

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Балахнинский филиал ННГУ

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Переходные процессы в электрических цепях

Уровень высшего образования

Бакалавриат

Направление подготовки / специальность

13.03.02 - Электроэнергетика и электротехника

Направленность образовательной программы

Электрорадиотехника

Форма обучения

очная, очно-заочная

г. Балахна

2024 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.ДВ.01.02 Переходные процессы в электрических цепях относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ПКР-10: Способен участвовать в обеспечении и контроле эксплуатации объектов профессиональной деятельности	<p>ПКР-10.1: Применяет методы и технические средства обеспечения и контроля технического сопровождения и эксплуатации объектов профессиональной деятельности</p> <p>ПКР-10.2: Демонстрирует знания и умения организации технического обслуживания и ремонта объектов профессиональной деятельности</p> <p>ПКР-10.3: Демонстрирует понимание взаимосвязи задач технического обслуживания и эксплуатации</p>	<p>ПКР-10.1: Знает методы и технические средства обеспечения и контроля технического сопровождения и эксплуатации электрических цепей с учётом переходных процессов.</p> <p>Умеет анализировать обеспечение и контроль технического сопровождения и эксплуатации объектов профессиональной деятельности.</p> <p>Владеет навыками применения методов и технических средств обеспечения и контроля технического сопровождения и эксплуатации объектов профессиональной деятельности.</p> <p>ПКР-10.2: Знает методы организации технического обслуживания и ремонта объектов профессиональной деятельности.</p> <p>Умеет анализировать организацию технического обслуживания и ремонта.</p> <p>Владеет навыками в организации технического обслуживания и ремонта объектов профессиональной</p>	Опрос	Зачёт: Контрольные вопросы

		<p>деятельности</p> <p>ПКР-10.3: Знает методы и технические средства обеспечения и контроля технического обслуживания и эксплуатации электрических цепей с учётом переходных процессов. Умеет видеть взаимосвязи задач технического обслуживания и эксплуатации. Владеет пониманием взаимосвязи задач технического обслуживания и эксплуатации</p>		
<p>ПКР-4: Способен участвовать в проектных работах при разработке объектов профессиональной деятельности</p>	<p>ПКР-4.1: Показывает способности участвовать в проектных работах</p> <p>ПКР-4.2: Демонстрирует понимание взаимосвязи задач проектирования, конструирования и эксплуатации</p> <p>ПКР-4.3: Владеет современными технологиями компьютерного проектирования и моделирования</p>	<p>ПКР-4.1: Знает и понимает физику переходных процессов и возможности их учёта при проектировании электрических цепей Умеет выбирать методы защиты от аварийных и ненормальных режимов, рассчитывать требуемые параметры устройств защиты. Владеет навыками использования методов расчёта токов короткого замыкания, а также оптимизации и координации уровней токов короткого замыкания</p> <p>ПКР-4.2: Знает и понимает физику переходных процессов и возможности их учёта при проектировании электрических цепей. Умеет видеть взаимосвязи задач проектирования, конструирования и эксплуатации. Владеет пониманием взаимосвязи задач проектирования, конструирования и эксплуатации.</p>	Задачи	<p>Зачёт: Контрольные вопросы</p>

Введение	3	3	1	0.5			1	0.5	2	2.5
Переходный процесс в простейших трехфазных цепях	11	11	1	1	3	3	4	4	7	7
Установившийся режим короткого замыкания	9	9	1	1	4	2	5	3	4	6
Начальный момент внезапного нарушения режима	17	17	2	1	6	5	8	6	9	11
Общие понятия об уравнениях электромагнитного переходного процесса синхронной машины	9	9	1	0.5	1		2	0.5	7	8.5
Внезапное короткое замыкание синхронной машины и форсировка возбуждения	9	9	1	1	2	1	3	2	6	7
Практические методы расчёта токов короткого замыкания	7	8	1	1	4	3	5	4	2	4
Переходные процессы при нарушении симметрии трёхфазной цепи	17	16	2	1	7	4	9	5	8	11
Переходные процессы при особых условиях	9	9	2	1	3	1	5	2	4	7
Замыкания в распределительных сетях и системах электроснабжения	9	9	2	1	2	1	4	2	5	7
Оптимизация и координация уровней токов короткого замыкания	7	7	2	1			2	1	5	6
Аттестация	0	0								
КСР	1	1					1	1		
Итого	108	108	16	10	32	20	49	31	59	77

Содержание разделов и тем дисциплины

1. Введение

Основные задачи курса и его связь со смежными дисциплинами

Основные виды и особенности переходных процессов. Безопасность работ. Причины возникновения электромагнитных переходных процессов.

