

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИИПЭ

Матвеев А.С.

«26» июня 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2020 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Дополнительные главы математики

Направление подготовки/ специальность	13.04.02 Электроэнергетика и электротехника		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Управление режимами электроэнергетических систем		
Специализация	Управление режимами электроэнергетических систем		
Уровень образования	высшее образование - магистратура		
Курс	1	семестр	1
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	6		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	24	
	Практические занятия	40	
	Лабораторные занятия	-	
	ВСЕГО	64	
Самостоятельная работа, ч		152	
ИТОГО, ч		216	

Вид промежуточной
аттестации

Экзамен

Обеспечивающее
подразделение

ОЭЭ

И.о. заведующего кафедрой -
руководителя ОЭЭ
на правах кафедры
Руководитель ООП
Преподаватель

Ивашутенко А.С.

Прохоров А.В.

Васильев А.С.

2020 г.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 5.4 Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
УК(У)-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	И.УК(У)-1.1	Выявляет причинно-следственные связи и анализирует объект как систему	УК(У)-1.1В1	Владеет: методами установления причинно-следственных связей и определения наиболее значимых среди них
				УК(У)-1.1У1	Умеет: выявлять связи между компонентами сложного объекта и анализировать его поведение как единого целого
				УК(У)-1.1З1	Знает: процедуры критического анализа, методики анализа результатов исследования
		И.УК(У)-1.2	Ставит цели и принимает обоснованные решения для их достижения	УК(У)-1.2У2	Умеет: принимать обоснованные решения для достижения поставленной цели
ОПК(У)-1	Способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать критерии оценки	И.ОПК(У)-1.1	Осваивает и применяет на практике научные принципы и методы исследования	ОПК(У)-1.1У1	Умеет: самостоятельно осваивать новые научные принципы и методы исследования
				ОПК(У)-1.1З1	Знает: научные принципы и методы исследований
		И.ОПК(У)-1.2	Применяет на практике современные технологии сбора, обработки и интерпретации данных	ОПК(У)-1.2У2	Умеет: применять на практике современные технологии сбора, обработки и интерпретации данных
				ОПК(У)-1.2З2	Знает: технологии сбора, обработки и интерпретации данных
ОПК(У)-2	Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	И.ОПК(У)-2.1	Анализирует профессиональную информацию, выделяет в ней главное, формулирует выводы и рекомендации по ее использованию	ОПК(У)-2.1У1	Умеет: осуществлять поиск и анализ профессиональной информации, выделять в ней главное, обосновывать выводы
		И.ОПК(У)-2.2	Структурирует и оформляет результаты анализа профессиональной информации	ОПК(У)-2.2В1	Владеет: опытом подготовки отчетов и презентаций по итогам анализа профессиональной информации
ДОПК(У)-1	Способен самостоятельно приобретать,	И.ДОПК(У)-1.1	Самостоятельно приобретает, развивает и применяет	ДОПК(У)-1.1У1	Умеет: самостоятельно приобретать и развивать математические,

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
	развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте		математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для в контексте решаемой задачи		естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания в контексте решаемой задачи
				ДОПК(У)-1.131	Знает: математические, естественнонаучные и социально-экономические методы для использования в профессиональной деятельности
		И.ДОПК(У)-1.2	Решает нестандартные профессиональные задачи, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте, с применением математических, естественнонаучных социально-экономических и профессиональных знаний	ДОПК(У)-1.2В1	Владеет: прикладным программным обеспечением для технических вычислений и решения нестандартных задач
				ДОПК(У)-1.2У2	Умеет: решать нестандартные профессиональные задачи, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте, с применением математических, естественнонаучных социально-экономических и профессиональных знаний
ПК(У)-1	Способен обосновано применять математические модели, численные методы и отраслевые методические указания для решения задач расчета установившихся режимов и переходных процессов в электроэнергетических системах	И.ПК(У)-1.2	Применяет математические модели, численные методы и отраслевые методические указания для решения задач расчета установившихся режимов и переходных процессов в электроэнергетических системах	ПК(У)-1.2У3	Умеет: обосновывать выбор математических моделей, численных методов и методик расчета установившихся режимов и переходных процессов в электроэнергетических системах в контексте решаемой задачи

