

**ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ**

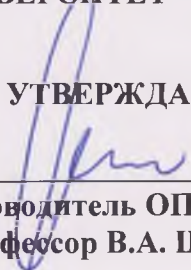


**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования**

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**УТВЕРЖДАЮ**

  
Руководитель ОПОП ВО  
Профессор В.А. Шпенст

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ  
ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ  
ОСНОВЫ НАУЧНОГО ПОДХОДА К ИССЛЕДОВАНИЮ И  
ФОРМИРОВАНИЮ РЕЖИМОВ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ И  
ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

<b>Уровень высшего образования:</b>	Подготовка кадров высшей квалификации
<b>Направление подготовки:</b>	13.06.01 Электро- и теплотехника
<b>Направленность (профиль):</b>	Электротехнические комплексы и системы
<b>Форма обучения:</b>	очная
<b>Нормативный срок обучения:</b>	4 года
<b>Составитель:</b>	д.т.н., профессор Я.Э. Шклярский

Санкт-Петербург

## ВВЕДЕНИЕ

Настоящие методические рекомендации разработаны на основе рабочей программы дисциплины «Основы научного подхода к исследованию и формированию режимов электропотребления и электроснабжения промышленных предприятий» предназначены для проведения практических занятий по дисциплине.

Процесс изучения дисциплины обучающимися направлен на закрепление формирования профессиональных компетенций:

- способность использовать достижения теории электротехнических комплексов и систем, физическое, математическое, имитационное и компьютерное моделирование компонентов электротехнических комплексов и систем (ПК-1);

- способность к анализу и систематизации научно-технической информации, обоснованию технических и технологических критериев оценки принимаемых решений в области проектирования, создания и эксплуатации электротехнических комплексов и систем (ПК-2);

- способность разработки, структурного анализа и параметрического синтеза электротехнических комплексов и систем, их оптимизации, а также разработки алгоритмов эффективного управления (ПК-3);

- способность проводить исследования электротехнических комплексов и систем в различных режимах функционирования при разнообразных внешних воздействиях (ПК-4);

- способность разрабатывать предложения по безопасной и эффективной эксплуатации электротехнических комплексов и систем (ПК-5).

В результате изучения дисциплины обучающийся должен демонстрировать способность и готовность:

в научно-исследовательской деятельности:

- проводить теоретические и экспериментальные исследования в области электротехнических наук и производств;

- эксплуатировать современное исследовательское оборудование и приборы;

- проводить физическое, математическое, имитационное и компьютерное моделирование компонентов электротехнических комплексов и систем.

в научно-инновационной деятельности (в соответствии с профилем подготовки):

- анализировать и систематизировать информацию о новейших разработках и проблемах в области электротехнических наук и производств;
- разрабатывать новые методы исследований;
- иметь навыки оценки эффективности деятельности предприятий промышленности в области эксплуатации электротехнических установок и комплексов.

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

Процесс обучения в аспирантуре предусматривает практические занятия. Практические занятия играют важную роль в выработке у обучающихся навыков применения полученных знаний для решения практических задач совместно с преподавателем. Традиционно практические занятия проводятся через 2–3 лекции и логически продолжают работу, начатую на лекции.

### **1. Цель практических занятий.**

Практические занятия призваны углублять, расширять, детализировать знания, полученные на лекции в обобщенной форме и содействовать выработке навыков профессиональной деятельности. Они развивают научное мышление и речь, позволяют проверить знания обучающихся и выступают как средство оперативной обратной связи.

Практическое занятие имеет важное значение в подготовке аспиранта, и позволяет:

1. Научить правильно распознавать, с какими объектами приходится иметь дело в каждом конкретном случае выполнения профессиональных обязанностей.

2. Сформировать профессиональные умения и практические навыки работы с каждым объектом.

Преподаватель выполняет *консультирующую, координирующую и*

*направляющую* функцию. На практических занятиях очень высока степень самостоятельности обучающихся. На нее отводится 70% учебного времени занятия.

