

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Волхонов Михаил Станиславович

Должность: Врио ректора

Дата подписания: 28.09.2023 09:24:26

Уникальный идентификатор:

b2dc75470204bc2bfec58d577a1b983ee223ea27559d45aa8c272df0610c6c81

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«КОСТРОМСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»**

Согласовано:  
председатель методической комиссии  
электроэнергетического факультета

\_\_\_\_\_/А.С. Яблоков/

13 июня 2023 года

Утверждаю:  
декан электроэнергетического факультета

\_\_\_\_\_/А.В. Рожнов/

14 июня 2023 года

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЕ ПЕРЕХОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ  
В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ»**

Направление подготовки	<u>13.03.02 Электроэнергетика и электротехника</u>
Направленность (профиль)	<u>Электроснабжение</u>
Квалификация выпускника	<u>бакалавр</u>
Формы обучения	<u>очная, заочная</u>
Сроки освоения ОПОП ВО	<u>4 года, 4 г. 7 мес.</u>

### 1. Цель и задачи дисциплины

Цель дисциплины «Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах»: дать студентам представление об электромеханических переходных процессах в элементах систем электроснабжения, протекающих в рабочих и аварийных режимах.

Задачи дисциплины:

- сформировать у обучающихся понимание электромеханических переходных процессов в электрических сетях и причин их появления;
- научить рассчитывать параметры электромеханических переходных процессов в рабочем и аварийном режимах систем электроснабжения.

### 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

2.1. Дисциплина Б1.В.03.02 «Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах» относится к части Блока 1 «Дисциплины (модули)» ОПОП ВО, формируемой участниками образовательных отношений.

2.2. Для изучения данной дисциплины (модуля) необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами:

«Высшая математика»

«Физика»

«Теоретические основы электротехники»

«Конструкционное материаловедение»

«Теория автоматического управления»

«Метрология»

«Силовая электроника»

«Электрические машины»

2.3. Перечень последующих дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной дисциплиной:

«Электроснабжение»

«Техника высоких напряжений»

«Районные электрические сети»

### 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование и развитие компетенций: ПКос-1.

Категория компетенции	Код и наименование компетенции	Наименование индикатора формирования компетенции
Профессиональные компетенции		
Профессиональные компетенции, установленные самостоятельно	ПКос-1. Способен осуществлять мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей	ИД-1 <sub>ПКос-1</sub> Осуществляет мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей

### В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ СТУДЕНТ ДОЛЖЕН

Знать: методику мониторинга технического состояния оборудования подстанций электрических сетей; основы электротехники; методики определения параметров технического состояния оборудования и его оценки; виды аварийных режимов, возникающих в электрических сетях 0,4-35 кВ; методики расчёта переходных процессов в рабочем и аварийном режимах электрических сетей 0,4-35 кВ; метод симметричных составляющих; метод расчёта параметров оборудования при его проверке на термическую и электродинамическую устойчивость.

Уметь: осуществлять мониторинг технического состояния оборудования подстанций электрических сетей; принимать технические решения по составу проводимых работ; анализировать и прогнозировать ситуацию; рассчитывать токи и напряжения в рабочем и аварийном режимах электрических сетей 0,4-35 кВ при переходном процессе; строить векторные диаграммы по симметричным составляющим токов и напряжений; проводить анализ рабочих и аварийных режимов электрических сетей 0,4-35 кВ по векторным и временным диаграммам переходного режима; рассчитывать токи и электродинамические силы, возникающие в проводниках и элементах оборудования при коротких замыканиях.

Владеть: методикой мониторинга технического состояния оборудования подстанций электрических сетей; навыками расчёта мгновенных и действующих значений токов и напряжений в рабочем и аварийном режимах работы электрических сетей 0,4-35кВ; навыками построения и анализа векторных и временных диаграмм; навыками определения токов термического воздействия и сил электродинамического воздействия, возникающих в рабочих и аварийных режимах работы электрических сетей 0,4-35кВ; навыками применения ЭВМ для расчёта переходных процессов в электрических сетях различного класса напряжения.