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к базовой 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		Индикатор достижения компетенции
Код	Наименование	
РД 1	Анализировать объект исследования как систему с применением математических методов (методов математической статистики, корреляционного и регрессионного анализа, спектрального анализа, дифференциального анализа) и выделять наиболее значимые взаимосвязи и зависимости.	И.УК(У)-1.1
РД 2	Проводить оценку эффективности и оптимизацию алгоритмов решения профессиональных задач с позиции применяемых математических методов и логической структуры алгоритма.	И.УК(У)-1.2
РД 3	Осваивать и применять на практике методы моделирования, структурно-функциональный и системный подходы для исследования объектов профессиональной области.	И.ОПК(У)-1.1
РД 4	Применять математические методы для идентификации параметров систем по данным измерений.	И.ОПК(У)-1.2
РД 5	Анализировать техническую (профессиональную) информацию и выделять в ней составляющие значимые для построения математических моделей объекта исследования, решения задач идентификации, прогнозирования и управления его свойствами и состоянием.	И.ОПК(У)-2.1
РД 6	Разрабатывать отчеты по результатам анализа профессиональной информации и проведенных исследований.	И.ОПК(У)-2.2
РД 7	Самостоятельно приобретать новые и развивать имеющиеся математические, естественнонаучные и профессиональные знания, опираясь на знание и опыт применения основных математических методов теории вероятностей, математической статистики, регрессионного, спектрального и дифференциального анализа.	И.ДОПК(У)-1.1
РД 8	Применять инженерное математическое программное обеспечение для создания моделей и анализа сложных динамических и недетерминированных процессов и систем	И.ДОПК(У)-1.2
РД 9	Обоснованно выбирать математические методы для анализа свойств системы основываясь на поиске компромисса между точностью и скоростью получения результата.	И.ПК(У)-1.2

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 ¹	Объем времени, ч.
Раздел (модуль) 1. Теория вероятностей и математическая статистика в задачах надежности технических устройств	РД 1, РД 2 РД 3, РД 4, РД 5, РД 6, РД 7, РД 8, РД 9	Лекции	3
		Практические занятия	8
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	30
Раздел (модуль) 2. Функциональные и статистические взаимосвязи величин	РД 1, РД 2, РД 3, РД 4, РД 5, РД 6, РД 7, РД 8, РД 9	Лекции	3
		Практические занятия	10
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	30
Раздел (модуль) 3. Спектральные преобразования и гармонический анализ сигналов	РД 1, РД 2, РД 3, РД 4, РД 5, РД 6, РД 7, РД 8, РД 9	Лекции	6
		Практические занятия	8
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	30
Раздел (модуль) 4. Дифференциальные уравнения	РД 1, РД 2, РД 3, РД 4, РД 5, РД 6, РД 7, РД 8, РД 9	Лекции	8
		Практические занятия	8
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	30
Раздел (модуль) 5. Методы оптимизации	РД 1, РД 2, РД 4, РД 5, РД 6, РД 7, РД 8, РД 9	Лекции	4
		Практические занятия	6
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	32

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Теория вероятностей и математическая статистика в задачах надежности технических устройств

В модуле рассматриваются общие понятия теории вероятностей, алгебра событий, аксиомы и свойства теории вероятностей, одномерные случайные величины, свойства функций распределений случайных величин, основные термины и определения теории надежности, количественные характеристики надёжности, периоды работы технических устройств, законы распределения отказов, понятия математической статистики. Особое внимание уделяется методам и алгоритмам анализа сложных технических устройств и систем, с точки зрения их надежности: составлению логической схемы устройства, определению количественных характеристик надежности, описанию методом моделирования случайных величин с применением законов их распределения, проведению точечных оценок статистических выборок, и критериальной проверке гипотез.

