

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИИЭ

Матвеев А.С.
«30» 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2019 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Оперативно-диспетчерское управление в энергетических системах			
Направление подготовки	13.04.02 Электроэнергетика и электротехника		
Образовательная программа	“Electric Power Generation and Transportation” (Производство и транспортировка электрической энергии)		
Специализация	“Electric Power Generation and Transportation” (Производство и транспортировка электрической энергии)		
Уровень образования	высшее образование – магистратура		
Курс	1	семестр	1
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	3		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	16	
	Практические занятия	48	
	Лабораторные занятия	-	
	ВСЕГО	64	
Самостоятельная работа, ч		44	
ИТОГО, ч		108	

Вид промежуточной аттестации	Экзамен	Обеспечивающее подразделение	ОЭЭ
------------------------------	---------	------------------------------	-----

И.о. заведующего кафедрой - руководителя ОЭЭ на правах кафедры		Ивашутенко А.С.
Руководитель ООП		Рахматуллин И.А.
Преподаватель		Панкратов А.В.

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
ПК(У)-1	Способен выполнять инженерные проекты с применением оригинальных методов проектирования для достижения новых результатов, обеспечивающих конкурентные преимущества электроэнергетического и электротехнического производства в условиях жестких экономических и экологических ограничений.	И.ПК(У)-1.4	Контролирует и анализирует режимы работы технологического оборудования	ПК(У)-1.4В1	Анализа режимов работы и состояния оборудования технологических объектов, причин отклонения фактических режимов от заданных значений.
				ПК(У)-1.4У1	Осуществлять контроль и анализ режимов работы технологических объектов
				ПК(У)-1.431	Основные технические характеристики и рабочие параметры оборудования технологических объектов
ПК(У)-3	Способен управлять передачей и распределением электрической энергии по электроэнергетическим системам и сетям	И.ПК(У)-3.2	Применяет углубленные естественнонаучные, математические, социально-экономические и профессиональные знания в инженерной деятельности в области оперативного управления в электроэнергетике	ПК(У)-3.2В1	использования научно-технических методов решения инженерных задач
				ПК(У)-3.2У1	анализировать логику различного рода рассуждений
				ПК(У)-3.231	Критерии, на основании которых осуществляется характеристика различных этапов развития науки и техники.
ПК(У)-6	Способен применять нормативно-техническую документацию для разработки проектной документации и при эксплуатации энергообъектов и электротехнических устройств	И.ПК(У)-6.3	Разрабатывает рабочую проектную и научно-техническую документацию в соответствии со стандартами, техническими условиями и другими нормативными документами; составляет оперативную документацию, предусмотренную правилами технической эксплуатации оборудования.	ПК(У)-6.3В1	разработки технической документации при решении определенных задач профессиональной деятельности
				ПК(У)-6.3У1	разрабатывать рабочую техническую документацию в области своей профессиональной деятельности
				ПК(У)-6.331	основных требований, норм и правил оформления научно-технических отчетов, проектной, оперативной и другой технической документации в соответствии с отраслевыми стандартами
ПК(У)-7	Способен осваивать новое электроэнергетическое и электротехническое оборудование; проверять техническое состояние и остаточный ресурс оборудования и организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт.	И.ПК(У)-7.1	Выбирает новое электрооборудование для управления производством и транспортировкой электрической энергии	ПК(У)-7.1В1	проектирования объектов электроэнергетики (электрических станций и подстанций; схем электроснабжения городов и предприятий, электроэнергетических сетей и систем, релейной защиты и автоматики, электрооборудования высокого напряжения)
				ПК(У)-7.1У1	учитывать экологические факторы воздействия объектов электроэнергетики на окружающую среду и обслуживающий персонал в проектных разработках
				ПК(У)-7.131	технических условий проектных разработок объектов электроэнергетики (электрических станций и подстанций; схем электроснабжения городов и предприятий, электроэнергетических сетей и систем, релейной защиты и

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
					автоматики, электрооборудования высокого напряжения)

