

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Луковникова Елена Ивановна  
Должность: Проректор по учебной работе  
Дата подписания: 22.06.2022 09:01:59  
Уникальный программный ключ:  
890f5aae3463de1924cbcf76ac5d7ab89e9fe71d2

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

Е.И.Луковникова

11 апреля 2022 г.

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

#### Б1.В.01.16 Переходные процессы в электроэнергетических системах \*

Закреплена за кафедрой **Управления в технических системах**

Учебный план bs270304\_22\_УТС.plx

27.03.04 Управление в технических системах

Квалификация **Бакалавр**

Форма обучения **заочная**

Общая трудоемкость **3 ЗЕТ**

Виды контроля на курсах:

Зачет 3

#### Распределение часов дисциплины по курсам

Курс	3		Итого	
	УП	РП		
Лекции	2	2	2	2
Практические	2	2	2	2
В том числе инт.	2	2	2	2
В том числе в форме практ.подготовки	2	2	2	2
Итого ауд.	4	4	4	4
Контактная работа	4	4	4	4
Сам. работа	100	100	100	100
Часы на контроль	4	4	4	4
Итого	108	108	108	108

Программу составил(и):  
ст. пр., Нефедов А.С. Нефедов

Рабочая программа дисциплины

### Переходные процессы в электроэнергетических системах \*

разработана в соответствии с ФГОС:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 27.03.04 Управление в технических системах (приказ Минобрнауки России от 31.07.2020 г. № 871)

составлена на основании учебного плана:

27.03.04 Управление в технических системах  
утвержденного приказом ректора от 08.02.2022 протокол № 45.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

### Управления в технических системах

Протокол от 30 марта 2022 г. № 10

Срок действия программы: 2022 - 2026 уч.г.

Зав. кафедрой Григорьева Т.А. Гр

Председатель МКФ

№10 от апреля 2022 г. А. Манушкин СВ

Ответственный за реализацию ОПОП Гр Григорьева ТА  
(подпись) (ФИО)

Директор библиотеки Семин Семин В. Р.  
(подпись) (ФИО)

№ регистрации 838  
(методический отдел)

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Председатель МКФ

\_\_\_\_\_ 2023 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2023-2024 учебном году на заседании кафедры  
**Управления в технических системах**

Внесены изменения/дополнения (Приложение \_\_\_\_\_)

Протокол от \_\_\_\_\_ 2023 г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой Григорьева Т.А.

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Председатель МКФ

\_\_\_\_\_ 2024 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2024-2025 учебном году на заседании кафедры  
**Управления в технических системах**

Внесены изменения/дополнения (Приложение \_\_\_\_\_)

Протокол от \_\_\_\_\_ 2024 г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой Григорьева Т.А.

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Председатель МКФ

\_\_\_\_\_ 2025 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2025-2026 учебном году на заседании кафедры  
**Управления в технических системах**

Внесены изменения/дополнения (Приложение \_\_\_\_\_)

Протокол от \_\_\_\_\_ 2025 г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой Григорьева Т.А.

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Председатель МКФ

\_\_\_\_\_ 2026 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2026-2027 учебном году на заседании кафедры  
**Управления в технических системах**

Внесены изменения/дополнения (Приложение \_\_\_\_\_)

Протокол от \_\_\_\_\_ 2026 г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой Григорьева Т.А.

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

1.1	Формирование у обучающихся знаний об электромагнитных и электромеханических переходных процессах в электроэнергетических системах, физике происходящих явлений при неустановившихся режимах.
-----	--

**2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП**

Цикл (раздел) ООП:	Б1.В.01.16
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>
2.1.1	Теория автоматического управления
2.1.2	Релейная защита и автоматика электроэнергетических систем
2.1.3	Электроэнергетические системы и сети
2.1.4	Технические средства автоматизации и управления
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>
2.2.1	Технические средства автоматизации и управления
2.2.2	Релейная защита и автоматика электроэнергетических систем
2.2.3	Проектирование автоматизированных систем *
2.2.4	Автоматизация технологических процессов и производств