Особенности и возможности проектирования и реконструкции электрорадиотехники с

учётом эффектов переходных процессов.

2. Переходный процесс в простейших трёхфазных цепях

Основные допущения, применяемые при исследованиях и в практических расчётах переходных процессов. Безопасность работ.

Мощность короткого замыкания.

3. Установившийся режим короткого замыкания

Расчёт установившегося тока короткого замыкания при отсутствии автоматического регулирования возбуждения.

Учёт действия автоматического регулирования возбуждения. Приближенное вычисление установившегося тока короткого замыкания.

4. Начальный момент внезапного нарушения режима Переходные ЭДС и реактивности синхронной машины

Расчёт начального сверхпереходного и ударного тока короткого замыкания.

Характеристики и влияние электродвигателей и обобщённой нагрузки на ток короткого замыкания.

5. Общие понятия об уравнениях электромагнитного переходного процесса синхронной машины Дифференциальные уравнения переходного процесса синхронной машины. Обобщённый вектор трёхфазной системы.

6. Внезапное короткое замыкание синхронной машины и форсировка возбуждения Внезапное короткое замыкание синхронной машины без демпферных обмоток. Влияние автоматического регулирования возбуждения.

Взаимное электромагнитное влияние синхронных машин при переходном процессе.

7. Практические методы расчёта токов короткого замыкания

Расчёт начального сверхпереходного и ударного токов короткого замыкания. Расчёт для выбора выключателей по отключающей способности. Выбор реакторов. Метод расчётных кривых.

8. Переходные процессы при нарушении симметрии трёхфазной цепи. Параметры элементов обратной и нулевой последовательности.

Расчёт переходного процесса при нарушении симметрии трёхфазной цепи.

9. Переходные процессы при особых условиях. Сложные виды повреждений.

Короткие замыкания в длинных линиях. Безопасность работ.

Особенности проектирования и реконструкции электрорадиотехники с учётом эффектов переходных процессов при особых условиях.

10. Замыкания в распределительных сетях и системах электроснабжения. Основные положения. Простое замыкание на землю. Учёт изменения параметров

проводников сети. Учёт местных источников и нагрузок. Безопасность работ. Расчёт токов короткого замыкания в установках напряжением до 1000 В.

11. Оптимизация и координация уровней токов короткого замыкания

Возможности проектирования и реконструкции электрорадиотехники с учётом эффектов короткого замыкания.

Методы и средства ограничения токов короткого замыкания. Оптимизация структуры и параметров сети.

Оптимизация режима заземления нейтралей в электрических сетях. Координация уровней токов короткого замыкания.

Техника безопасности при работах в условиях короткого замыкания.

Практические занятия /лабораторные работы организуются, в том числе, в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

На проведение практических занятий / лабораторных работ в форме практической подготовки отводится: очная форма обучения - 4 ч., очно-заочная форма обучения - 4 ч.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используются:

- электронный курс "-".

5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Опрос) для оценки сформированности компетенции ПКР-10:

1. Основные виды и особенности переходных процессов, характеристики их протекания и влияние на работу электрической системы и ее элементов.
2. Сравнение токов короткого замыкания при различных видах поперечной несимметрии.

1. Работа сети с заземленной и изолированной нейтралью
2. Сравнение токов короткого замыкания при различных видах поперечной несимметрии
3. Схема замещения для расчета токов короткого замыкания. Преобразование схем замещения.
4. Однофазное короткое замыкания в сети с заземленной нейтралью.
5. Трехфазное короткое замыкание в неразветвленной цепи.
6. Система относительных единиц.
7. Примеры вычисления основных параметров.
8. Особенности исследования несимметричных переходных процессов.
9. Ударный ток короткого замыкания.
10. Ударный коэффициент.
11. Параметры синхронных и асинхронных машин, обобщенной нагрузки, воздушных и кабельных линий для токов обратной и нулевой последовательностей.
12. Характеристики и параметры установившегося режима короткого замыкания.
13. Параметры трансформаторов и автотрансформаторов для токов обратной и нулевой последовательностей.
14. Учет нагрузки и ее влияния на ток короткого замыкания.
15. Учет автоматического регулятора возбуждения при внезапном коротком замыкании синхронной машины.
16. Метод типовых кривых
17. Варианты самостоятельной работы.