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	Применять инженерные знания о технических процессах, энергетическом оборудовании, современные методы и инструменты инженерной деятельности для анализа режимов работы технологического оборудования.	И.ПК(У)-1.4
РД 2	Применять углублённые естественнонаучные, математические, социально-экономические и профессиональные знания в инженерной деятельности в области оперативного управления в электроэнергетике для решения задач оптимизации режимов электроэнергетических систем, принятия решений, долгосрочного и краткосрочного планирования.	И.ПК(У)-3.2
РД 3	Применять современные методы и инструменты практической инженерной деятельности при планировании и проведении вычислительного эксперимента для управления режимами электроэнергетических систем и сетей.	И.ПК(У)-6.3
РД 4	Выполнять обработку и анализ данных, полученных при расчётах и оптимизации режимов электроэнергетических систем и сетей, для использования результатов в процессе эксплуатации электроустановок.	И.ПК(У)-7.1

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	Объем времени, ч.
Раздел 1. Структура, задачи и функции оперативно-диспетчерского управления в энергетических системах	РД1	Лекции	4
		Практические занятия	4
		Самостоятельная работа	5
Раздел 2. Управление режимами	РД1, РД2,	Лекции	10

электроэнергетических систем	РД3, РД4	Практические занятия	40
		Самостоятельная работа	34
Раздел 3. Оперативно-диспетчерское управление в условиях оптового и розничного рынков электроэнергии и мощности	РД2, РД3, РД4	Лекции	2
		Практические занятия	4
		Самостоятельная работа	5

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Структура, задачи и функции оперативно-диспетчерского управления в энергетических системах

Основные понятия и определения. История и тенденции. Электроэнергетические системы (ЭЭС) с физической и эксплуатационной точек зрения. Потребление, производство, технологии, оборудование, топливо, сети, центры управления. Организация электроэнергетики. Иерархия процессов принятия решений. Функции диспетчеризации на разных уровнях. Роль системы управления энергопотреблением. Субъекты оперативно-диспетчерского управления. Оперативный персонал. Оперативное управление в энергосистемах. Долгосрочное и краткосрочное планирование (прогнозирование) режимов энергосистемы. Подготовка оперативного персонала и поддержание его квалификации. Цели тренировок оперативного персонала. Тренажёры для проведения тренировок. Организация тренировок по противоаварийному управлению.

Темы лекций:

1. Основные понятия и определения.
2. Структура, задачи и функции оперативно-диспетчерского управления.

Темы практических занятий:

1. Основные понятия и определения.
2. Выбор темы и подготовка плана исследования.

Раздел 2. Управление режимами электроэнергетических систем

Эксплуатация и управление энергосистемой в современных центрах управления энергосистемой. Информационное обеспечение задач оперативно-диспетчерского управления режимами энергосистем. Виды режимов работы энергосистем. Управление нормальными режимами энергосистем. Регулирование частоты и перетоков активной мощности. Первичное, вторичное и третичное регулирование частоты. Регулирование напряжения и перетоков реактивной мощности. Регулирование напряжения с помощью узловых и линейных регулирующих устройств. Качество электроэнергии. Прогнозирование энергопотребления. Виды аварий и причины их возникновения. Предотвращение развития и ликвидация нарушений нормального режима в электрической части энергосистем. Взаимодействие оперативного персонала при ликвидации аварий. Восстановление нормального режима после аварий. Восстановление нормального режима при перегрузках и отключениях линий электропередачи. Ликвидация асинхронных режимов. Расчёты режимов при оперативно-диспетчерском управлении. Обзор нормативно-технической документации.

Темы лекций:

1. Эксплуатация и управление энергосистемой в современных центрах управления энергосистемой.
2. Информационное обеспечение задач оперативно-диспетчерского управления режимами энергосистем.
3. Виды режимов работы энергосистем. Управление режимами энергосистем.
4. Регулирование частоты и перетоков активной мощности.

5. Регулирование напряжения и потоков реактивной мощности.

Темы практических занятий:

1. Первичное, вторичное и третичное регулирование частоты.
2. Расчёт режимов работы линии электропередачи.
3. Применение компенсирующих устройств и регулирование напряжения.
4. Исследование режимов работы трансформаторов.
5. Расчёты режимов при оперативно-диспетчерском управлении.

Раздел 3. Оперативно-диспетчерское управление в условиях оптового и розничного рынков электроэнергии и мощности

Цели и задачи оперативно-диспетчерского управления энергоснабжением предприятия в условиях рынка. Оптовый рынок электроэнергии и мощности. Розничный рынок электроэнергии и мощности.