**3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

<b>ПК-1: Способен к подготовке необходимых данных и составление технических заданий на проектирование АСУП</b>	
Индикатор 1	ПК-1.2 Применяет основные методы анализа разработки и функционирования АСУП
Индикатор 2	ПК-1.3 Решает задачи аналитического характера, предполагающих выбор и многообразие актуальных способов решения задач
<b>ПК-4: Способен к обработке данных о функционировании производственных подсистем АСУП</b>	
Индикатор 1	ПК-4.2 Решает задачи аналитического характера, предполагающих выбор и многообразие актуальных способов решения задач
Индикатор 2	ПК-4.3 Знает основные методы анализа соответствия качества поступающих в организацию технических средств, обеспечивающих функционирование АСУП, стандартам, техническим условиям
Индикатор 3	ПК-4.5 Обрабатывает данные о функционировании производственных подсистем АСУП

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

<b>3.1</b>	<b>Знать:</b>
3.1.1	Методы анализа разработки и функционирования АСУП; режимы и принципы работы электроэнергетических систем; режимы и принципы работы электроэнергетических систем, критерии статической и динамической устойчивости.
<b>3.2</b>	<b>Уметь:</b>
3.2.1	Решать задачи аналитического характера, предполагающих выбор и многообразие актуальных способов решения задач; использовать основные методы анализа и моделирования электромеханических переходных процессов в электроэнергетических системах; обрабатывать данные о функционировании производственных подсистем АСУП.
<b>3.3</b>	<b>Владеть:</b>
3.3.1	Основными методами анализа разработки и функционирования АСУП; навыками выбора и многообразия актуальных способов решения задач; основными методами анализа соответствия качества поступающих в организацию технических средств, обеспечивающих функционирование АСУП; навыками оценки параметров электромеханических переходных режимов, выработки организационных и технических мероприятий, направленные на повышение устойчивости электроэнергетических систем.

**4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Код занятия	Вид занятия	Наименование разделов и тем	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Инте ракт.	Примечание
	Раздел	Раздел 1. Переходные процессы в ЭЭС						

1.1	Лек	Основные понятия и определения. Сущность переходных процессов в ЭЭС. Методики расчета токов КЗ. Методы анализа электромеханических переходных процессов.	3	2	ПК-1 ПК-4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3	1	ПК 1.2, ПК 1.3, ПК 4.2. ПК 4.3, ПК 4.5. Онлайн курсы Лекция-визуализация
1.2	Пр	Расчет переходных процессов при коротком замыкании в ЭЭС.	3	2	ПК-1 ПК-4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3	1	ПК 1.2, ПК 1.3, ПК 4.2. ПК 4.3, ПК 4.5. Онлайн курсы Занятие с применением презентации и видеороликов
1.3	Ср		3	100	ПК-1 ПК-4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3	0	ПК 1.2, ПК 1.3, ПК 4.2, ПК 4.3, ПК 4.5.
1.4	Зачёт		3	4			0	

### 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Технология дистанционного обучения (получение образовательных услуг без посещения университета, с помощью современных систем телекоммуникации (электронная почта, Интернет и др.))

Технология компьютерного обучения(использование в учебном процессе компьютерных технологий и предоставляемых ими возможностей (электронные библиотеки))

Образовательные технологии с использованием активных методов обучения (лекция-визуализация)

Технология компьютерного обучения(использование в учебном процессе компьютерных технологий и предоставляемых ими возможностей (онлайн-курсы))

### 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

#### 6.1. Контрольные вопросы и задания

Вопросы для текущего контроля.

