

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»

**СОГЛАСОВАНО**

Декан ЭФ

В.И. Полищук

## **Рабочая программа дисциплины**

Код и наименование дисциплины: **Б1.В.1 «Оптимизация безопасности электроустановок»**

Код и наименование направления подготовки (специальности): **13.04.02  
Электроэнергетика и электротехника**

Направленность (профиль, специализация): **Электротехнологии и электрооборудование в агропромышленном комплексе**

Статус дисциплины: **часть, формируемая участниками образовательных отношений**

Форма обучения: **очная**

<b>Статус</b>	<b>Должность</b>	<b>И.О. Фамилия</b>
Разработал	профессор	О.Н. Дробязко
Согласовал	Зав. кафедрой «ЭПБ»	Б.С. Компанеец
	руководитель направленности (профиля) программы	Б.С. Компанеец

г. Барнаул

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Содержание компетенции	Индикатор	Содержание индикатора
ПК-1	Способен осуществлять анализ состояния и динамики показателей качества объектов деятельности с использованием необходимых методов и средств исследований	ПК-1.1	Применяет методы анализа состояния и динамики показателей качества объектов профессиональной деятельности

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплины (практики), предшествующие изучению дисциплины, результаты освоения которых необходимы для освоения данной дисциплины.	Технические системы обеспечения безопасности электроустановок
Дисциплины (практики), для которых результаты освоения данной дисциплины будут необходимы, как входные знания, умения и владения для их изучения.	Научно-исследовательская работа, Теория и практика инженерного исследования, Технологии автоматизированного решения прикладных задач электроэнергетики

## 3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося

Общий объем дисциплины в з.е. /час: 4 / 144

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Форма обучения	Виды занятий, их трудоемкость (час.)				Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (час)
	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа	
очная	32	0	16	96	57

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

Форма обучения: очная

Семестр: 2

## **Лекционные занятия (32ч.)**

- 1. Понятие опасности общего вида. Представление опасности в виде системы из двух элементов {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[1,3]**  
Характеристика ноксологии. Системное представление опасности в виде взаимодействующих источника опасности и объекта опасности. Описание их взаимодействия во времени. Методы анализа состояния и динамики показателей качества объектов электроэнергетики.
- 2. Понятие безопасности общего вида. Представление безопасности в виде системы из трех компонентов. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[1,3]**  
Системное представление безопасности в виде системы из трех взаимодействующих компонентов. Выделение системы обеспечения безопасности или системы защиты, находящейся "между" источником опасности и объектом защиты. Невозможность обеспечения полной безопасности. Остаточная опасность. Методы анализа состояния и динамики показателей качества объектов электроэнергетики.
- 3. Подход к оптимизации систем обеспечения безопасности с учетом их пространственной локализации и функциональности {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[1,3,6]**  
Индивидуальная и коллективная защита. Защита в помещении (на объекте). Одушевленные и неодушевленные объекты защиты. Экономическая постановка задачи оптимизации системы обеспечения безопасности. Однофункциональные и многофункциональные СБЭ. Приведенные затраты на СБЭ и ущербы. Экономический показатель. Минимизация экономического показателя. Постановки задач оптимизации СБЭ с учетом ограничений. Оптимизация многофункциональных СБЭ. Методы анализа состояния и динамики показателей качества объектов электроэнергетики.
- 4. Характеристики электроустановок как источников опасности. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[1,4]**  
Связь понятий "электроустановка" и "электрооборудование". Электроустановка как совокупность связанных единиц электрооборудования. Многозначность понятий "электроприемник" и "потребитель электрической энергии". Части электроустановок, три уровня детализации электроустановок. Методы анализа состояния и динамики показателей качества объектов электроэнергетики.
- 5. Перечень опасностей электроустановок в форме перечня систем "электроустановка-объект опасности" {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[1,3,4,6]**  
Перечни опасностей электроустановок, приводимые в стандартах на электроустановки. Перечни опасностей электроустановок, приводимые в других источниках. Общий перечень опасностей (семь позиций). Учет воздействий и материального ущерба. Методы анализа состояния и динамики показателей качества объектов электроэнергетики.
- 6. Характеристики и виды систем обеспечения безопасности электроустановок {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[1,4,6]**  
Функциональность и локализация СБЭ.

Однофункциональные системы и многофункциональные системы. Объекты защиты.

Иерархический характер локализации СБЭ.

Однофункциональные системы: СОЭБ, СОЭБЭМП, СОПБ, СОЭБЖ.

Методы анализа состояния и динамики показателей качества объектов электроэнергетики.