#### 4. Структура дисциплины

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зачётные единицы, 72 часа. **Форма промежуточной аттестации зачет.**

##### Очная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам
		Семестр 7
<b>Контактная работа (всего)</b>	<b>34,85</b>	<b>34,85</b>
В том числе:		
Лекции (Л)	17	17
Практические занятия (ПЗ)	17	17
Семинары (С)		
Лабораторные работы (ЛР)		
Консультации	0,85	0,85
Самостоятельная работа студента (СРС) (всего)	37,15	37,15
В том числе:		
<i>Другие виды СРС:</i>		
Подготовка к практическим занятиям	17	17
Самостоятельное изучение учебного материала	14,15	14,15
Форма промежуточной аттестации	зачёт (З)	6*
	экзамен (Э)	
Общая трудоёмкость / контактная работа	<b>часов</b>	<b>72/34,85</b>
	<b>зач. ед.</b>	<b>2/0,97</b>

Заочная форма обучения

Вид учебной работы		Всего часов	Распределение по семестрам
			Семестр 9
<b>Контактная работа (всего)</b>		<b>8,6</b>	<b>8,6</b>
В том числе:			
Лекции (Л)		4	4
Практические занятия (ПЗ)		4	4
Семинары (С)			
Лабораторные работы (ЛР)			
Консультации		0,6	0,6
Самостоятельная работа студента (СРС) (всего)		63,4	63,4
В том числе:			
<i>Другие виды СРС:</i>			
Подготовка к практическим занятиям		10	10
Самостоятельное изучение учебного материала		50,4	50,4
Форма промежуточной аттестации	зачёт (З)	3*	3
	экзамен (Э)		
Общая трудоёмкость / контактная работа	<b>часов</b>	<b>72/8,6</b>	<b>72/8,6</b>
	<b>зач. ед.</b>	<b>2/0,2</b>	<b>2/0,2</b>

\* – часы используются для подготовки к контрольным испытаниям в течение семестра.

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1. Разделы дисциплины, виды учебной деятельности и формы контроля

#### Очная форма обучения

№ п/п	№ семестра	Наименование раздела (темы) дисциплины	Вид учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов (в часах)						Форма текущего контроля успеваемости
			Л	ЛР	ПЗ	К, КР (КП)	СР	всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	7	Общие сведения о переходных процессах в энергосистеме Синхронный генератор Метод относительных единиц	6		6		12	24	Защита ПР (Собеседование) ТСк (ТСп)
2		Статическая и динамическая устойчивость генератора Статическая устойчивость асинхронного электродвигателя Методы повышения статической и динамической устойчивости генератора. Статическая устойчивость сложных систем	9		9		17,15	35,15	Защита ПР (Собеседование) ТСк (ТСп)
3		Аварийные режимы, лавина частоты, лавина напряжения, автоматика энергосистем	2		2		8	12	Защита ПР (Собеседование) ТСк (ТСп)
		Консультации				0,85		0,85	
		<b>ИТОГО:</b>	<b>17</b>		<b>17</b>	<b>0,85</b>	<b>37,15</b>	<b>72</b>	

### Заочная форма обучения

№ п/п	№ семестра	Наименование раздела (темы) дисциплины	Вид учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов (в часах)						Форма текущего контроля успеваемости
			Л	ЛР	ПЗ	К, КР (КП)	СР	всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	9	<i>Общие сведения о переходных процессах в энергосистеме</i> Синхронный генератор Метод относительных единиц	2				16,4	18,4	Защита ПР (Собеседование) ТСк (ТСп)
2		<i>Статическая и динамическая устойчивость генератора</i> Статическая устойчивость асинхронного электродвигателя. Методы повышения статической и динамической устойчивости генератора. Статическая устойчивость сложных систем	2		4		38	42	Защита ПР (Собеседование) ТСк (ТСп)
3		<i>Аварийные режимы, лавина частоты, лавина напряжения, автоматика энергосистем</i>					9	11	Защита ПР (Собеседование) ТСк (ТСп)
		Консультации				0,6		0,6	
<b>ИТОГО:</b>			<b>4</b>		<b>4</b>	<b>0,6</b>	<b>63,4</b>	<b>72</b>	