## **2. Виды практических занятий**

Вид практического занятия определяется содержанием темы, характером рекомендуемых по ней литературных источников, уровнем подготовки обучающихся данной группы, их специальностью, необходимостью увязать преподавание той или иной учебной дисциплины с профилем вуза и другими факторами. Вид практики призван способствовать наиболее полному раскрытию содержания и структуры обсуждаемой на нем темы, обеспечить наибольшую активность обучающихся, решение познавательных и воспитательных задач. Гибкость видов практических занятий, широкие возможности постоянного их совершенствования позволяют преподавателю наиболее полно осуществлять обратную связь с обучаемыми, выясняя для себя ряд вопросов, имеющих важное значение для постановки всего учебного процесса.

Наиболее распространенным видом проведения практических занятий является *развернутая беседа*. Данный вид предполагает: подготовку обучающихся по всем вопросам практики с единым для группы перечнем рекомендованной литературы; выступления обучающихся (по их желанию или же по вызову преподавателя); обсуждение выступлений, вступление и заключение преподавателя по отдельным вопросам и практики в целом.

Развернутая беседа позволяет вовлечь в обсуждение поставленных вопросов максимум обучающихся, разумеется, при использовании всего арсенала средств их активизации; постановку хорошо продуманных, четко сформулированных дополнительных вопросов к выступающему и всей группе; умелую концентрацию внимания обучающихся на сильных и слабых сторонах выступлений товарищей; своевременное акцентирование интересов обучающихся на новых моментах, возникающих в процессе обсуждения практической темы.

Возрастающий уровень практических занятий требует, чтобы выступление обучающегося носило, как правило, цельный и всесторонний характер и тем

самым приближалось как по содержанию, так и по форме к докладу. Остальным участникам практики предоставляется возможность дополнять, корректировать, если в этом возникает необходимость, выступление своего товарища.

Развернутая беседа на основе подготовки всех обучающихся по каждому пункту плана практики не исключает возможности заслушивания сообщений отдельных обучающихся, получивших от преподавателя предварительное задание по тем или иным дополнительным вопросам. Но во всех случаях подобные сообщения выступают не в качестве основы для обсуждения, а только дополнением к обсуждению стоящих в плане вопросов. Иначе обстоит дело в следующей форме практических занятия — системе докладов. Здесь доклады аспирантов и их обсуждение составляют как бы стержень всего семинара.

*Методика проведения практики с обсуждением докладов* обучающихся подразумевает большое разнообразие вариантов. Иногда преподаватель сам или по желанию аспирантов назначает докладчиков, содокладчиков, оппонентов. Оппоненты и содокладчики должны предварительно ознакомиться с содержанием докладов, иначе их выступления окажутся повторением сказанного или не будут связаны с ним. Слабость этого варианта в том, что значительная часть участников семинара, а точнее почти все, кроме докладчиков и содокладчиков, будут в стороне от обсуждения. Да и сами выступающие готовят специально лишь один вопрос, остальной материал нередко остается у них не освоенным в достаточной степени. И все же одно-два занятия такого рода провести можно. Они вызывают определенный интерес у аспирантов. Докладчики могут выступать и без содокладчиков и оппонентов, более того, желательно, чтобы каждый аспирант был готов дополнить и проанализировать доклад своего товарища, прослушав его на занятии. Такая форма семинара приучает обучающихся выступать с анализом услышанного, подводить итоги высказанным при обсуждении мыслям.

При проведении практических занятий практикуется *метод оппонентов*. В этом случае преподаватель назначает не докладчиков, а оппонентов. Обсуждение каждого вопроса плана практики начинается по схеме развернутой беседы. Затем перед своим заключением преподаватель дает слово оппоненту.

Тот оценивает все выступления, отмечает высказанные неверные положения и неточности, дополняет материал, подводит итоги состоявшейся дискуссии. Чтобы справиться со своей задачей, оппонент обязан особенно тщательно готовиться по соответствующему вопросу темы.