**7. Состав, структура и объекты защиты систем обеспечения электробезопасности {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[1,4,6]**  
Элементы СОЭБ. Описание элементов СОЭБ как действий и как материальных объектов. Технические реализации способов защиты.

Виды (сферы) взаимодействия людей и электроустановок. Их влияние на состав СОЭБ,. Пользователи электроустановок (неэлектротехнический персонал) и электротехнический персонал. Организационные и организационно-технические мероприятия. ПАУ-системы электрической защиты. Методы анализа состояния и динамики показателей качества объектов электроэнергетики.

**8. Оценка эффективности СОЭБ с помощью показателей эффективности. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (1ч.)[4,6]** Частота электропоражений. Остаточные вероятности электропоражений. Вектор вероятностей электропоражений. Средняя вероятность электропоражения, математическое ожидание числа электропоражений. Методы анализа состояния и динамики показателей качества объектов электроэнергетики.

**9. Использование понятия "риск" при моделировании и оптимизации СОБЭ {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[1,3,8]** Три смысла понятия "риск".

Трудности прогнозирования величины ущерба.

Методы анализа состояния и динамики показателей качества объектов электроэнергетики.

**10. Необходимость математического моделирования систем обеспечения безопасности электроустановок {лекция с разбором конкретных ситуаций} (1ч.)[1,5,6]** Задача проектирования системы обеспечения безопасности электроустановок. Выполнение условий работоспособности (нахождение допустимого варианта системы).

Оптимальное проектирование. Необходимость сравнения показателей эффективности для нахождения оптимальной системы.

Определение показателей эффективности различных вариантов системы на основе математического моделирования. Методы анализа состояния и динамики показателей качества объектов электроэнергетики.

**11. Использование теории вероятностей при моделировании опасностей электроустановок и процесса функционирования СБЭ {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[5,6]** Схемы описания случайных явлений.

Случайные события и вероятности случайных событий. Алгебра событий, сумма и произведение событий.

Вероятность события. Подсчет вероятности суммы событий и произведения

событий.

Возможность вычисления производных событий на основе вероятностей исходных (элементарных) событий. Методы анализа состояния и динамики показателей качества объектов электроэнергетики.

## **12. Общая характеристика моделирования СОБЭ с помощью построения деревьев происшествий.**

**Недостатки метода. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[1,7]** Логико-вероятностное моделирование. Дерево происшествий.

Смысл и изображения случайных событий. Смысл и изображение логических связей.

Структура дерева происшествий.

Примеры. Определение вероятностей головного события.

Недостатки метода.

Методы анализа состояния и динамики показателей качества объектов электроэнергетики.

**13. Метод учета токовременных факторов при оценке условной вероятности электропоражения человека, попавшего под напряжение {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[4,6]** Варианты попадания человека под напряжения, пути тока через тело человека. Расчетные формулы для определения величины тока. Проблема определения компонентов расчетных формул. Описание компонентов формул в виде случайных величин. Определение распределения тока через тело человека с помощью метода статистического моделирования. Использование формулы полной вероятности в интегральной форме для определения условной вероятности электропоражения, попавшего под напряжение. Методы анализа состояния и динамики показателей качества объектов электроэнергетики.

**14. Использование моделирующих алгоритмов для моделирования процесса функционирования СОБЭ на объекте АПК. Достоинства методов. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[1,6]** Особенности моделей.

Алгоритм моделирования для случая косвенного прикосновения.

Описание уровней моделирующего алгоритма.

Методы анализа состояния и динамики показателей качества объектов электроэнергетики.

**15. Проблема сбора исходных данных для моделирования СОБЭ {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[1,5,6]** Исходные данные, представляющие собой вероятности.

Особенности сбора статистической информации для получения оценок вероятностей.

Трудности получения оценки вероятности по частоте. Направление оценки вероятностей как неопределенных величин. Методы анализа состояния и динамики показателей качества объектов электроэнергетики.

**16. Использование интервального анализа для моделирования и оптимизации СОБЭ {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[1,9,10]** Интервальный анализ, интервальные величины. Правила интервальной

арифметики .

Рассмотрение примеров с графическими представлениями.

Сравнение значений интервальных величин.

Методы анализа состояния и динамики показателей качества объектов электроэнергетики.

**17. Использование нечетких чисел для моделирования и оптимизации СОБЭ. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[1,11,12,13,14]** Понятие "множество".

Понятие "нечеткое множество". Функция принадлежности, универсальное множество. Носитель нечеткого множества. Операции над нечеткими множествами.

Нечеткое число - частный случай нечеткого множества. Треугольные нечеткие числа. Операции с треугольными нечеткими числами. Два способа выполнения операций с треугольными числами. Сравнение нечетких чисел. Методы анализа состояния и динамики показателей качества объектов электроэнергетики.

