

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

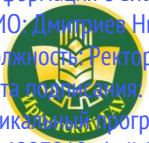
ФИО: Дмитриев Николай Николаевич

Должность: Ректор

Дата подписания: 22.06.2026 11:23:03

Уникальный программный ключ:

f7c6227919e4cdbfb4d7b682991f8553b37cafb0



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ДЕПАРТАМЕНТ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ И ОБРАЗОВАНИЯ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ А.А. ЕЖЕВСКОГО»  
(ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ)

---

Энергетический факультет  
Кафедра электроснабжения и электротехники



**Методические указания и контрольные задания  
по дисциплине «Современные средства передачи электроэнергии  
потребителям»**

**Молодежный 2022**

**Р е ц е н з е н т ы :**

Профессор кафедры энергообеспечения и автоматизации технологических процессов ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет, докт. техн. наук, профессор Шерьязов С.К.

Заведующий кафедрой электроснабжения сельского хозяйства ФГБОУ ВО Красноярский государственный аграрный университет, канд. техн. наук, доцент Бастрон А.В.

Современные средства передачи электроэнергии потребителям: метод. указания и контрольные задания для аспирантов высших аграрных учебных заведений, обучающихся по научной специальности 4.3.2. электротехнологии, электрооборудование и энергоснабжение агропромышленного комплекса. / Сост.: И.В. Наумов – Иркутск, 2022. – 30 с.

Рекомендовано к изданию учебно-методической комиссией энергетического факультета Иркутского ГАУ.

## Введение

Электрификация, т.е. производство, распределение и применение электроэнергии во всех отраслях промышленности, в сельском хозяйстве и в быту, – основа нормального функционирования и развития человеческого общества. Современные компьютерные технологии, комфорт в быту и любое производство немислимы без электроэнергии.

Надежное и качественное электроснабжение можно обеспечить от крупных районных электростанций, объединенных в мощные энергетические системы. На крупных районных электростанциях вырабатывается наиболее экономичная электроэнергия ввиду высокой концентрации ее производства, а также благодаря возможности размещения электростанций вблизи источников энергоресурсов.

Электрические сети России охватывают всю обжитую территорию страны. Именно электрические сети обеспечивают надежное и устойчивое электроснабжение производственно-хозяйственного комплекса и населения России.

В этой области накопилось большое число проблем. Наиболее важные из них – морально и физически устаревшее электрооборудование, что приводит к высоким эксплуатационным расходам; слабая управляемость электрической сети и недостаточный объем устройств регулирования напряжения и реактивной мощности; низкая степень автоматизации управления; недостаточная пропускная способность сетей и др.

В связи с чем одним из приоритетных направлений стратегии развития электрических сетей России является внедрение средств и мероприятий, направленных на снижение технологического расхода электроэнергии на ее **передачу и распределение**. При этом выбирают новые технические решения и технологии с учетом имеющегося опыта передовых зарубежных стран, возможностей отечественной промышленности и строительных организаций.

Например, в прогрессивных электросетевых технологиях применяют:

- гибкие (управляемые) системы передачи электроэнергии с использованием статических тиристорных компенсаторов, фазосдвигающих устройств управляемых шунтирующих реакторов;

- устройства преобразования и передачи электрической энергии, основанные на высокотемпературной и низкотемпературной сверхпроводимости и др.

В список рекомендованной литературы включен основной комплект книг, в которых объем и структура материала в наибольшей степени согласуется с утвержденной программой дисциплины.

Большое внимание аспиранту нужно обратить на самостоятельную работу с учебной литературой. Настоящее издание преследует цель – обеспечить единство процессов самостоятельной проработки текста рекомендуемых учебников и учебных пособий и самоконтроля за качеством усвоения программного материала дисциплины в форме ответов на вопросы.

## **1. Содержание учебной дисциплины**

Основные темы учебной дисциплины «Современные средства передачи электроэнергии потребителям», которые необходимо освоить аспиранту:

1. Общая характеристика систем передачи и распределения электрической.
2. Современные воздушные линии электропередачи.
3. Современные кабельные линии электропередачи.
4. Расчёт и анализ установившихся режимов электрических сетей.
5. Потребление и потери электроэнергии в электрических сетях.
6. Соблюдение требований надежности ЭС и качества ЭЭ в современных системах электроснабжения при транспорте ЭЭ.