## 5.2. Практические и семинарские занятия, лабораторные работы

### Очная форма обучения

№ п/п	№ семестра	Наименование раздела (темы) дисциплины	Наименование практических работ	Всего часов
1	2	3	4	5
1	7	<i>Общие сведения о переходных процессах в энергосистеме</i> Синхронный генератор Метод относительных единиц	Изучение режимов работы, электроэнергетической системы, подхода к описанию переходных процессов, условий протекания установившегося режима	2
2			Изучение конструкции генератора, уравнения движения ротора, способов регулировки возбуждения, синхронизации генераторов	2
3			Расчет сопротивлений элементов энергосистемы и тока короткого замыкания в системы относительных единиц	2
4		<i>Статическая и динамическая устойчивость генератора</i> Статическая устойчивость асинхронного электродвигателя Методы повышения статической и динамической устойчивости генератора. Статическая устойчивость сложных систем	Расчет коэффициентов запаса статической устойчивости генератора	2
5			Определение графическим методом запаса динамической устойчивости генератора	2
6			Определение графическим методом запаса статической устойчивости электродвигателя	2
8			Теоретическое изучение методов повышения статической и динамической устойчивости генератора. Статическая устойчивость сложных систем	3
7		<i>Аварийные режимы, лавина частоты, лавина напряжения, автоматика энергосистем</i>	Теоретическое изучение процессов протекания лавины напряжения, лавины частоты	2
		<b>ИТОГО:</b>		<b>17</b>

### Заочная форма обучения

№ п/п	№ семестра	Наименование раздела (темы) дисциплины	Наименование практических работ	Всего часов
1	2	3	4	5
1	9	Статическая устойчивость генератора	Расчет коэффициентов запаса статической устойчивости генератора	2
2		Динамическая устойчивость генератора	Определение графическим методом запаса динамической устойчивости генератора	2
		<b>ИТОГО:</b>		<b>4</b>

### 5.3. Примерная тематика курсовых проектов (работ)

Курсовых проектов (работ) не предусмотрено.

### 5.4. Самостоятельная работа студента

#### Очная форма обучения

№ п/п	№ семестра	Наименование раздела дисциплины	Виды СР	Всего часов
1.	7	<i>Общие сведения о переходных процессах в энергосистеме</i> Синхронный генератор. Метод относительных единиц	Подготовка к лекциям и практическим занятиям, самостоятельное изучение учебного материала, подготовка к контрольным испытаниям в течение семестра	12
2.		<i>Статическая и динамическая устойчивость генератора</i> Статическая устойчивость асинхронного электродвигателя. Методы повышения статической и динамической устойчивости генератора. Статическая устойчивость сложных систем	Подготовка к лекциям и практическим занятиям, самостоятельное изучение учебного материала, подготовка к контрольным испытаниям в течение семестра	17,15
3.		<i>Аварийные режимы, лавина частоты, лавина напряжения, автоматика энергосистем</i>	Подготовка к лекциям и практическим занятиям, самостоятельное изучение учебного материала, подготовка к контрольным испытаниям в течение семестра	8
<b>ИТОГО часов в семестре:</b>				<b>37,15</b>

#### Заочная форма обучения

№ п/п	№ семестра	Наименование раздела дисциплины	Виды СР	Всего часов
1.	9	<i>Общие сведения о переходных процессах в энергосистеме</i> Синхронный генератор	Подготовка к лекциям, самостоятельное изучение учебного материала, подготовка к контрольным испытаниям	16,4
2.		<i>Статическая и динамическая устойчивость генератора</i>	Подготовка к лекциям и практическим занятиям, самостоятельное изучение учебного материала, подготовка к контрольным испытаниям	38
3.		<i>Аварийные режимы, лавина частоты, лавина напряжения, автоматика энергосистем</i>	Подготовка к лекциям и практическим занятиям, самостоятельное изучение учебного материала, подготовка к контрольным испытаниям	9
<b>ИТОГО часов в семестре:</b>				<b>63,4</b>



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

### **6.1. Рекомендуемая литература**

1. Кирилин, А.А. Электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических системах [Электронный ресурс] : практикум для студентов направления подготовки 13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника", профиль "Электроснабжение" очной и заочной форм обучения / А. А. Кирилин ; Костромская ГСХА. Каф. электроснабжения. - Электрон. дан. (1 файл). - Караваево : Костромская ГСХА, 2015. - Режим доступа: <http://lib.ksaa.edu.ru/marcweb>, требуется регистрация. - Загл. с экрана. - Яз. рус. - М115.

2. Кирилин, А.А. Электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических системах [Текст] : практикум для студентов направления подготовки 13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника", профиль "Электроснабжение" очной и заочной форм обучения / А. А. Кирилин ; Костромская ГСХА. Каф. электроснабжения. - Караваево : Костромская ГСХА, 2015. - 40 с. - к116 : 30-00.

3. **Бышов, Д.Н.** Моделирование переходных процессов в системах электроснабжения агропромышленных объектов : учебное пособие / Д. Н. Бышов, Ю. А. Юдаев. - Рязань : РГАТУ, 2020. - 146 с. - Текст: электронный. - URL: <https://e.lanbook.com/reader/book/144281/#1>. - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

4. **Моделирование переходных процессов в линейных и нелинейных электрических цепях** : учебно-методическое пособие / Е. А. Карпов [и др.]. - Красноярск : СФУ, 2019. - 190 с. - ISBN 978-5-7638-4081-0. - Текст: электронный. - URL: <https://e.lanbook.com/reader/book/157730/#3>. - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

5. **Аксютин, В. А.** Переходные процессы в электрических цепях : учебное пособие / В. А. Аксютин. - Новосибирск : НГТУ, 2017. - 112 с. - ISBN 978-5-7782-3379-9. - Текст: электронный. - URL: <https://e.lanbook.com/reader/book/118075/#2>. - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

6. **Невретдинов, Ю. М.** Переходные процессы и перенапряжения : учебное пособие / Ю. М. Невретдинов, Г. П. Фастий. - Мурманск : МГТУ, 2017. - 180 с. - ISBN 978-5-86185-915-8. - Текст: электронный. - URL: <https://e.lanbook.com/reader/book/142622/#1>. - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

7. **Епифанов, А. П.** Электромеханические преобразователи энергии : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Электрификация и автоматизация сельского хозяйства" / А. П. Епифанов. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 208 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-0543-X. - Текст : электронный. - URL: <https://e.lanbook.com/book/167714>. - Режим доступа: для авториз. пользователей.

8. Олин, Д.М. Переходные процессы в электрических сетях [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Д. М. Олин, В. М. Попов ; Костромская ГСХА. Каф. электроснабжения. - Электрон. дан. (1 файл). - Караваево : Костромская ГСХА, 2013. - Режим доступа: <http://lib.ksaa.edu.ru/marcweb>, требуется регистрация. - Загл. с экрана. - М213.

9. Олин, Д.М. Переходные процессы в электрических сетях [Текст] : учеб. пособие / Д. М. Олин, В. М. Попов ; Костромская ГСХА. Каф. электроснабжения. - Караваево : КГСХА, 2013. - 103 с. - гл. 213 : 49-00.

10. Вестник Ивановского государственного энергетического университета [Электронный ресурс] : научно-практический журнал / Ивановский ГЭУ. - Иваново : Ивановский ГЭУ. - 6 вып. в год. - Режим доступа: [http://e.lanbook.com/journal/element.php?pl10\\_id=2445](http://e.lanbook.com/journal/element.php?pl10_id=2445), требуется регистрация. - ISSN 2072-2672.

11. Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ. Энергетика [Электронный ресурс] : научно-практический журнал / Белорусский национальный технический университет. - Минск : БНТУ. - 6 вып. в год. - Режим доступа: [http://e.lanbook.com/journal/element.php?pl10\\_id=2416](http://e.lanbook.com/journal/element.php?pl10_id=2416), требуется регистрация. - ISSN 0579-2983.

## 6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

Наименование программного обеспечения	Сведения о правообладателе (лицензиат, номер лицензии, дата выдачи, срок действия) и заключенном с ним договоре
Microsoft Office 2010 Russian Academic Open License	Майкрософт, 47105956, 30.06.2010, постоянная
Microsoft Windows SL 8.1 Russian Academic Open License	Майкрософт, 64407027, 25.11.2014, постоянная
SunRav TestOfficePro	SunRav Software, 25.04.2012, постоянная
Microsoft Windows Server Standard 2008 Academic	Майкрософт, 44794865, 13.11.2008, постоянная
Microsoft Windows Server Standard 2008 R2 Academic	Майкрософт, 48946846, 24.08.2011, постоянная
Microsoft SQL Server Standard Edition Academic	Майкрософт, 44794865, 13.11.2008, постоянная
Программное обеспечение «Антиплагиат»	АО «Антиплагиат», лицензионный договор № 5442 от 05.09.2022, 1 год
Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. 250-499 Node 1 year Educational Renewal License	ООО «ДримСофт», договор №126 от 30.03.2023, 1 год

## 7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	2	3
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Аудитория 407, оснащенная специализированной мебелью и техническими средствами обучения: Intel(R) Celeron(R) CPU 2.40GHz, 4 телевизора	Microsoft Windows 7 (Windows Prof 7 Academic Open License Майкрософт 47105956 30.06.2010). Google Chrome (не лицензируется). Microsoft Office 2007 (Microsoft Office 2010 Russian Academic Open License Майкрософт 47105956 30.06.2010)
Учебные аудитории для проведения лабораторно-практических занятий и занятий семинарского типа	Аудитория 205 Оснащена специализированной мебелью, лабораторным оборудованием. Комплектная трансформаторная подстанция КТП-10/100. Секционированный пункт 10 кВ с вакуумным выключателем КН-102. Разъединитель для наружной установки РЛНД-10/200. Разъединитель для внутренней установки РВ-10/400. Выключатель нагрузки ВМП-16. Кабель с кабельной муфтой на 10 кВ. Пружинный привод для масляного выключателя ПП-67. Разрядник вентильный РВП-10. Разрядник трубчатый РТ-10, 0,2-8. Выкатная тележка с масляным выключателем К-47. Трансформаторы напряжения НТМИ-10. Ограничитель перенапряжения нелинейный ОПН-10/300. Изоляторы 0,38...110 кВ. Трансформаторы тока ТПЛ-10. Трансформаторы тока Т-0,66. Камера вакуумного выключателя 10 кВ в разрезе	
Учебные аудитории для курсового проектирования (выполнения курсовых работ) и самостоятельной работы	Аудитория 257, оснащенная специализированной мебелью и техническими средствами обучения. Программа для компьютерного контроля знаний студентов по теоретическому и практическому материалу дисциплины SunRav TestOfficePro. Бездисковые терминальные станции 12шт. с выходом в Интернет и ЭИОС ФГБОУ ВО Костромской ГСХА, Intel(R) Pentium(R) CPU G4600 @ 3.60GHz	Microsoft Windows 7 (Windows Prof 7 Academic Open License Майкрософт 47105956 30.06.2010). Google Chrome (не лицензируется). Microsoft Office 2007 (Microsoft Office 2010 Russian Academic Open License Майкрософт 47105956 30.06.2010). Mathcad 14. Autodesk AutoCAD 2015 (Autodesk Education Master Suite 2020 Autodesk 555-70284370 21.10.2020). CorelDRAW Graphics Suite X6. АИБС МАРК-SQL 1.17. КОМПАС-3D V15.2 (КОМПАС-Автопроект КОМПАС 3D V14 АСКОН МЦ-14-00430 01.01.2010 постоянная)

1	2	3
Учебные аудитории для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Аудитория 205	
Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования	Аудитория 440 Сервер RStyle , Сервер DEPO, Сервер IntelP4308, Компьютер i5/8G/1TB, Компьютер i5/8/500G, Компьютер i5/8/500G, Компьютер E6850/4/500G, Компьютер i5/4/500G	Microsoft Windows Server Standard 2008 Academic Lic 44794865, Microsoft Windows Server Standard 2008 R2 Academic Lic 48946846, Microsoft SQL Server Standard Edition Academic Lic 44794865, Windows 7, Office 2007, Microsoft Open License 64407027,47105956
	Аудитория 117 Компьютер i7/4/500, Компьютер Celeron 2.8/512/360, Паяльная станция, осциллограф, мультиметр, микроскоп	Windows 7, Office 2007, Microsoft Open License 64407027,47105956

\*Специальные помещения – аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы.

Рабочая программа дисциплины «Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника.

Адаптированная рабочая программа дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, обучающихся по адаптированной образовательной программе высшего образования, разрабатывается индивидуально с учетом их особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья.

Составитель:

старший преподаватель кафедры  
электроснабжения и эксплуатации  
электрооборудования

\_\_\_\_\_ Н.Ю. Голятин

Заведующий кафедрой  
электроснабжения  
и эксплуатации электрооборудования

\_\_\_\_\_ А.А. Васильков