#### **Практические занятия (16ч.)**

**18. Использование функции опасности электрического тока {тренинг} (3ч.)[2]**

Изучение форм описания и оценки опасности электрического тока, протекающего по телу человека при его попадании под напряжение.

Определение исходов воздействия тока по величине и длительности тока. Методы анализа состояния и динамики показателей качества объектов электроэнергетики.

**19. Приближенный расчет возможных значений токов через тело человека при пути тока "рука-ноги". {тренинг} (3ч.)[2]** Изучение способов расчета величины тока, протекающего через тело человека при его попадании под напряжение при косвенном контакте с электроустановкой.

Использование величин напряжений прикосновения и значений сопротивлений в цепи тока через тело человека. Методы анализа состояния и динамики показателей качества объектов электроэнергетики.

**20. Расчет вероятности электропоражения человека при заданных характеристиках взаимодействия при косвенном прикосновении {тренинг} (3ч.)[2]** Использование расчетной формулы для подсчета вероятности электропоражения при различных вариантах исходных данных. Методы анализа состояния и динамики показателей качества объектов электроэнергетики.

**21. Выбор оптимальной системы обеспечения электробезопасности на объекте {тренинг} (3ч.)[2]** Рассматривается система обеспечения электробезопасности, для которой указаны значения показателей технической и экономической эффективности.

Необходимо сформулировать и формализовать несколько постановок задач оптимизации и найти оптимальный вариант системы обеспечения электробезопасности. Методы анализа состояния и динамики показателей качества объектов электроэнергетики.

**22. Выбор оптимальной системы обеспечения электропожаробезопасности**

**{тренинг} (4ч.)[2]** Изучение способов выбора оптимальной системы обеспечения электропожаробезопасности на объекте.

Для оценки системы обеспечения безопасности используются критерии оптимизации двух видов. Один из них учитывает степень обеспечения электробезопасности, другой - степень обеспечения пожаробезопасности.

Требуется построить обобщенный критерий оптимизации в мультипликативной и аддитивной форме. Кроме того, необходимо решить задачу оптимизации с учетом различия в значениях нормированных критериев оптимизации.

Заданы конкретные исходные данные, отвечающие различным вариантам системы. Необходимо выбрать оптимальный вариант системы. Методы анализа состояния и динамики показателей качества объектов электроэнергетики.

### **Самостоятельная работа (96ч.)**

**23. Работа с материалом лекций {тренинг} (30ч.)[1]** Повторение и углубленное изучение лекционного материала

**24. Выполнение и оформление практических работ {тренинг} (30ч.)[2]**

**25. Подготовка к экзамену {тренинг} (36ч.)[1,3,4,5,6,7,8]**

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

Для каждого обучающегося обеспечен индивидуальный неограниченный доступ к электронно-библиотечным системам: Лань, Университетская библиотека он-лайн, электронной библиотеке АлтГТУ и к электронной информационно-образовательной среде:

1. Дробязко О.Н. Курс лекций по дисциплине «Оптимизация безопасности электроустановок» для магистрантов направления 13.04.02

"Электроэнергетика и электротехника" [Электронный ресурс]: Курс лекций.— Электрон. дан.— Барнаул: АлтГТУ, 2021.— Режим доступа:

[http://elib.altstu.ru/eum/download/epb/Drobazko\\_OptimBezElektr\\_kl.pdf](http://elib.altstu.ru/eum/download/epb/Drobazko_OptimBezElektr_kl.pdf), авторизованный

2. Дробязко О.Н. Практикум по дисциплине "Оптимизация безопасности электроустановок" для магистров направления 13.04.02 "Электроэнергетика

и электротехника" [Электронный ресурс]: Практикум.— Электрон. дан.— Барнаул: АлтГТУ, 2021.— Режим доступа:

[http://elib.altstu.ru/eum/download/epb/Drobazko\\_OptimBezElektr\\_prakt.pdf](http://elib.altstu.ru/eum/download/epb/Drobazko_OptimBezElektr_prakt.pdf), авторизованный

## **6. Перечень учебной литературы**

### **6.1. Основная литература**

3. Занько Н.Г., Малаян К.Р., Русак О.Н. Безопасность жизнедеятельности: Учебник / Под ред. О.Н. Русака.-17-е изд. стер.-СПб.: Издательство "Лань", 2021.-

704 с.