## **2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

*Методические указания для проведения аудиторных занятий. Лекция* – одна из организационных форм обучения и один из методов обучения. На основе лекции формируются курсы по многим предметам учебного процесса. Лекция должна быть содержательно увязана с комплексом и характером учебной дисциплины. Поэтому при подготовке лекций преподаватель должен руководствоваться федеральным государственным образовательным стандартом, примерной программой дисциплины (при наличии), действующим учебным планом. Тематика лекций должна по содержанию и объему соответствовать перечисленным документам.

Лекция – экономный по времени способ сообщения слушателям значительного объема информации. Лектор должен постоянно совершенствовать содержание лекции, руководствуясь следующими требованиями:

- целостность, систематичность и доступность изложения материала;
- выделение и акцентирование главных положений;
- логическая связь излагаемого материала с ранее изложенным;
- реализация всех дидактических принципов с учетом этой формы обучения;
- структурно-логическая взаимосвязь излагаемого материала с положениями других дисциплин;
- четкое фиксирование заключительных положений.

Особое место в лекции занимает использование элементов проблемности. Для этого при подготовке к лекции следует подобрать риторические вопросы для обращения к аспирантам, которые оживляют лекцию, создают контакт с аудиторией, привлекают внимание аспирантов к излагаемому материалу и повышают его усвоение.

При подготовке лекций и их чтении надо четко представлять и различать две стороны педагогического процесса – учебную и воспитательную.

Процесс обучения – это процесс воздействия на интеллект аспиранта. Процесс воспитания – процесс воздействия на волю, эмоции, эстетические чув-

ства и мораль аспиранта. Воспитывающее действие педагогического процесса на аспиранта складывается из двух моментов:

- с одной стороны, лектор может развивать интеллект своего слушателя, меняя соответствующим образом метод преподнесения материала;

- с другой стороны, педагогический процесс, осуществляемый лектором, в целом сказывается в формировании личности аспиранта и его отношении к данной дисциплине.

Поэтому при чтении лекций надо развивать у аспирантов способность к самостоятельному мышлению, к освоению идей и методов составляющих фундамент дисциплины.

**Практические занятия** должны помочь аспиранту правильно организовать самостоятельную работу, помочь усвоить и закрепить теоретический материал, приобрести навыки в решении задач.

Успешное проведение практических занятий обеспечивается высокой степенью теоретической подготовленности преподавателя и высоким уровнем его педагогического мастерства.

Чтобы подготовить отдельное практическое занятие, преподаватель должен в первую очередь четко сформулировать тему занятия, в соответствии с ней выбрать ту или иную форму его проведения, продумать форму проверки домашнего задания, опроса аспирантов по теоретическому материалу, найти средства стимулирования их работы.

Выбор формы и методов проведения практического занятия диктуется темой текущего занятия. Однако, как бы ни было оно построено, его составными частями является разбор домашнего задания, повторение теоретического материала, решение задач, подведение итогов, задание очередной домашней работы.

Различным сочетанием этих составных частей, воплощением в той или иной форме, и определяется структура практического занятия.

Исключением в смысле построения является первое практическое занятие, где аспирантам нужно перечислить разделы данного курса, познакомить с предъявляемыми требованиями и с формами отчетности для получения зачета, рекомендовать определенные сборники задач, дать советы для правильной организации самостоятельной работы.

Практическое занятие, даже хорошо построенное, пройдет с оптимальной пользой для аспирантов лишь тогда, когда к нему готовятся и они. Поэтому на таких занятиях реализуется проверка домашнего задания и теоретической подготовленности аспирантов.

Одним из элементов практического занятия является решение задач. При реализации этого элемента следует чередовать и сочетать решение задач аспирантом у доски, самостоятельные работы, разбор задачи и оформление ее на доске самим преподавателем.

Решение задач у доски является особенно желательным, т.к. при этом возможен детальный разбор, разъяснение задачи и неоднократное повторение разъяснений, что способствует хорошему усвоению материала. В дальнейшем в

основном должна практиковаться аудиторная самостоятельная работа аспирантов.

Для активной творческой работы аспирантов преподавателю следует проводить занятие в темпе, удовлетворяющем большую часть аудитории; установить с ней контакт; стремиться дополнить с помощью задач лекционный материал; рассматривать кроме стандартных нешаблонные приемы решения задач; давать дополнительные задачи аспирантам, которые справляются с основным заданием быстрее других.

Кроме того, при проведении ПЗ преподаватель должен помочь аспиранту научиться четко, грамотно и лаконично излагать свои мысли и аккуратно и рационально оформлять свои записи.

**Методические указания по организации самостоятельной работы обучающихся.** Методика обучения в образовательной организации высшего образования должна быть направлена на то, чтобы научить аспиранта умению самостоятельно приобретать и пополнять знания, оригинально мыслить и принимать самостоятельные решения при консультирующей, направляющей роли преподавателя.

Основными видами самостоятельной работы являются: изучение отдельных разделов или тем теоретического материала дисциплины по учебной литературе и компьютерным обучающим программам, выполнение домашних контрольных работ, самоконтроль уровня знаний по учебным дисциплинам.

Задачи, которые реализуются в ходе выполнения самостоятельной работы:

- интеллектуальное развитие личности и активная познавательная деятельность аспиранта;
- закрепление знаний о современных тенденциях развития науки, техники и производства;
- формирование умений и навыков поиска и обработки необходимой учебно-научной информации; конспектирование и реферирование научной и учебной литературы;
- практическое применение знаний, полученных в процессе аудиторных занятий и необходимых для решения задач по направлению подготовки;
- обеспечение оптимального сочетания групповых и индивидуальных видов деятельности аспирантов с учетом подготовленности, интересов и индивидуальных способностей каждого из них.

Рациональная организация самостоятельной работы является одним из основных резервов повышения качества подготовки аспирантов. Она включает планирование объема, содержания, графика выполнения и контроля самостоятельной работы, а также методическое и материально-техническое обеспечение. Эффективность самостоятельной работы по дисциплине зависит в значительной степени от качества планирования и организации этой работы на кафедре.

При планировании самостоятельной работы по дисциплине рекомендуется придерживаться следующих основных принципов:

1. Трудоемкость выполнения каждой работы должна быть согласована с часами, выделенными на эту работу на предыдущем этапе.

2. Сложность различных вариантов заданий так же, как и трудоемкость их выполнения, должна быть примерно одинаковой.

3. Задание на самостоятельную работу каждому аспирантов должно быть индивидуальным, т.е. не должно быть двух абсолютно одинаковых вариантов задания.

4. В задании должна быть четко определена задача, стоящая перед аспирантами.

Основными элементами организации самостоятельной работы является контроль за ходом ее выполнения и осуществление систематической консультации аспирантов.

Эффективная организация самостоятельной работы возможна только при наличии в достаточном количестве учебников, учебных пособий, методической литературы.

### **3. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации**

Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине, включает:

- перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы;
- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования;
- описание шкал оценивания;
- критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине, характеризующих этапы формирования компетенций;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания;
- типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения (промежуточной аттестации) по дисциплине, характеризующих этапы формирования компетенций и (или) для итогового контроля сформированности компетенции (ий).

### 3.1 Типовые контрольные задания, необходимые для оценки результатов оценки обучения по дисциплине

*Примерный перечень вопросов к зачету* для оценивания результатов обучения в виде *знаний*:

- определение понятий «электроэнергетическая система», «электрическая система», «система электроснабжения»;
- характеристика системы передачи электрической энергии (ЭЭ);
- характеристика системы распределения ЭЭ;
- радиальные и замкнутые сети. Область применения;
- привести пример принципиальной схемы передачи и распределения ЭЭ;
- классификация электрических сетей;
- ряд номинальных напряжений электрических сетей, номинальные напряжения генераторов, первичных и вторичных обмоток повышающих и понижающих трансформаторов;
- характерные свойства и технологические особенности энергосистем. Преимущества объединенных энергосистем;
- режимы нейтралей электрических сетей различных номинальных напряжений;
- физико-технические свойства проводниковых материалов;
- общие сведения о выполнении воздушных линий (ВЛ). Основные элементы конструкций и параметров ВЛ различного класса напряжения;
- провода и тросы ВЛ, требования к ним; характеристика материалов, марки, стандартный ряд сечений;
- основные типы опор ВЛ. Элементы опор. Расположение проводов и защитных тросов на опорах. Расстояние между фазами;
- изоляция ВЛ. Типы изоляторов. Номинальное напряжение ВЛ и количество изоляторов;
- кабельные линии, виды кабельной канализации, области применения;
- типы и конструкции кабелей, их марки;
- схемы замещения ВЛ 6-35 кВ. Характеристика активного и индуктивного сопротивления, физическая суть, зависимость от температуры, конструкции ЛЭП;

- схемы замещения ВЛ 110-220 кВ. Физическая суть и определение параметров схемы;
- схемы замещения ВЛ 330-750 кВ. Характеристика и определение параметров схемы;
- схема замещения кабельных линий. Характеристика и определение параметров схем;
- определение параметров схем замещения ВЛ со стальными проводами;
- параметры схем замещения воздушных и кабельных ЛЭП и характерные соотношения между ними;
- силовые трансформаторы и автотрансформаторы. Типы и обозначения;
- двухобмоточные силовые трансформаторы. Типы, условные обозначения, принципиальная схема, схема соединения обмоток, схема замещения, физическая суть ее элементов;
- определение параметров схем замещения двухобмоточных трехфазных трансформаторов;
- трехобмоточные трансформаторы и типы исполнения. Принципиальная схема, схема соединения обмоток, схема замещения;
- расчет параметров схемы замещения трехобмоточных трансформаторов различного исполнения;
- двухобмоточные трансформаторы с расщепленными обмотками низшего напряжения. Условное обозначение принципиальная схема, схема замещения;
- реакторы и конденсаторы в схемах ЭС. Назначение, типы, схема замещения, параметры схемы;
- представление электрических нагрузок (ЭН) в схемах замещения ЭС;
- представление ЭН постоянной мощностью и постоянным током;
- представление нагрузок с помощью сопротивлений и проводимостей;
- составление схем замещения ЭС. Расчетные ЭН, расчетные схемы замещения ЭС;
- электрические параметры режима и параметры схемы. Основные электрические режимы, их характеристика;
- некоторые соотношения между параметрами режима и схемы в трехфазной ЭС на основе законов теории электрических цепей;
- определение потерь мощности в продольных и поперечных элементах схем замещения. Различные записи выражения потерь;
- характеристика и определение потерь мощности в ЛЭП 6-500 кВ;
- соотношения между потерями мощности в однофазной и трехфазной сетях. Преимущества трехфазных электрических сетей;
- характеристика и определение потерь мощности в двухобмоточных трансформаторах;
- характеристика и определение потерь мощности в трехобмоточных трансформаторах и автотрансформаторах;
- векторная диаграмма токов и напряжений ЛЭП. Падение и потери напряжения в линиях, их вычисление;
- общая характеристика задачи расчета установившихся режимов. Цель расчетов. Основные допущения при расчете режимов;
- расчет нормального режима ЛЭП при заданной нагрузке в конце (начале) линии и напряжении в начале (конце) линии. Векторные диаграммы токов и напряжений;

- расчет установившегося режима ЛЭП с несколькими электрическими нагрузками;
- режим холостого хода ЛЭП;
- расчет режима сети с различными номинальными напряжениями;
- структура расхода потерь на её передачу;
- метод характерных суточных режимов;
- метод средних нагрузок;
- метод среднеквадратичных параметров режима;
- метод времени наибольших потерь;
- категории электроприёмников;
- требования, предъявляемые к схемам электрических сетей;
- варианты конфигураций разомкнутых сетей. Преимущества и недостатки;
- варианты конфигураций замкнутых сетей. Преимущества и недостатки;
- способ присоединения подстанций к электрической сети;
- требования, предъявляемые к распределительным устройствам подстанций;
- расчетная стоимость передачи электроэнергии;
- выбор сечения проводов по условиям экономичности. Метод экономической плотности тока;
- метод экономических интервалов для выбора сечения проводов;
- определение сечений проводов по допустимой потере напряжения.

### ***Примерный перечень простых практических контрольных заданий***

для оценивания результатов обучения в виде **умений**:

1. Прочие издержки на производственные и непроизводственные расходы, включающие затраты на вспомогательные производства и общесетевые, составляют: а) 3...4% от капитальных вложений; б) 5...7% от капитальных вложений; в) 8...10% от капитальных вложений; г) 10...12% от капитальных вложений.

2. Суммирование нагрузок методом надбавок осуществляется, если: а) нагрузки отличаются не более чем в два раза; б) нагрузки отличаются более чем в два раза; в) нагрузки отличаются более чем в четыре раза; г) нагрузки равны.

3. Основными исходными данными для проектирования сетей является: а) сведения о нагрузках потребителей; б) характер работы потребителей; в) режим электропотребления; г) удаленность потребителей от источника питания.