Темы лекций:

1. Оперативно-диспетчерское управление в условиях оптового и розничного рынков электроэнергии и мощности

Темы практических занятий:

1. Оптовый рынок электроэнергии и мощности.
2. Розничный рынок электроэнергии и мощности.

5. Организация самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины (модуля) предусмотрена в следующих видах и формах:

- работа с лекционным материалом, материалом практических занятий, лабораторных работ, поиск и анализ источников информации по теме реферата (исследования);
- работа в онлайн-курсе (изучение теоретического материала, выполнение заданий и контролируемых мероприятий);
- изучение тем, вынесенных на самостоятельную работу;
- подготовка к практическим занятиям;
- выполнение отчётов по практическим работам, решение практических задач;
- выполнение реферата (исследования);
- подготовка к оценивающим мероприятиям.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература:

1. ГОСТ Р 57114-2016 «Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы. Электроэнергетические системы. Оперативно-диспетчерское управление в электроэнергетике и оперативно-технологическое управление. Термины и определения».
2. Wood A. J., Wollenberg B. F. and Sheblé G. B. Power Generation, Operation, and Control: John Wiley & Sons, Inc., 2014.
3. Electric Energy Systems: Analysis and Operation / Gomez-Exposito A. J., Conejo A. J., Canizares C.: Taylor & Francis Group, LLC, 2009.
4. Power System Stability and Control / Grigsby L. L.: Taylor & Francis Group, 2012.
5. Anderson P. M., Fouad A. A. Power System Control and Stability: IEEE Press, 2003.

6. Kundur P., Power System Stability and Control: McGraw-Hill, 1994.

Дополнительная литература:

1. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации, утвержденных приказом Минэнерго РФ от 19.06.2003 № 229 (СО 153-34.20.501-2003).
2. Стандарт организации АО «СО ЕЭС» СТО 59012820.29.020.002-2012 «Релейная защита и автоматика. Взаимодействие субъектов электроэнергетики, потребителей электрической энергии при создании (модернизации) и организации эксплуатации».
3. Стандарт организации АО «СО ЕЭС» СТО 59012820.35.240.006-2016 «Средства диспетчерского и технологического управления. Системы регистрации диспетчерских переговоров. Нормы и требования».
4. Стандарт организации ОАО «СО ЕЭС» СТО 59012820.27.010.007-2015 «Подготовка и проведение противоаварийных тренировок с диспетчерским персоналом ОАО «СО ЕЭС».
5. Стандарт организации СТО 59012820.03.100.30.004-2015 ОАО «СО ЕЭС» «Профессиональная подготовка, поддержание и повышение квалификации персонала ОАО «СО ЕЭС»».
6. Автоматическое управление электроэнергетическими системами в нормальных и аварийных режимах: учебное пособие / Р.А. Вайнштейн, В.В. Шестакова, И.М. Кац; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Энергетический институт (ЭНИН), Кафедра электроэнергетических систем (ЭЭС). — Томск: Изд-во ТПУ, 2013. — Ч. 1. — 1 компьютерный файл (pdf; 1.5 MB). — 2013. — Заглавие с титульного экрана. — Электронная версия печатной публикации. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Системные требования: Adobe Reader. Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2013/m317.pdf>.
7. Автоматическое управление электроэнергетическими системами в нормальных и аварийных режимах: учебное пособие / Р.А. Вайнштейн, В. В. Шестакова, И. М. Кац; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Энергетический институт (ЭНИН), Кафедра электроэнергетических систем (ЭЭС). — Томск: Изд-во ТПУ, 2013. — Ч. 2. — 1 компьютерный файл (pdf; 1.4 MB). — 2013. — Заглавие с титульного экрана. — Электронная версия печатной публикации. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Системные требования: Adobe Reader. Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2013/m318.pdf>.
8. Оперативное управление в энергосистемах: учеб. Пособие/ Е.В. Калентионок, В.Г. Прокопенко, В.Т. Федин. – Минск: Выш. шк., 2007. – 351 с.
9. Методические указания по устойчивости энергосистем / Министерство энергетики Российской Федерации. — Москва: НЦ ЭНАС, 2004. — 16 с. — Утверждено Приказом Минэнерго России от 30 июня 2003 г. № 277.
10. Управление мощными энергообъединениями / Н.И. Воропай, В.В. Ершевич, Я.Н. Лугинский и др. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 564 с.
11. Чебан В.М., Ландман А.К., Фишов А.Г. Управление режимами электроэнергетических систем в аварийных ситуациях. – М.: Высшая школа, 1990. – 144 с.
12. Основы управления режимами энергосистем по частоте и активной мощности, по напряжению и реактивной мощности [Электронный ресурс] : учебное пособие / Р.А. Вайнштейн, Н.В. Коломиец, В.В. Шестакова. — 1 компьютерный файл (pdf; 664 KB). — Томск: Изд-во ТПУ, 2010. — Заглавие с титульного экрана. — Электронная версия печатной публикации. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Системные требования: Adobe Reader. Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2011/m235.pdf>.

13. Reactive Power Control in AC Power Systems: Fundamentals and Current Issues // Reactive Power Control in AC Power Systems / Tabatabaei N. M., J. A. A., Bizon N., Blaabjerg F. Springer International Publishing AG, 2017.
14. Abur A., Exposito A.G. Power System State Estimation: Theory and Implementation, Marcel Dekker, Inc., Cismarron Road, Monticello, New York, 2004.
15. Glover, J.D., M.S. Sarma, and T.J. Overbye, *Power System Analysis and Design*. 2012, USA: Cengage Learning.
16. Bevrani H. Robust Power System Frequency Control, Springer Science & Business Media, 2014.
17. Shahidehpour M., Yamin H., Li Z. Market Operations in Electric Power Systems: Forecasting, Scheduling, and Risk Management: John Wiley and Sons, Inc., Publication, 2008.
18. Savulescu Savu C. Real-Time Stability Assessment in Modern Power System Control Centers distribution / editor, Savulescu Savu C., John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2009.
19. Regulation of the Power Sector / editor, Ignacio J. Pérez-Arriaga, Springer-Verlag, London, 2013.
20. Electric Power Systems. Edited by Michel Crappe: John Wiley and Sons, Inc., Publication, 2008.
21. A. Short, Electric Power Distribution Equipment and Systems. – CRC Press Taylor and Francis Group, 2007.

6.2. Информационное обеспечение

Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы доступны по ссылке: <https://www.lib.tpu.ru/html/irs-and-pdb>.

1. Электронный курс «Dispatch Control in Power Systems». Режим доступа: <https://stud.lms.tpu.ru/enrol/index.php?id=3280>.
- Профессиональные Базы данных:
1. Научно-электронная библиотека eLIBRARY.RU - <https://elibrary.ru/defaultx.asp>
- Информационно-справочные системы:
1. Информационно-справочных система «Кодекс» - <http://kodeks.lib.tpu.ru/>
 2. Электронно-библиотечная система «Консультант студента» <http://www.studentlibrary.ru/>
 3. Электронно-библиотечная система «Лань» - <https://e.lanbook.com/>
 4. Электронно-библиотечная система «Юрайт» - <https://urait.ru/>
 5. Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM» - <https://new.znanium.com/>

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

1. MATLAB/Simulink – Академическая лицензия.
2. Rastr Win 3 – Академическая лицензия.
3. NEPLAN – Академическая лицензия.
4. PowerWorld Simulator – Академическая лицензия.
5. Document Foundation LibreOffice.

7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование для практических и лабораторных занятий:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Аудитория для проведения учебных занятий всех	Комплект учебной мебели на 33

типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс) 634037 Томская область, г. Томск, улица Усова, д.7, 127.	посадочных мест; Шкаф для одежды - 1 шт.; Тумба подкатная - 2 шт.; Компьютер - 50 шт.
--	---

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника “Electric Power Generation and Transportation” (Производство и транспортировка электрической энергии) приема 2019 г., очная форма обучения.

Разработчик(и):

Должность	Подпись	ФИО
Доцент ОЭЭ		Панкратов А.В.

Программа одобрена на заседании Отделения Электроэнергетики и электротехники (протокол от «27» июня 2019 г. № 6).

И.о. заведующего кафедрой –
руководителя ОЭЭ на правах кафедры
к.т.н., доцент

 /Ивашутенко А.С./

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании ОЭЭ протокол
2019/2020 учебный год	1. Изменено содержание разделов рабочей программы дисциплины «Оперативно-диспетчерское управление в энергетических системах»; 2. Обновлено программное обеспечение.	От 27.06.2019 г. № 6