Возможен вариант, когда преподаватель поручает отдельным обучающимся руководить обсуждением того или иного вопроса на семинаре и, подводя итоги, делать выводы о его плюсах и минусах. В конце практического курса можно поручить одному из наиболее сильных аспирантов ведение семинара целиком, предварительно подготовив его, оказав помощь в составлении рабочего плана. Такой опыт позволяет особенно эффективно формировать у обучающихся навыки педагогической работы, свободного выступления, ведения дискуссии.

Рассматривая развернутую беседу и систему докладов как относительно самостоятельные формы проведения практик, следует подчеркнуть, что они имеют и много общего. Главное в обеих формах – в творческом обсуждении соответствующих вопросов. Разница лишь в начальном звене обсуждения. В первом случае аспирант не имеет предварительного поручения преподавателя на исходное выступление. Преподаватель либо предоставляет ему слово непосредственно на данном занятии, либо по его заявке, либо по вызову (если этот аспирант не проявил активности на предыдущих семинарах).

Вне зависимости от вида практики, его цель достигнута в том случае, когда каждый участник готов дать такое развернутое выступление по любому вопросу плана, которое приближалось бы по своему содержанию к заранее фиксированным докладам. Используя преимущества каждой из форм, преподаватель чередует на занятиях ту и другую форму, не допуская преобладания ни одной из них.

Во избежание разночтения уместно определять освещение обучающимся основного вопроса практики в ходе развернутой беседы как «исходное выступление», а при докладной системе – как «доклад», дополнения и замечания по исходному выступлению и докладу – как «выступление на семинаре», изложение письменного реферата – как «реферативный доклад».

Исходные выступления и доклады носят характер краткого и вместе с тем аргументированного сообщения по определенной проблеме, в котором раскрывается ее теоретическое и практическое значение, содержится критика антинаучных толкований данной проблемы. Об этих требованиях преподаватель, как правило, сообщает обучающимся уже на первом практическом занятии.

Темы докладов могут полностью совпадать с формулировкой вопроса в плане практического занятия или отражать одну из его сторон, в частности, связанную с практическим ее значением. Нередко практикуются доклады и сообщения по новым приемам или технологиям используемым в радиотехнике. В зависимости от этого меняется и характер предварительной работы преподавателя при подготовке к семинару. Если по теме, совпадающей с вопросом плана семинара, он консультирует всех аспирантов, то во втором и третьем случаях необходима индивидуальная работа с докладчиком, обсуждение совместно с ним плана доклада, дополнительной литературы.

*Обсуждение рефератов.* Между понятиями реферата и доклада нет существенной разницы. Обычно под *рефератом* понимается письменная работа, посвященная анализу того или иного произведения или какой-то проблеме на основе ряда книг, статей. Реферат может быть публично оглашен, а может остаться в рукописи. Что касается доклада, то это, напротив, прежде всего устное сообщение, которое не обязательно пишется автором целиком. Докладчик может выступить без предварительного составления текста, имея перед собой лишь план, тезисы или конспект выступления. Кроме того, от обычных докладов реферат отличается большей самостоятельностью, углублением элементов собственного исследования, творческого поиска, научности. Хорошо, если реферат был предварительно прочитан перед семинаром остальными аспирантами, но практически это обеспечить затруднительно. Поэтому зачастую автор воспроизводит свой реферат в качестве устного доклада или в виде сообщения о результатах научных исследований, проведенных аспирантом под руководством преподавателя. Реферативные доклады целесообразнее всего ставить на заключительном семинаре по наиболее значимой теме, когда ее основные вопросы уже рассмотрены на предыдущих семинарах.

Подготовка реферата требует значительных усилий со стороны обучающихся и преподавателей. В начале учебного года кафедра предлагает обучающимся перечень тем реферата. Но аспиранты могут, по согласованию с преподавателем, выдвинуть и свои темы. Работая над рефератом, аспиранты консультируются у преподавателя, дают ему на просмотр подготовленные тексты.

### **3. Структура практического занятия, формы и методы**

#### ***1 Вариант***

1. Организационная часть.
2. Проверка знаний (необходимых в практической деятельности).
3. Инструктаж к выполнению практического задания.
4. Выполнение практической работы.
5. Подведение итогов самостоятельной работы (обсуждение отдельных работ или анализ и оценка работ, или теоретические выводы по результатам практической работы и т.п.)