Темы лекций:

1. Элементы теории вероятностей (1 час).
2. Математические основы теории надежности (1 час).
3. Законы распределения отказов технических устройств (1 час).

¹ Общая трудоёмкость контактной работы и виды контактной работы в соответствии учебным планом

Темы практических занятий:

1. Прогнозирование надежности асинхронных электрических машин (Часть 1 особенности применения математического аппарата и его реализация в программном комплексе MathCad).
2. Прогнозирование надежности асинхронных электрических машин (Часть 2 Прогнозирование на основе модели с определением параметров по данным эксперимента).

Раздел 2. Функциональные и статистические взаимосвязи величин
--

В модуле рассматриваются общие понятия взаимосвязей и зависимостей величин, корреляционного и регрессионного анализа, интерполяции. Особое внимание уделяется постановкам задач методам и алгоритмам их решения, в частности нахождению значимых взаимосвязей величин и определению функциональных зависимостей величин.

Темы лекций:

4. Корреляционный анализ (1 час).
5. Регрессионный анализ (1 час).
6. Интерполяция (1 час).

Темы практических занятий:

3. Идентификация параметров динамического объекта методом наименьших квадратов (Часть 1 Особенности применения математического аппарата и его реализация в программном комплексе MathCad).
4. Идентификация параметров динамического объекта методом наименьших квадратов (Часть 2 Самостоятельное решения задачи для заданных условий, в общем виде для неопределенных исходных данных).
5. Идентификация параметров динамического объекта методом наименьших квадратов (Часть 3 Оценка предложенных решений других студентов группы).
6. Идентификация параметров динамического объекта методом наименьших квадратов (Часть 4 Идентификация параметров динамического объекта при заданных условиях по данным эксперимента, с применением своего алгоритма или алгоритма, заданного преподавателем).

Раздел 3. Спектральные преобразования и гармонический анализ сигналов
--

В модуле рассматриваются основные понятия о сигнале его типы и методы обработки, с использованием спектральных преобразований. Особое внимание уделяется методам и алгоритмам анализа периодических аналоговых и дискретных сигналов, а также непериодических сигналов с конечной энергией, затрагивается вопрос преобразования Лапласа как основы операционного исчисления.

Темы лекций:

7. Основные понятия о сигнале (1 час).
8. Преобразование Фурье (1 час).
9. Непрерывные спектральные преобразования (1 час).
10. Свойства преобразований Фурье (1 час).
11. Оконное преобразование Фурье и Вейвлет-преобразование (2 часа).

Темы практических занятий:

7. Анализ несинусоидальных процессов в линейной динамической системе методом разложения в ряд Фурье (Часть 1 Особенности применения математического

аппарата и его реализация в программном комплексе MathCad).

8. Исследование несинусоидальных процессов в линейной динамической системе методом разложения в ряд Фурье (Часть 2 Анализ заданной линейной динамической системы по неполным данным измерения).

Раздел 4. Дифференциальные уравнения

В модуле рассматриваются вопросы аналитического решения дифференциальных уравнений, решения линейных дифференциальных уравнений в операторном пространстве, численные методы решения, основные понятия жесткости математических моделей систем, шаге интегрирования, ошибках решения. Особое внимание уделяется описанию динамических систем дифференциальными уравнениями с целью анализа их поведения, что требует понимания физических процессов и основных вопросов дифференциального и интегрального исчисления, а также методам и алгоритмам решения уравнений и систем дифференциальных уравнения, в зависимости от их вида. Рассматривается решение дифференциальных уравнений методом пространства состояний.

Темы лекций:

12. Аналитические методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений (2 часа).
13. Применения операционного исчисления для решения линейных дифференциальных уравнений (2 часа).
14. Численные методы решения дифференциальных уравнений (1 час).
15. Явные методы решения дифференциальных уравнений (1 час).
16. Анализ автономной динамической системы в пространстве состояний (8 час).

