li> <li>- Berkeley Software Distribution License 2-Clause.</li> </ul>
--	--	---

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики ООП ТПУ по направлению 01.03.02 «Прикладная математика и информатика» профиля «Прикладная математика в инженерии» (приема 2018 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	Подпись	ФИО
Доцент ОЭФ ИЯТШ		Крицкий Олег Леонидович
Доцент ОЭФ ИЯТШ		Лисок Александр Леонидович
Ст. преподаватель ОЭФ ИЯТШ		Бельснер Ольга Александровна

Программа одобрена на заседании отделения Экспериментальной физики (протокол № 3 от «14» июня 2018 г.).

Заведующий кафедрой - руководитель отделения ОЭФ  
на правах кафедры, д.т.н, профессор

 /Лидер А.М./