#### ***2 Вариант***

1. Организационная часть.
2. Контроль исходного уровня знаний
3. Изложение нового материала
4. Сообщение темы цели и плана занятия
5. Самостоятельные работы аспирантов.
6. Закрепление полученных знаний.
7. Подведение итогов.

#### ***Метод упражнений.***

Самым распространенным среди практических методов является *упражнение*. Упражнения бывают:

По степени самостоятельности упражнения бывают:

- воспроизводящими (учащиеся лишь воспроизводят объясненный преподавателем теоретический материал и практические действия);
- тренировочными – закрепление и углубление знаний путем применения их в новых условиях и формирование всех видов умений;



- творческими – требующими самостоятельных формулировок и выводов решения и рассмотрения вопросов.

**Проблемно – поисковый метод** - активизирует мыслительную деятельность обучающихся, развивает их умственные способности, способствует - творческому началу, приучает к самостоятельности.

**Репродуктивный** – решение задач.

**Частично-поисковый** – самостоятельная работа аспирантов, обобщение.

**Эвристический** - эвристическая беседа.

**Метод проблемного изложения** – сочетание словесной информации с элементами проблемности.

**Исследовательский** – лабораторные и исследовательские работы, наблюдения.

**Имитационные методы.** К ним относятся:

- познавательный спор;

- учебные дискуссии;

- метод «мозгового штурма»;

- анализ жизненных ситуаций, т.е. методы активного обучения.

### **Тематика практических заданий**

№п/п	Наименование раздела (темы)	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Исследование режимов электропотребления и электроснабжения	Методы анализа режимов электропотребления	4
2		Системы автоматизированного контроля и управления электропотреблением	4
3		Методы прогнозирования режимов электроснабжения	6
4		Электромагнитная совместимость электрооборудования	6
5	Формирование режимов электропотребления и электроснабжения	Принципы управления объектами электротехнических комплексов	4
6		Регулирование показателями качества электроэнергии	6
7		Ассиметрия и несинусоидальность напряжения и тока. Моделирование режимов систем электроснабжения	8
8		Синтез систем электроснабжения с заданными характеристиками	2

## РЕКОМЕНДОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

### Основная:

1. Электроснабжение предприятий [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Б.Н. Абрамович [и др.]. - СПб.: Горн. ун-т, 2015. - 299 с.: рис., табл. + 1 эл. опт. диск (CD-ROM). - Библиогр.: с. 294 – Режим доступа: [http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=374&task=static\\_req&string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req\\_irb=<.>I=31%2E29%2D5%2F%D0%AD%2045%2D388495281<.>](http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=374&task=static_req&string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=31%2E29%2D5%2F%D0%AD%2045%2D388495281<.>) – Загл. с экрана.

2. Абрамович Б.Н. Основы электроснабжения [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Б.Н. Абрамович, Д.А. Устинов. - СПб.: Горн. ун-т, 2013. - 91 с.

[http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=374&task=static\\_req&string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req\\_irb=<.>I=%2D390538<.>](http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=374&task=static_req&string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=%2D390538<.>)

### Дополнительная:

1. Коммерческий учет электропотребления [Электронный ресурс] : учеб. пособие / сост.: Д. А. Устинов, Ю. Л. Жуковский. - СПб :Лема, 2017. - 95 с. - Библиогр.: с. 93. – Режим доступа: -

[http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=374&task=static\\_req&string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req\\_irb=<.>I=6%D0%9F%2E1%2F%D0%9A%2063%2D000729995<.>](http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=374&task=static_req&string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=6%D0%9F%2E1%2F%D0%9A%2063%2D000729995<.>) – Загл. с экрана.

2. Абрамович Б.Н. Электроснабжение нефтегазовых предприятий [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Б.Н. Абрамович, Ю.А. Сычёв, Д.А. Устинов. - СПб.: Горн. ун-т, 2008. – 79 с. – Режим доступа: [http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=374&task=static\\_req&string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req\\_irb=<.>I=%D0%90%2087502%2F%D0%90%2016%2D358617569<.>](http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=374&task=static_req&string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=%D0%90%2087502%2F%D0%90%2016%2D358617569<.>) – Загл. с экрана.