1. Основные понятия и определения. Виды коротких замыканий.
2. Режимы работы нейтрали в электрических сетях.
3. Последствия коротких замыканий. Цели расчета токов коротких замыканий.
4. Понятия о расчетных условиях.
6. Схемы замещения элементов электрической системы.
7. Трехфазное короткое замыкание в неразветвленной цепи. Составляющие тока короткого замыкания.
8. Ударный ток. Ударный коэффициент.
9. Метод симметричных составляющих.
10. Схемы замещения прямой, обратной и нулевой последовательностей, параметры элементов электрической системы для токов обратной и нулевой последовательности.
11. Алгоритм расчета токов несимметричного короткого замыкания, сравнение токов различных коротких замыканий
12. Основные понятия и определения. Допущения, принимаемые при анализе электромеханических переходных процессов.
13. Характеристика мощности простейшей электрической системы.
14. Физический смысл угла  $\delta$ .
15. Характеристика активной и реактивной мощности явноплюсного генератора.
16. Характеристика активной мощности генератора с АРВ.
17. Понятие о динамической устойчивости системы. Основные допущения при анализе динамической устойчивости.

18. Анализ динамической устойчивости простейшей системы графическим методом.
19. Динамическая устойчивость при коротком замыкании на линии.
20. Определение предельного угла отключения короткого замыкания.
21. Определение предельного времени отключения короткого замыкания.
22. Возникновение и общая характеристика асинхронного режима.
23. Нарушение синхронизма и переход в асинхронный режим.
24. Изменение режимных параметров энергосистемы при асинхронном ходе.
25. Последствия асинхронных режимов.
26. Ресинхронизация и результирующая устойчивость.
27. Мероприятия для повышения устойчивости, основанные на улучшении параметров элементов электрических систем.
28. Дополнительные устройства для повышения уровня устойчивости электроэнергетических систем.
29. Режимные мероприятия по повышению устойчивости электроэнергетических систем. Повышение устойчивости средствами противоаварийного управления.

### 6.2. Темы письменных работ

не предусмотрено

### 6.3. Фонд оценочных средств

Раздел 1. Электромагнитные переходные процессы в ЭЭС.

- 1.1 Основные понятия и определения. Виды коротких замыканий.
- 1.2. Режимы работы нейтрали в электрических сетях.
- 1.3. Последствия коротких замыканий. Цели расчета токов коротких замыканий.
- 1.4. Понятия о расчетных условиях.
- 1.5. Схемы замещения элементов электрической системы.
- 1.6. Трехфазное короткое замыкание в неразветвленной цепи. Составляющие тока короткого замыкания.
- 1.7. Ударный ток. Ударный коэффициент.
- 1.8. Метод симметричных составляющих.
- 1.9. Схемы замещения прямой, обратной и нулевой последовательностей, параметры элементов электрической системы для токов обратной и нулевой последовательности.
- 1.10. Алгоритм расчета токов несимметричного короткого замыкания, сравнение токов различных коротких замыканий

Раздел 2. Электромеханические переходные процессы в ЭЭС.

- 2.1. Основные понятия и определения. Допущения, принимаемые при анализе электромеханических переходных процессов.
- 2.2. Характеристика мощности простейшей электрической системы.
- 2.3. Физический смысл угла  $\delta$ .
- 2.4. Характеристика активной и реактивной мощности явнополюсного генератора.
- 2.5. Характеристика активной мощности генератора с АРВ.
- 2.6. Понятие о динамической устойчивости системы. Основные допущения при анализе динамической устойчивости.
- 2.8. Анализ динамической устойчивости простейшей системы графическим методом.
- 2.9. Динамическая устойчивость при коротком замыкании на линии.
- 2.10. Определение предельного угла отключения короткого замыкания.
- 2.11. Определение предельного времени отключения короткого замыкания.
- 2.12. Возникновение и общая характеристика асинхронного режима.
- 2.13. Нарушение синхронизма и переход в асинхронный режим.
- 2.14. Изменение режимных параметров энергосистемы при асинхронном ходе.
- 2.15. Последствия асинхронных режимов.
- 2.16. Ресинхронизация и результирующая устойчивость.
- 2.17. Мероприятия для повышения устойчивости, основанные на улучшении параметров элементов электрических систем.
- 2.18. Дополнительные устройства для повышения уровня устойчивости электроэнергетических систем.
- 2.19. Режимные мероприятия по повышению устойчивости электроэнергетических систем. Повышение устойчивости средствами противоаварийного управления.

### 6.4. Перечень видов оценочных средств

Вопросы к зачету.