Режим доступа : <https://e.lanbook.com/book/167385>

4. Дацков И.И. Электробезопасность в АПК: Учебное пособие.- СПб.: Издательство Лань, 2021. -132 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/169222>

## 6.2. Дополнительная литература

5. 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, 2021. — 368 с. — ISBN 978-5-8114-1664-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/168752>

6. Основы электромагнитной совместимости [Электронный ресурс]: учебник для вузов [по направлению подготовки "Электроэнергетика" / Н. А. Володина, Р. Н. Карякин, Л. В. Куликова, О. К. Никольский, А. А. Сошников и др.] ; под ред. Р. Н. Карякина ; М-во образования и науки Рос. Федерации. - 2-е изд., перераб. - (pdf-файл : 6,75 Мбайта) и Электрон. текстовые дан. - Барнаул : АлтГТУ, 2015. - 408 с. - Режим доступа: <http://elib.altstu.ru/eum/download/epb/Kulikova-oselsov.pdf>

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

7. Моделирование и системный анализ происшествий с помощью диаграмм типа дерево [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://docplayer.ru/52898059-Glava-5-modelirovanie-i-sistemnyu-analiz-proisshestviy-s-pomoshchyu-diagramm-tipa-derevo.html>

8. А.И. Багров, А.К. Муртазов. Техногенные системы и теория риска: Учебное пособие Рязань 2010 2011 [Электронный ресурс] - Режим доступа: [https://www.rsu.edu.ru/wpcontent/uploads/users/m.mahmudov/Bagrov\\_Murtazov.pdf](https://www.rsu.edu.ru/wpcontent/uploads/users/m.mahmudov/Bagrov_Murtazov.pdf)

9. Интервальная арифметика. Википедия. [Электронный ресурс] . – Режим доступа :<http://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/1378396> .- Загл. с экрана.

10. Левин В.И. Логический подход к оптимизации при интервальной неопределенности параметров [Электронный ресурс].- Электрон. текст. дан. - Режим доступа: <http://raai.org/resurs/reperers/Kolomna2009> . Загл. с экрана.

11. Основы теории нечетких множеств. НОУ ИНТУИТ [Электронный ресурс] - Режим доступа : <http://www.intuit.ru/studies/courses/87/87/lecture/20499> .- Загл. с экрана.

12. Яхьева Г.Э. Основы теории нечетких множеств. Интернет-университет. [Электронный ресурс]. Электрон. текст. дан. – Режим доступа : <http://intuit.ru/departmnt/ds/> .- Загл. с экрана.

13. Недосекин А.О.«Нечетко-множественный анализ риска фондовых инвестиций Санкт-Петербург, 2002 г. [Электронный ресурс]. - Режим доступа :



<https://studfile.net/preview/430086/>

14. Алтунин А.Е. Модели и алгоритмы решений в нечетких условиях. Глава 1.3. Возможности применения теории нечетких множеств и интервального анализа для описания различных видов неопределенности [Электронный ресурс].- Электрон. текст. дан.- Режим доступа: [http:// www.plink.ru/tnm/index.htm](http://www.plink.ru/tnm/index.htm) .- Загл. с экрана.

## **8. Фонд оценочных материалов для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации**

Содержание промежуточной аттестации раскрывается в комплекте контролирующих материалов, предназначенных для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям ФГОС, которые хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном виде и в ЭИОС.

Фонд оценочных материалов (ФОМ) по дисциплине представлен в приложении А.

## **9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Для успешного освоения дисциплины используются ресурсы электронной информационно-образовательной среды, образовательные интернет-порталы, глобальная компьютерная сеть Интернет. В процессе изучения дисциплины происходит интерактивное взаимодействие обучающегося с преподавателем через личный кабинет студента.

<b>№пп</b>	<b>Используемое программное обеспечение</b>
1	LibreOffice
2	Windows
3	Антивирус Kaspersky

<b>№пп</b>	<b>Используемые профессиональные базы данных и информационные справочные системы</b>
1	Бесплатная электронная библиотека онлайн "Единое окно к образовательным ресурсам" для студентов и преподавателей; каталог ссылок на образовательные интернет-ресурсы ( <a href="http://Window.edu.ru">http://Window.edu.ru</a> )
2	Национальная электронная библиотека (НЭБ) — свободный доступ читателей к фондам российских библиотек. Содержит коллекции оцифрованных документов (как открытого доступа, так и ограниченных авторским правом), а также каталог изданий, хранящихся в библиотеках России. ( <a href="http://нэб.рф/">http://нэб.рф/</a> )

## **10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

<b>Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>
учебные аудитории для проведения учебных занятий

<b>Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>
помещения для самостоятельной работы

Материально-техническое обеспечение и организация образовательного процесса по дисциплине для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с «Положением об обучении инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья».