

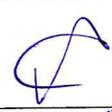
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
 ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
 ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
 «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ  
 УНИВЕРСИТЕТ»

 УТВЕРЖДАЮ  
 Директор ИШЭ  
 Матвеев А.С.  
 «30» 06 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ПРИЕМ 2019 г.**  
**ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная**

| <b>Противоаварийное управление в энергосистемах</b>     |  |     |
|---|--|-----|
| Направление подготовки/<br>специальность                | 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника  |     |
| Образовательная программа<br>(направленность (профиль)) | Electric Power Generation and Transportation<br>(Производство и транспортировка электрической энергии)   |     |
| Специализация   | «Electric Power Generation and Transportation»<br>(Производство и транспортировка электрической энергии) |     |
| Уровень образования                                     | высшее образование - магистратура  |     |
| Курс  | 1      семестр      1  |     |
| Трудоемкость в кредитах<br>(зачетных единицах)          | 3  |     |
| Виды учебной деятельности                               | Временной ресурс   |     |
| Контактная (аудиторная)<br>работа, ч                    | Лекции   | 16  |
|   | Практические занятия   | -   |
|   | Лабораторные занятия   | 32  |
|   | ВСЕГО  | 48  |
| Самостоятельная работа, ч                               |  | 60  |
| ИТОГО, ч  |  | 108 |

|                              |                |                              |                |
|------------------------------|----------------|------------------------------|----------------|
| Вид промежуточной аттестации | <b>Экзамен</b> | Обеспечивающее подразделение | <b>ОЭЭ ИШЭ</b> |
|------------------------------|----------------|------------------------------|----------------|

|   |  |                  |
|---|--|------------------|
| И.о. заведующего кафедрой -<br>руководителя ОЭЭ на правах<br>кафедры<br>Руководитель ООП<br>Преподаватель |   | Ивашутенко А.С.  |
|   |  | Рахматуллин И.А. |
|   |   | Рубан Н.Ю.       |

## 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся 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  |
| ОПК(У)-1        | Способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать критерии оценки  | И.ОПК(У)-1.1                      | Формулирует цели и задачи исследования  | -   | -   |
|                 |   |                                   |   | ОПК(У)-1.1У1  | Умеет анализировать состояние научно-технической проблемы в области электроэнергетики, определять цель исследования, методы и средства ее реализации  |
|                 |   |                                   |   | ОПК(У)-1.131  | Знает основные научные направления развития науки и техники в области электроэнергетики   |
|                 |   | И.ОПК(У)-1.2                      | Выставляет приоритеты при решении задач   | ОПК(У)-1.2В1  | Владеет опытом решения исследовательских задач  |
|                 |   |                                   |   | ОПК(У)-1.2У1  | Умеет искать и выработать решения исследовательских задач с использованием профессиональных знаний  |
|                 |   |                                   |   | ОПК(У)-1.231  | Знает технику расстановки приоритетов при решении исследовательских задач   |
|                 |   | И.ОПК(У)-1.3                      | Формулирует критерии оценки принятых решений  | ОПК(У)-1.3В1  | Владеет опытом формализации решения исследовательских задач   |
|                 |   |                                   |   | ОПК(У)-1.3У1  | Умеет выбрать или создать критерии оценки принимаемых решений   |
|                 |   |                                   |   | ОПК(У)-1.331  | Знает методы и принципы выбора и создания критериев оценки принимаемых решений  |
| ПК(У)-3         | Способен управлять передачей и распределением электрической энергии по электроэнергетическим системам и сетям   | И.ПК(У)-3.3                       | Учитывает влияние режимов работы электроэнергетических систем на функционирование релейной защиты и противоаварийной автоматики                       | ПК(У)-3.3В1   | работы с техническими средствами управления режимами электроэнергетических и электротехнических объектов/ работы с системами автоматизированного проектирования   |
|                 |   |                                   |   | ПК(У)-3.3У1   | применять компьютерную технику и информационные технологии в своей профессиональной деятельности  |
|                 |   |                                   |   | ПК(У)-3.331   | актуальных задач и проблем электроэнергетики и электротехники/ современных аналитических методов и моделей комплексного инженерного анализа   |
| ПК(У)-6         | Способен применять нормативно-техническую документацию для разработки проектной документации и при эксплуатации энергообъектов и электротехнических устройств | И.ПК(У)-6.5                       | Уметь разрабатывать в соответствии с общепринятыми стандартами проектную документацию по проектированию релейной защиты и противоаварийной автоматики | ПК(У)-6.5В1   | разработки технической документации при решении определенных задач профессиональной деятельности  |
|                 |   |                                   |   | ПК(У)-6.5У1   | Разрабатывать рабочую техническую документацию в области своей профессиональной деятельности/ анализировать существующую и разрабатывать самостоятельно техническую документацию/ использовать нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации электроэнергетических и электротехнических объектов |

|         |   |             |   |             |   |
|---------|---|-------------|---|-------------|---|
|         |   |             |   | ПК(У)-6.531 | основных требований, норм и правил оформления научно-технических отчетов, проектной, оперативной и другой технической документации в соответствии с отраслевыми стандартами/ порядка разработки и состава научно-технической, проектной, монтажной, наладочной и ремонтной документации/основ систем менеджмента качества (СМК) и технологии разработки документов для внедрения и поддержания СМК на предприятиях (организациях и учреждениях) электроэнергетического и электротехнического профилей |
| 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)-7.2 | Применяет знания релейной защиты и противоаварийной автоматики для решения задач расчёта и анализа данных устройств | ПК(У)-7.2В1 | освоения нового электроэнергетического и электротехнического оборудования   |
|         |   |             |   | ПК(У)-7.2У1 | выбирать новое оборудование для замены существующего в процессе эксплуатации, оценивать его достоинства и недостатки/ проверять техническое состояние и остаточный ресурс электроэнергетического и электротехнического оборудования   |
|         |   |             |   | ПК(У)-7.2З1 | состояния и тенденций развития современного отечественного и зарубежного электроэнергетического и электротехнического оборудования/ методов и способов проведения работ по техническому обслуживанию электроэнергетического и электротехнического оборудования/ методов и способов оценки технического состояния и остаточного ресурса электроэнергетического и электротехнического оборудования  |

## 2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной части вариативного междисциплинарного профессионального модуля 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  | Способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать критерии оценки  | И.ОПК(У)-1.1<br>И.ОПК(У)-1.2<br>И.ОПК(У)-1.3 |
| РД-2  | Способен оценивать влияние режимов работы электроэнергетических систем на функционирование устройств противоаварийной автоматики                          | И.ПК(У)-3.3                                  |
| РД-3  | Применяет актуальную нормативно-техническую документацию в области проектирования и эксплуатации противоаварийной автоматики электроэнергетических систем | И.ПК(У)-6.5                                  |
| РД-4  | Способен обеспечить ввод в эксплуатацию и техническое обслуживание микропроцессорных устройств противоаварийной автоматики электроэнергетических систем   | И.ПК(У)-7.2                                  |

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. |
|--|--|---------------------------|-------------------|
| <b>Раздел 1. Положения по структуре и назначению системы противоаварийной автоматики электроэнергетических систем.</b> | РД-1,<br>РД-3                                | Лекции                    | <b>4</b>          |
|  |  | Практические занятия      | -                 |
|  |  | Лабораторные занятия      | <b>8</b>          |
|  |  | Самостоятельная работа    | <b>16</b>         |
| <b>Раздел 2. Управляющие воздействия, их эффективность и исполнение</b>  | РД-1,<br>РД-2,<br>РД-3                       | Лекции                    | <b>4</b>          |
|  |  | Практические занятия      | -                 |
|  |  | Лабораторные занятия      | <b>8</b>          |
|  |  | Самостоятельная работа    | <b>14</b>         |
| <b>Раздел 3. Средства противоаварийного управления</b>   | РД-2,<br>РД-3,<br>РД-4                       | Лекции                    | <b>4</b>          |
|  |  | Практические занятия      | -                 |
|  |  | Лабораторные занятия      | <b>8</b>          |
|  |  | Самостоятельная работа    | <b>16</b>         |
| <b>Раздел 4. Специальные устройства автоматики для предотвращения возникновения и развития аварий в энергосистемах</b> | РД-2,<br>РД-3,<br>РД-4                       | Лекции                    | <b>4</b>          |
|  |  | Практические занятия      | -                 |
|  |  | Лабораторные занятия      | <b>8</b>          |
|  |  | Самостоятельная работа    | <b>14</b>         |

##### Содержание разделов дисциплины:

##### **Раздел 1. Положения по структуре и назначению системы противоаварийной автоматики электроэнергетических систем.**

Изучение положений по структуре и назначению системы противоаварийной автоматики электроэнергетических систем.

##### **Темы лекций:**

1. Положения по структуре и назначению системы противоаварийной автоматики электроэнергетических систем (ЭЭС): цели и задачи противоаварийной автоматики; возможные нарушения режима работы электроэнергетических систем без противоаварийной автоматики; Принципы построения системы противоаварийной автоматики.
2. Модели отдельных элементов электроэнергетической системы, используемые для анализа установившихся и переходных режимов. Комплексные модели частей электроэнергетической системы. Предельная передаваемая мощность. Установившееся послеаварийное состояние и переход к нему с изменением частоты. Устойчивость по частоте. Устойчивость по напряжению. Термическая устойчивость элементов энергосистемы.

##### **Названия лабораторных работ:**

1. Исследование переходного процесса при возмущении в электрической сети.
2. Анализ воздействия регуляторов частоты вращения генераторов на переходные процессы в энергосистеме.

##### **Раздел 2. Управляющие воздействия, их эффективность и исполнение**

Изучение управляющих воздействий, их эффективности и исполнения.

##### **Темы лекций:**

1. Характеристика видов управляющих воздействий. Влияние управляющих воздействий

в послеаварийных состояниях ЭЭС. Влияние управляющих воздействий на переходный процесс от исходного состояния к квазиустановившемуся.

2. Исполнение управляющих воздействий на электростанции. Исполнение управляющих воздействий в электрической сети. Передача информации для противоаварийной автоматики. Пусковые органы, выявляющие аварийное возмущение.

**Названия лабораторных работ:**

1. Отключение генераторов как средство сохранения устойчивости.
2. Электрическое торможение как средство сохранения устойчивости.

**Раздел 3. Средства противоаварийного управления**

Анализ средств противоаварийного управления.

**Темы лекций:**

1. Структуры, взаимодействие и резервирование в противоаварийной автоматике. Пусковые органы, выявляющие аварийный режим. Алгоритмы расчета управляющих воздействий (УВ) для устойчивости параллельной работы. Методы и виды моделей и алгоритмов.

2. Функционирование алгоритма в реальном времени. Исходные положения расчета УВ по предел-модели. Расчет и оптимизация управляющих воздействий. Расчет и оптимизация УВ в трехузловой эквивалентной схеме.

**Названия лабораторных работ:**

1. Аварийное регулирование турбин как средство для сохранения устойчивости.

**Раздел 4. Специальные устройства автоматики для предотвращения возникновения и развития аварий в энергосистемах**

Изучение специальных устройств автоматики для предотвращения возникновения и развития аварий в энергосистемах.

**Темы лекций:**

1. Условия работы современных энергосистем. Последствия нарушения устойчивости. Условная последовательность действия устройств автоматики, снижающих вероятность развития аварии. Автоматическое повторное включение. Автоматическое включение резерва. Автоматическое управление активной мощностью для сохранения устойчивости. Автоматика ликвидации асинхронного режима.

2. Автоматическая частотная разгрузка. Статические и динамические характеристики энергосистем при дефиците мощности. Последствия снижения частоты в энергосистемах. Выбор параметров устройств автоматической частотной разгрузки. Аппаратура для выполнения автоматической частотной разгрузки.

**Названия лабораторных работ:**

1. Анализ процессов изменения частоты при дефиците мощности и исчерпании резерва. Моделирование и анализ АЧР.

**5. Организация самостоятельной работы студентов**

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

- Работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- Подготовка к лабораторным работам;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям;

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

## 6.1. Учебно-методическое обеспечение

### Основная литература

1. Вайнштейн, Р. А. Автоматическое управление электроэнергетическими системами в нормальных и аварийных режимах: учебное пособие. В 2 частях. Часть 1 / Р. А. Вайнштейн, В. В. Шестакова, И. М. Кац; Национальный исследовательский Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во ТПУ, 2013. – URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2013/m317.pdf> (дата обращения: 27.08.2019). – Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. – Текст: электронный.
2. Вайнштейн Р. А. Автоматическое управление электроэнергетическими системами в нормальных и аварийных режимах: учебное пособие В 2 частях. Часть 2 / Р. А. Вайнштейн, В. В. Шестакова, И. М. Кац; Национальный исследовательский Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во ТПУ, 2013. – URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2013/m318.pdf> (дата обращения: 27.08.2019). – Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. – Текст: электронный.
3. Овчаренко Н. И. Автоматика энергосистем: учебник для вузов / Н. И. Овчаренко. – Москва: Издательский дом МЭИ, 2017. – Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента". – URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011171.html> (дата обращения: 28.08.2019). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. ГОСТ Р 55105-2019 «Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы. Оперативно-диспетчерское управление. Автоматическое противоаварийное управление режимами энергосистем. Противоаварийная автоматика энергосистем. Нормы и требования» [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.consultant.ru/popular/>.
5. Постановление правительства РФ от 13.08.2018 (ред. 08.12.2018) "Об утверждении Правил технологического функционирования электроэнергетических систем и о внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации "[Электронный ресурс]. – URL: <http://www.consultant.ru/popular/>.

### Дополнительная литература

1. Дьяков А. Ф. Микропроцессорная автоматика и релейная защита электроэнергетических систем: учеб. пособие для вузов / А. Ф. Дьяков, Н. И. Овчаренко. – 2-е изд., стер. – Москва: Издательский дом МЭИ, 2010. – 336 с. – Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента". – URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383004678.html> (дата обращения: 27.08.2019). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Автоматика энергосистем: учебное пособие / Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ); сост. М. В. Андреев, Ю. С. Боровиков, А. С. Гусев, А. О. Сулайманов. – Томск: Изд-во ТПУ, 2015. – URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2015/m329.pdf> (дата обращения: 27.08.2019). – Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. – Текст: электронный.
3. Вайнштейн Р. А. Основы противоаварийной автоматики в электроэнергетических системах: учебное пособие / Р. А. Вайнштейн, Е. А. Пономарев, А. А. Наумов, Р. В. Разумов. – Томск; Чебоксары: Изд-во РИЦ СРЗАУ, 2015. – 180 с.
4. СТО 59012820.29.020.001-2020. Стандарт АО «СО ЕЭС» «Релейная защита и автоматика. Автоматическое противоаварийное управление режимами энергосистем. Устройства локальной автоматики предотвращения нарушения устойчивости. Нормы и требования». Утвержден и введен в действие 27.02.2019. [http://soups.ru/fileadmin/files/laws/standards/st\\_lapnu\\_2020.pdf](http://soups.ru/fileadmin/files/laws/standards/st_lapnu_2020.pdf). Режим доступа: свободный.
5. СТО 59012820.29.020.004-2018. Стандарт АО «СО ЕЭС». Релейная защита и автоматика. Автоматическое противоаварийное управление режимами энергосистем. Противоаварийная автоматика. Нормы и требования. Утвержден и введен в действие 30.03.2018. [http://soups.ru/fileadmin/files/laws/standards/st\\_pa\\_300318\\_1.pdf](http://soups.ru/fileadmin/files/laws/standards/st_pa_300318_1.pdf). Режим доступа: свободный.

6. СТО 56947007-33.040.20.142-2013. Типовые алгоритмы локальных устройств противоаварийной автоматики (ПА) (ФОЛ, ФОДЛ, ФОТ, ФОДТ, ФОБ). Утверждён и введён в действие 20.07.2013. [https://www.fsk-ees.ru/upload/docs/35.89\\_sto\\_56947007-3304020142-2013.pdf](https://www.fsk-ees.ru/upload/docs/35.89_sto_56947007-3304020142-2013.pdf). Режим доступа: свободный.

## 6.2 Информационное и программное обеспечение

Internet-ресурсы (в т.ч. в среде LMS MOODLE и др. образовательные и библиотечные ресурсы):

1. Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы доступны по ссылке: <https://www.lib.tpu.ru/html/irs-and-pdb>.
2. 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:

1. Microsoft Office 2013 Standard Russian Academic;
2. Document Foundation LibreOffice.

## 7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее оборудование для лекционных и практических занятий:

| № | Наименование специальных помещений   | Наименование оборудования  |
|---|--|--|
| 1 | Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная аудитория) 634034 Томская область, г. Томск, Усова улица, д.7, 317  | Комплект учебной мебели на 40 посадочных мест; Проектор - 1 шт.; Компьютер - 1 шт. |
| 2 | Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс) 634034 Томская область, г. Томск, Усова улица, д.7, 126 | Комплект учебной мебели на 16 посадочных мест; Компьютер - 20 шт.                  |
| 3 | Аудитория для самостоятельной работы: 634034, Томская область, г. Томск, Белинского улица, 53а, 210  | Комплект учебной мебели на 25 посадочных мест; Компьютер - 15 шт.; Принтер - 4 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 |         | Рубан Н.Ю. |

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./  
подпись

**Лист изменений рабочей программы дисциплины:**

| Учебный год                 | Содержание /изменение   | Обсуждено на заседании<br>ОЭЭ<br>(протокол) |
|-----------------------------|---|---|
| 2019/2020<br>учебный<br>год | <ol style="list-style-type: none"><li>1. Изменено содержание разделов рабочей программы дисциплины «Противоаварийное управление в энергосистемах»</li><li>2. Обновлено программное обеспечение.</li></ol> | От 27.06.2019 г.<br>№ 6.                    |