Темы практических занятий:

9. Интерполяция функций и динамика нелинейных систем (Часть 1 Особенности применения математического аппарата интерполяции и численных методов решения дифференциальных уравнений и его реализация в программном комплексе MathCad).
10. Интерполяция функций и динамика нелинейных систем (Часть 2 Моделирование динамических процессов в электромагнитной системе с учетом нелинейности характеристики намагничивания магнитопровода)

Раздел 5. Методы оптимизации

В модуле рассматривается общая постановка задачи оптимизации, понятия глобального, локального экстремумов, поверхности уровня и градиента функции, аналитические и численные методы поиска условного и безусловного экстремумов.

Темы лекций:

17. Основные понятия оптимизации (1 час).
18. Аналитические методы оптимизации (1 час).
19. Численные методы оптимизации (2 часа).

Темы практических занятий:

11. Расчет установившегося режима работы электроэнергетической системы (Часть 1 Особенности применения математического аппарата оптимизации и его реализация в программном комплексе MathCad).
12. Расчет установившегося режима работы электроэнергетической системы (Часть 2).

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.);
- Выполнение домашних заданий;
- Подготовка к практическим занятиям;
- Исследовательская работа и участие в научных студенческих конференциях;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература:

1. Крицкий О.Л. Теория вероятностей и математическая статистика для технических университетов: учебное пособие / О. Л. Крицкий, А. А. Михальчук, А. Ю. Трифонов, М. Л. Шинкеев. — Томск: Изд-во ТПУ, 2014 Ч. 1: Теория вероятностей. — 2014. — 2013 с. — URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2015/m139.pdf> (дата обращения: 04.06.2020) Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. — Текст: электронный.
2. Казаков С.П. Теория вероятностей, случайные процессы и математическая статистика: учебное пособие / С.П. Казаков. — Томск: Изд-во ТПУ. — 2010. — 109 с. — URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2011/m310.pdf> (дата обращения: 04.06.2020) Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. — Текст: электронный.
3. Молдованова Е.А. Ряды и комплексный анализ: учебное пособие / Е.А. Молдованова, А.Н. Харлова, В.В. Ласуков. — Томск: Изд-во ТПУ. — 2009. Ч. 1: Ряды. — 2009. — 110 с. — URL: <https://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2009/m63.pdf> (дата обращения: 04.06.2020) Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. — Текст: электронный.
4. Бибииков, Ю. Н. Курс обыкновенных дифференциальных уравнений: учебное пособие / Ю. Н. Бибииков. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2011. — 304 с. — ISBN 978-5-8114-1176-4. — Текст : электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/1542> (дата обращения: 04.06.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Ласуков В.В. Вычислительная математика для специалистов наукоемких, высокотехнологичных инновационных предприятий и организаций: учебное пособие / В. В. Ласуков, С. В. Рожкова; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2011. — 80 с. — URL: <https://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2012/m55.pdf> (дата обращения: 04.06.2020) Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. — Текст: электронный.

Дополнительная литература:

1. Мышкис, А. Д. Математика для технических ВУЗов. Специальные курсы: учебное пособие / А. Д. Мышкис. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань. — 2009. — 640 с. — ISBN 978-5-8114-0395-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/282> (дата обращения: 04.06.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Яковенко П.Г. Моделирование систем: учебное пособие / П. Г. Яковенко. — Томск: Изд-во ТПУ. — 2011. — 108 с. — URL: <https://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2011/m214.pdf> (дата обращения: 04.06.2020) Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. — Текст: электронный.