3. Жуковский Ю.Л. Электроснабжение горных предприятий [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Ю.Л. Жуковский. - СПб.: Горн. ун-т, 2013. – 108 с.– Режим доступа:

[http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=374&task=static\\_req&string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req\\_irb=<.>I=%2D643998<.>](http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=374&task=static_req&string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=%2D643998<.>)

## **Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспиранта**

- Методические указания для самостоятельной работы аспирантов;
- Индивидуальное задание по дисциплине.

### **Ресурсы сети «Интернет»**

1. Информационная справочная система «Консультант плюс».
2. Библиотека ГОСТов [www.gostrf.com](http://www.gostrf.com).
3. Сайт Российской государственной библиотеки. <http://www.rsl.ru/>
4. Сайт Государственной публичной научно-технической библиотеки России. <http://www.gpntb.ru/>
5. Электронные библиотеки: <http://www.pravoteka.ru/>, <http://www.zodchii.ws/>, <http://www.tehlit.ru/>.

### **Электронно-библиотечные системы:**

- ЭБС издательства «Лань» <https://e.lanbook.com/>
- ЭБС издательства «Юрайт» <https://biblio-online.ru/>
- ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <https://biblioclub.ru/>
- ЭБС «ZNANIUM.COM» <https://znanium.com>
- ЭБС «IPRbooks» <https://iprbookshop.ru>
- ЭБС «Elibrary» <https://elibrary.ru>
- Автоматизированная информационно-библиотечная система «Mark - SQL» <https://informsystema.ru>
- Система автоматизации библиотек «ИРБИС 64» <https://elnit.org>

### **Современные профессиональные базы данных:**

- Электронная база данных Scopus <https://scopus.com>
- «Clarivate Analytics» <https://Clarivate.com>
- «Springer Nature» <http://100k20.ru/products/journals/>

### **Информационные справочные системы:**

1. Справочно-правовая информационная система Консультант Плюс <http://www.consultant.ru/>.
2. Электронно-периодический справочник «Система Гарант» <http://www.garant.ru/>.
3. ООО «Современные медиа технологии в образовании и культуре». <http://www.informio.ru/>.
4. Программное обеспечение Норма CS «Горное дело и полезные ископаемые» <https://softmap.ru/normacs/normacs-gornoe-delo-i-poleznye-iskopaemye/>

## **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ**

### **Раздел 1. Исследование режимов электропотребления и электроснабжения**

1. Основы формирования подхода к исследованию режимов электропотребления
2. Основы формирования подхода к исследованию режимов электроснабжения
3. Потребители регуляторы мощности
4. Статистические методы исследования режимов электропотребления
5. Виды топологии распределительных сетей
6. Методы поверочных расчётов нагрузок
7. Статические характеристики нагрузки
8. Нормируемые показатели качества электроэнергии
9. Ненормируемые показатели качества электроэнергии
10. Требования к непрерывности электроснабжения
11. Методы расчета режимов электропотребления
12. Методы моделирования режимов электропотребления
13. Синтез структуры электроснабжения
14. Структура электротехнических комплексов ветроустановок
15. Структура электротехнических комплексов солнечных электроустановок
16. Ранжирование электропотребителей
17. Электромагнитная совместимость
18. Системы автоматизированного контроля и управления электропотреблением

### **Раздел 2. Формирование режимов электропотребления и электроснабжения**

1. Принципы оптимизации графиков нагрузки
2. Генетический метод
3. Метод Больцмана
4. Метод Хука-Дживса
5. Метод Парето
6. Стандарты качества электроэнергии

7. Методы определения ресурса объектов электротехнического комплекса предприятий

8. Детерминирование процесса регулирования режимом электропотребления

9. Компенсация асимметрии и несинусоидальности

10. Управление режимами в аварийных ситуациях

11. Выбор параметров компенсирующих устройств

12. Применение теории мощности при управлении электропотреблением