Особенности учёта сопротивлений при расчётах токов короткого замыкания в системах напряжением до 1000 В.

Критерии оценивания (оценочное средство - Опрос)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы
не зачтено	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, не сформированы

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ПКР-4:

На схеме приведён участок электрической системы, с который входят: система С бесконечной мощности с параметрами: $U_c = 520 \text{ кВ}$; генератор G с параметрами: $S_G = 200 \text{ МВ} \cdot \text{А}$, $U_n = 15,75 \text{ кВ}$, $x''_d = 0,22$; автотрансформатор Т1 с параметрами: $ST_1 = 160 \text{ МВ} \cdot \text{А}$, $U_v / U_c / U_n = 525 / 220 / 11 \text{ кВ}$, $ук_{BC} = 18\%$, $ук_{BH} = 26\%$, $ук_{CH} = 10\%$; автотрансформатор Т2 с параметрами: $ST_2 = 250 \text{ МВ} \cdot \text{А}$, $U_v / U_c / U_n = 242 / 169 / 15,75 \text{ кВ}$, $ук_{BC} = 12,7\%$, $ук_{BH} = 11,8\%$, $ук_{CH} = 17,75\%$

Схема для зачета

Параметры остальных элементов приведены ниже

Таблица 1. Исходные данные

№ варианта	ТЗ			Т4			W1			W2			W3	
	СтЗ, МВ·А	Uв/Uн, кВ	ук, %	Ст4, МВ·А	Uв/Uн, кВ	ук, %	l, к м	x10, Ом/ км	x00, Ом/ км	l, к м	x10, Ом/ км	x00, Ом/ км	l, к м	x10, Ом/ км
1		156/10, 5		32	230/6,6		130	0,42	1,32	95	0,42	1,32	70	0,40
2	16		11	63			150	0,43	1,35	100	0,40	1,32	70	0,41
3				160			210	0,42	1,40	60	0,43	1,38	200	0,44
4				32			95	0,42	1,32	130	0,42	1,32	70	0,40
5	32		10, 5	63			100	0,40	1,32	150	0,43	1,35	70	0,41
6				160			60	0,43	1,38	210	0,42	1,40	200	0,44
7				32			70	0,40	1,40	130	0,42	1,32	95	0,42
8	63		10, 5	63			70	0,41	1,35	150	0,43	1,35	100	0,40
9				160			200	0,44	1,30	210	0,42	1,40	60	0,43
10				32			130	0,42	1,32	70	0,40	1,40	95	0,42
11	16		11	63		12	150	0,43	1,35	70	0,41	1,35	100	0,40
12				160			210	0,42	1,40	200	0,44	1,30	60	0,44

													3	
13				32			95	0,42	1,32	70	0,40	1,40	130	0,2
14	32		10,5	63			100	0,40	1,32	70	0,41	1,35	150	0,3
15						160		60	0,43	1,38	200	0,44	1,30	210
16				32			70	0,40	1,40	95	0,42	1,32	130	0,2
17	63		10,5	63			70	0,41	1,35	100	0,40	1,32	150	0,3
18						160		200	0,44	1,30	60	0,43	1,38	210
19				32			210	0,42	1,40	60	0,43	1,38	200	0,4
20	16		11	63			130	0,42	1,32	95	0,42	1,32	70	0,0
21						160		150	0,43	1,35	100	0,40	1,32	70

- составить схемы замещения прямой, обратной и нулевой последовательностей сети;

Выразить в относительных единицах индуктивное сопротивление ЛЭП, длина которой l и удельное электрическое сопротивление x_0 , приняв за базисные условия базисную мощность $S_{\text{б}}$ и напряжение $U_{\text{б}}$. Исходные данные приведены ниже (таблица 2)

№ варианта	$l, \text{км}$	$x_0, \text{Ом/км}$	$S_0, \text{МВ} \cdot \text{А}$	$U_0, \text{кВ}$
1	100	0,40	100	115
2	120	0,38	200	230
3	140	0,41	300	38,5
4	160	0,39	120	115
5	180	0,42	150	230
6	200	0,40	170	38,5
7	220	0,38	130	115
8	240	0,41	110	230
9	260	0,39	210	38,5
10	280	0,42	250	115
11	290	0,40	345	230
12	270	0,38	265	38,5
13	250	0,41	175	115
14	230	0,39	105	230
15	210	0,42	155	38,5
16	190	0,40	245	115
17	170	0,38	320	230
18	150	0,41	340	38,5
19	130	0,39	220	115
20	110	0,42	115	230

- Расчет параметров схемы замещения двухобмоточного трансформатора.