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 7.1. Рекомендуемая литература

#### 7.1.1. Основная литература

Авторы,	Заглавие	Издательство,	Кол-во	Эл. адрес
---------	----------	---------------	--------	-----------

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Кол-во	Эл. адрес
Л1.1 1	Крючков И.П., Неклепаев Б.Н., Старшинов В.А.	Расчет коротких замыканий и выбор электрооборудования: Учеб. пособие для вузов	Москва: Академия, 2005	11	
Л1.1 2	Крючков И.П., Старшинов В.А., Гусев Ю.П., Пираторов М.В.	Переходные процессы в электроэнергетических системах: Учебник для вузов	Москва: МЭИ, 2008	80	
Л1.1 3	Ульянов С.А.	Электромагнитные переходные процессы в электрических системах: учебник	Москва: АРИС, 2010	50	
Л1.1 4	Кобелев А. В.	Режимы работы электроэнергетических систем: учебное пособие	Тамбов: Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ), 2015	1	<a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=444929">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=444929</a>

### 7.1.2. Дополнительная литература

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Кол-во	Эл. адрес
Л1.2 1	Неклепаев Б.Н.	Руководящие указания по расчету токов короткого замыкания и выбору электрооборудования. РД 153-34.0-20.527-98: нормативный документ	Москва: НЦ ЭНАС, 2002	8	
Л1.2 2	Куликов Ю.А.	Переходные процессы в электрических системах: Учебное пособие для вузов	Новосибирск: НГТУ, 2003	5	
Л1.2 3	Шабад В.К.	Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах: учебное пособие	Москва: Академия, 2013	10	
Л1.2 4	Пилипенко В. Т.	Электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических системах: учебно-методическое пособие	Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2014	1	<a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=330565">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=330565</a>

### 7.1.3. Методические разработки

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Кол-во	Эл. адрес
Л1.3 1	Шакиров В.А.	Электромагнитные переходные процессы: методические указания к выполнению лабораторных работ	Братск: БрГУ, 2012	88	
Л1.3 2	Шакиров В.А., Нефедов А.С.	Электромагнитные переходные процессы: методические указания к выполнению лабораторных работ	Братск: БрГУ, 2019	1	<a href="http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учебно-методические%20пособия/Энергетика%20-%20Автоматика/Шакиров%20В.А.Электромагнитные%20переходные%20процессы.МУ.2019.PDF">http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учебно-методические%20пособия/Энергетика%20-%20Автоматика/Шакиров%20В.А.Электромагнитные%20переходные%20процессы.МУ.2019.PDF</a>
Л1.3 3	Шакиров В.А., Нефедов А.С.	Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах: методические указания к выполнению лабораторных работ	Братск: БрГУ, 2019	1	<a href="http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учебно-методические%20пособия/Энергетика%20-%20Автоматика/Шакиров%20В.А.Электромеханические%20переходные%20процессы%20в%20электроэнергетических%20системах.МУ.2019.PDF">http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учебно-методические%20пособия/Энергетика%20-%20Автоматика/Шакиров%20В.А.Электромеханические%20переходные%20процессы%20в%20электроэнергетических%20системах.МУ.2019.PDF</a>

### 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Электронный каталог библиотеки БрГУ	<a href="http://irbis.brstu.ru/CGI/irbis64r_15/cgiirbis_64.exe?LNG=&amp;C21COM=F&amp;I21DBN=BOOK&amp;P21DBN=BOOK&amp;S21CNR=&amp;Z21ID">http://irbis.brstu.ru/CGI/irbis64r_15/cgiirbis_64.exe?LNG=&amp;C21COM=F&amp;I21DBN=BOOK&amp;P21DBN=BOOK&amp;S21CNR=&amp;Z21ID</a>
----	-------------------------------------	---

Э2	Электронно-библиотечная система "Университетская библиотека online"	<a href="http://biblioclub.ru">http://biblioclub.ru</a>
Э3	Электронная библиотека БрГУ	<a href="http://ecat.brstu.ru/catalog">http://ecat.brstu.ru/catalog</a>