3. Гмурман, Владимир Ефимович. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике: учебное пособие для бакалавров / В. Е. Гмурман. — 11-е изд. — Москва: Юрайт, 2013. — 404 с. — Электронные учебники издательства Юрайт. — URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2013/FN/fn-2433.pdf> (дата обращения: 04.06.2020) Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. — Текст: электронный.
4. Ермолин, Н. П. Надежность электрических машин / Н. П. Ермолин, И. П. Жерихин. — Ленинград: Энергия, 1976. — 248 с.: ил. - Текст : непосредственный 13 экз.
5. Теория надежности радиоэлектронных систем в примерах и задачах: учебное пособие / под ред. Г. В. Дружинина. — Москва: Энергия, 1976. — 448 с. — Текст: непосредственный 17 экз.
6. Стукач, О. В. Программный комплекс Statistica в решении задач управления качеством: учебное пособие / О. В. Стукач. — Томск: Изд-во ТПУ, 2011. — 163 с. — URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2011/m426.pdf> (дата обращения: 04.06.2020) Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. — Текст: электронный.
7. Кочегуров, А. И. Теория и реализация задач вычислительной математики в пакете MathCad: учебное пособие / А. И. Кочегуров, Е. А. Кочегурова. — Томск: Изд-во ТПУ, 2013. — URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2014/m113.pdf> (дата обращения: 04.06.2020) Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. — Текст: электронный.
8. Мальцева, О. П. Численные методы в электротехнике: Компьютерный лабораторный практикум / О. П. Мальцева, Н. В. Кояин, Л. С. Удуг. — Томск: Изд-во ТПУ, 2003. — 99 с.: ил. — Текст: непосредственный 38 экз.
9. Пантелеев, А. В. Обыкновенные дифференциальные уравнения в примерах и задачах: учебное пособие / А. В. Пантелеев, А. С. Якимов, А. В. Босов. — Москва: Высшая школа, 2001. — 376 с.: ил. — Текст: непосредственный 29 экз.
10. Якимов, Е. В. Цифровая обработка сигналов: учебное пособие / Е. В. Якимов, Г. В. Вавилова, И. А. Клубович. — Томск: Изд-во ТПУ, 2008. — 307 с. — URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2010/m269.pdf> (дата обращения: 04.06.2020) Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. — Текст: электронный.

6.2. Информационное и программное обеспечение

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

1. Электронный образовательный ресурс в среде LMS MOODLE <https://stud.lms.tpu.ru/course/view.php?id=555>
2. PTC Mathcad 15 <https://appserver01.main.tpu.ru/RDWeb/Pages/>
3. MathWorks MATLAB <https://appserver01.main.tpu.ru/RDWeb/Pages/>
4. Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы доступны по ссылке: <https://www.lib.tpu.ru/html/irs-and-pdb>
5. Полнотекстовые и реферативные базы данных для студентов и сотрудников ТПУ: <https://www.lib.tpu.ru/html/full-text-db>

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

1. Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic
2. Document Foundation Libre Office

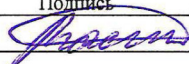
7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины (заполняется при наличии)

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) 634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7 249	Компьютер - 19 шт., Экран Limien Master Control «LMC-100114» - 1 шт., Видеостена - 1 шт., проектор – 1 шт. Доска аудиторная настенная - 1 шт., шкаф для документов - 1 шт., полка - 2 шт., комплект учебной мебели на 15 посадочных мест.
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс) 634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7 221	Компьютер – 20 шт., видеопроектор - 1 шт., звуковая система - 1 шт. Доска аудиторная настенная - 1 шт., тумба подкатная - 3 шт., комплект учебной мебели на 15 посадочных мест.

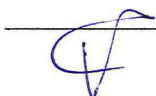
Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики основной образовательной программы по направлению 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, специализация «Управление режимами электроэнергетических» систем (приема 2020 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	Подпись	ФИО
Доцент ОЭЭ ИШЭ		Васильев А.С.

Программа одобрена на заседании Отделения электроэнергетики и электротехники Инженерной школы энергетики (протокол от «25» июня 2020 г. № 6).

И.о. заведующего кафедрой -
руководитель ОЭЭ на правах кафедры
к. т. н, доцент

 А.С. Ивашутенко