Определить сопротивление трехфазного двухобмоточного трансформатора с параметрами: номинимальная мощность $S_{нт}$, номинальное высшее напряжение U_v , номинальное низшее напряжение U_n , напряжение короткого замыкания U_k . Исходные данные приведены ниже (таблица 3).

Таблица 3 - Исходные данные для практической работы

«Расчет параметров схемы замещения двухобмоточного трансформатора»

№ варианта	$S_{нт}$, МВ·А	U_v , кВ	U_n , кВ
1	10	115	6,6
2			
3			

4	10	115	10,5
5			
6			
7	10	115	11,0
8			
9			
10	16	115	6,3
11			
12			
13	16	115	6,6
14			
15			
16	16	115	11,0

17			
18			
19	16	115	34,5
20			
21			

Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы
не зачтено	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, не сформированы

5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено			зачтено			
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность	При решении стандартных задач не продемонстрир	Продемонстрированы основные умения.	Продемонстрированы все основные	Продемонстрированы все основные	Продемонстрированы все основные	Продемонстрированы все основные умения.

	оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	ованы основные умения. Имели место грубые ошибки	Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	умения. Решены все основные задачи с отдельными и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПКР-10

5) Двухфазное короткое замыкание в электрической системе.
7) Сравнение токов короткого замыкания при различных видах поперечной несимметрии.
8) Работа сети с заземлённой и изолированной нейтралью. Безопасность работ.
9) Расчёт токов короткого замыкания в электроустановках напряжением до 1000 В
11) Сравнение токов короткого замыкания при различных видах поперечной несимметрии.
17) Режим нормального напряжения и предельного возбуждения синхронных машин при коротком замыкании
20) Ударный ток короткого замыкания. Ударный коэффициент. Безопасность работ.
22) Расчёт установившегося тока короткого замыкания при отсутствии автоматического регулирования возбуждения.
46) Токи короткого замыкания в дальних электропередачах высокого и сверхвысокого напряжения. Безопасность работ.
47) Двухфазное короткое замыкание на землю.

5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПКР-4

1) Основные виды и особенности переходных процессов, характеристики их протекания и влияние на работу электрической системы и её элементов. Безопасность работ.
2) Необходимость и особенности проектирования и реконструкции электрорадиотехники с учётом эффектов переходных процессов и требований техники безопасности

3) Однофазное короткое замыкание в сети с изолированной нейтралью.	
4) Причины возникновения электромагнитных переходных процессов.	
6) Основные допущения, принимаемые при исследованиях и в практических расчётах переходных процессов. Особенности проектирования.	
10) Основные допущения, принимаемые при исследованиях и в практических расчётах переходных процессов. Безопасность работ. Особенности проектирования.	
12) Схема замещения для расчёта токов короткого замыкания. Преобразование схем замещения. Особенности проектирования.	
13) Правило эквивалентности для прямой последовательности.	
14) Расчётные условия при коротких замыканиях. Расчётная схема замещения.	
15) Однофазное короткое замыкание в сети с заземлённой нейтралью.	
16) Трёхфазное короткое замыкание в неразветвленной цепи.	
18) Система относительных единиц. Примеры вычисления основных параметров.	
19) Особенности исследования несимметричных переходных процессов. Особенности проектирования.	
21) Граничные условия при возникновении продольной несимметрии	
26) Влияние и учёт действия автоматического регулятора возбуждения на установившийся ток короткого замыкания. Особенности проектирования.	
28) Учёт нагрузки и её влияния на ток короткого замыкания.	
29) Использование отключающей способности выключателя для расчёта сопротивления системы.	
30) Приближенные вычисления тока короткого замыкания.	
32) Начальное значение тока короткого замыкания.	