### 7.3.1 Перечень программного обеспечения

7.3.1.1	Microsoft Windows Professional 7 Russian Upgrade Academic OPEN No Level
7.3.1.2	Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level
7.3.1.3	Adobe Acrobat Reader DC
7.3.1.4	doPDF
7.3.1.5	КОМПАС-3D V13
7.3.1.6	«Лаборатория исследования устойчивости электрических систем (Elmech v.1.00)»

### 7.3.2 Перечень информационных справочных систем

7.3.2.1	Справочно-правовая система «Консультант Плюс»
7.3.2.2	Издательство "Лань" электронно-библиотечная система
7.3.2.3	«Университетская библиотека online»
7.3.2.4	Электронный каталог библиотеки БрГУ
7.3.2.5	Электронная библиотека БрГУ
7.3.2.6	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1344	Учебная аудитория (дисплейный класс)	1. Учебная мебель. 2. ПК (системный блок AMD Athlon(tm) 64 X2 Dual Core Processor 5000+ 2.66 GHz, RAM 2GB, монитор LG 19") - 18. 3. Принтер лазерный HP Laser Pro 400. 4. Интерактивная доска SMARTBoard 680I со встроенным XGA проектором Unifi 35 (77"/195,6 см). 5. Сканер Canon CanoScan Lide 220.
1344	Учебная аудитория (дисплейный класс)	1. Учебная мебель. 2. ПК (системный блок AMD Athlon(tm) 64 X2 Dual Core Processor 5000+ 2.66 GHz, RAM 2GB, монитор LG 19") - 18. 3. Принтер лазерный HP Laser Pro 400. 4. Интерактивная доска SMARTBoard 680I со встроенным XGA проектором Unifi 35 (77"/195,6 см). 5. Сканер Canon CanoScan Lide 220.
1218	Учебная аудитория	Меловая доска – 1 шт. Учебная мебель: Комплект мебели (посадочных мест) - 34 шт. Комплект мебели (посадочных мест) для преподавателя – 1 шт.
2201	читальный зал №1	Комплект мебели (посадочных мест) Стеллажи Комплект мебели (посадочных мест) для библиотекаря Выставочные шкафы ПК i5-2500/H67/4Gb (монитор TFT19 Samsung) (10шт.); принтер HP Laser Jet P2055D (1шт.)

## 9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Электромагнитные переходные процессы в ЭЭС. Раздел направлен на ознакомление с причинами возникновения и основными физическими свойствами протекания переходных процессов, их последствиями, а также на изучение основных методов исследования электромагнитных переходных процессов, формирование навыков проверки электрических аппаратов и проводников по результатам исследования аварийных переходных режимов в электроэнергетических системах.

В процессе изучения рекомендуется на первом этапе обратить внимание на причины возникновения электромагнитных переходных процессов, виды коротких замыканий и режимы работы нейтралей, принципы формирования расчетных условий и основные допущения при анализе электромагнитных переходных процессов.

Электромеханические переходные процессы в ЭЭС. Раздел направлен на формирование знаний о физических явлениях в переходных режимах, методах количественного расчета устойчивости электрических систем, мероприятиях и установках, с помощью которых можно управлять переходными режимами.

В процессе изучения рекомендуется на первом этапе обратить на причины возникновения электромагнитных переходных процессов, основные физические процессы при возникновении дефицита или избытка мощности, принципы использования практических критериев статической устойчивости и метода площадей для анализа динамической устойчивости.

В целом изучение дисциплины Переходные процессы в электроэнергетических системах предусматривает: лекции, практические занятия, зачет.

Самостоятельную работу необходимо начинать с изучения теоретического материала.

В процессе консультации с преподавателем необходимо выяснить все непонятные моменты.  
Работа с литературой является важнейшим элементом в получении знаний по дисциплине. Прежде всего, необходимо воспользоваться списком рекомендуемой по данной дисциплине литературы.  
Предусмотрено проведение аудиторных занятий в интерактивной форме (лекции презентации, онлайн-курсы) в сочетании с внеаудиторной работой.