34) Сверхпереходные ЭДС и сопротивления синхронной машины.	
35) Метод типовых кривых.	
36) Расчёт начального сверхпереходного и ударного токов короткого замыкания.	
37) Практические методы расчётов токов короткого замыкания. Особенности проектирования.	
38) Дифференциальные уравнения переходного процесса синхронной машины.	
39) Ударный ток короткого замыкания. Ударный коэффициент.	
42) Обобщённый вектор трёхфазной системы.	
43) Метод расчётных кривых при вычислении тока короткого замыкания.	
44) Уравнения Парка-Горева.	
45) Особенности составления схем замещения нулевой последовательности.	
48) Особенности учета сопротивлений при расчётах токов короткого замыкания в системах напряжением до 1000 В. Особенности проектирования.	
49) Влияние качаний синхронных машин на ток короткого замыкания.	
50) Техника безопасности при работах с коротким замыканием. Особенности проектирования.	
23) Параметры синхронных и асинхронных машин, обобщённой нагрузки, воздушных и кабельных линий для токов обратной и нулевой последовательностей.	
24) Характеристики и параметры установившегося режима короткого замыкания.	
25) Применение метода симметричных составляющих для расчёта несимметричных переходных процессов	
27) Параметры трансформаторов и автотрансформаторов для токов	

обратной и нулевой последовательностей.
31) Учёт автоматического регулятора возбуждения при внезапном коротком замыкании синхронной машины.
33) Применение метода симметричных составляющих для расчёта несимметричных переходных процессов.
40) Характеристики и влияние электродвигателей и обобщённой нагрузки на ток в месте короткого замыкания.
41) Двухфазное короткое замыкание на землю. Безопасность работ.

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы
не зачтено	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, не сформированы

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Переходные процессы в электрических системах / Армеев Д.В., Гусев Е.П. - Москва : НГТУ, 2014., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=654540&idb=0>.
2. Ларин А.М. Электромагнитные переходные процессы в электрических системах : учебное пособие / Ларин А.М.; Полковниченко Д.В.; Гуляева И.Б. - Москва : Инфра-Инженерия, 2022. - 268 с. - ISBN 978-5-9729-1065-6., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=870052&idb=0>.
3. Солёная О. Я. Переходные процессы в электрических системах : учебное пособие / Солёная О. Я. - Санкт-Петербург : ГУАП, 2020. - 52 с. - Книга из коллекции ГУАП - Инженерно-технические науки. - ISBN 978-5-8088-1511-7., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=800947&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Ларин Аркадий Михайлович. Электромагнитные переходные процессы в электрических системах : Учебное пособие / Донецкий национальный технический университет. - Вологда :

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

Программное обеспечение лицензионное и свободно распространяемое

Операционная система Microsoft Windows
Пакет прикладных программ Microsoft Office
Правовая система «Консультант плюс»
Браузер Google Chrome

Интернет-ресурсы

Федеральный портал. Российское образование: <http://www.edu.ru/>;
Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии: <http://www.gost.ru/>.
<http://elektromehanika.org/>
Правовая система «Гарант»
Сайт Министерства энергетики РФ. - www.minenergo.gov.ru
Известия вузов «Электромеханика», <http://electromeh.npi-tu.ru/ru/archive/>
<http://novostienergetiki.ru>

Профессиональные базы данных

Информационный проект для работников энергетических служб и студентов электротехнических вузов <http://electrichelp.ru>
Электрика и электроэнергетика <https://pomegerim.ru>
Электричество и электроснабжение <http://enginer-electric.ru>
«Техэксперт» – профессиональные справочные системы <http://техэксперт.рус/>
[26.10.19]

База данных «Электрик» <http://www.electrik.org/> [26.10.19]
ИС «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». Разделы:
Энергетика http://window.edu.ru/catalog/resources?p_rubr=2.2.75.27 [26.10.19]
Электротехника http://window.edu.ru/catalog/?p_rubr=2.2.75.30 [26.10.19]
Онлайн электрик: база данных <https://online-electric.ru/dbase.php> [26.10.19]
База данных Energy & Power Source для профессионалов в области энергетики и исследователей - <http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple> [26.10.19]
Банк изобретений, технологий и научных открытий: <http://www.ntpo.com> [26.10.19]
Научная электронная библиотека www.elibrary.ru [26.10.19]
База данных рецензируемой литературы Scopus <https://www.scopus.com> [26.10.19]
База данных Web of Science <https://apps.webofknowledge.com> [26.10.19]

информационные справочные системы

ГАРАНТ. Информационно-правовой-портал <http://www.garant.ru/>
Правовая система «Консультант плюс»

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению подготовки/специальности 13.03.02 - Электроэнергетика и электротехника.

Автор(ы): Богатырева Анна Валерьевна, кандидат технических наук.

Заведующий кафедрой: Беянин Игорь Владимирович, кандидат технических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 12.01.24, протокол № 5.