4. Основные требования к сетям (выбрать неправильный вариант ответа): а) надежность работы; б) экономичность; в) качество энергии; г) долговечность.

5. Концевая опора устанавливается: а) в начале и в конце линии; б) на ответвлениях линии; в) во всех перечисленных случаях; г) на мостах.

6. Целевой функцией энергетики является: а) обеспечение бесперебойного снабжения экономики страны всеми видами энергоресурсов в необходимом объеме и определенного качества; б) обеспечение экономики страны всеми видами необходимых энергоресурсов; в) бесперебойное обеспечение экономики страны всеми видами энергоресурсов; г) бесперебойное и качественное обеспечение экономики страны.

7. Анкерные опоры: а) устанавливают в местах изменения направления воздушной линии; б) сооружают при переходах через реки и ущелья; в) закрепляют жестко и рассчитывают на обрыв части проводов; г) сооружают при переходах через железные дороги.

8. Значения показателей качества в нормальном режиме не должны выходить за пределы... а) нормальных значений; б) максимальных значений; в) максимальных значений, при этом в 95% времени суток они не должны выходить за пределы нор-

мальных значений; г) нормальных значений, при этом в 95% времени суток они не должны выходить за пределы максимальных значений.

9. Недостатком кабельной линии является: а) низкая надежность; б) высокая стоимость кабельной линии; в) низкое качество электрической энергии; г) низкая морозоустойчивость.

10. Питающие сети предназначены... а) для питания нагрузок потребителей I категории надёжности. б) для передачи электроэнергии от подстанций системообразующей сети и частично от шин 110-220 кВ электростанций к центрам питания распределительных сетей – районным подстанциям; в) для питания мощных электрических двигателей; г) для передачи электроэнергии от генераторов электростанций до шин повысительных трансформаторных подстанций.

11. Что принимается за расчётную нагрузку в сельских сетях? а) средняя нагрузка на вводе потребителя в течение суток; б) наибольшее значение полной мощности на вводе к потребителю или в электрической сети за 0,5 часа в конце расчётного периода; в) среднее значение полной мощности на вводе к потребителю или в электрической сети за 0,5 часа в конце расчётного периода; г) наименьшее значение полной мощности на вводе к потребителю или в электрической сети за 0,5 часа в конце расчётного периода.

12. Что такое распределительное устройство? а) электрическая установка, служащая для приема и распределения электрической энергии; б) место распределения электрической энергии; в) место приема электрической энергии; г) аппарат для распределения электрического тока.

13. Из годового графика нагрузки объекта можно определить: а) среднее время действия нагрузки потребителя; б) максимальное время действия нагрузки; в) время использования максимальной нагрузки; г) длительность использования электрооборудования.

14. Какие сети называются разомкнутыми: а) сети, питающиеся от двух источников питания; б) сети с распределенной нагрузкой; в) сети, питающиеся от отдельного источника питания; г) нет правильного ответа.

15. Питающие сети – это линии напряжением: а) 110 кВ; б) 35 кВ; в) 0,4 кВ; г) 6, 10 кВ.

16. Для резервирования особой группы электроприемников первой категории должно быть предусмотрено: а) дополнительное питание от третьего независимого взаимно резервирующего источника питания; б) дополнительное питание от линии электропередачи; в) автоматическое секционирование; г) автоматическое повторное отключение.

17. Чем опасна низкая надежность электроснабжения потребителей? а) недоотпусками продукции; б) экономическими ущербами; в) взрывами и пожарами; г) гибелью людей.

18. Особенностью производственных процессов в энергетике является: а) неразрывность во времени процессов производства, передачи и потребления электроэнергии и теплоты; б) поэтапность процессов производства, передачи и потребления электроэнергии и теплоты; в) взаимозаменяемость процессов производства, передачи и потребления электроэнергии и теплоты; г) растянутость во времени процессов производства, передачи и потребления электроэнергии и теплоты.

19. Перерыв в электроснабжении потребителей третьей категории допускается на время: а) не более 1,5 часа; б) не более 3 часов; в) не более суток; г) автоматического включения резервного питания.

20. Электрической сетью называется... а) совокупность электроустановок для передачи и распределения электрической энергии, состоящая из подстанций, распределительных устройств, токопроводов, воздушных (ВЛ) и кабельных линий электропередачи, работающих на определённой территории; б) совокупность электроустановок предназначенных для обеспечения потребителей электрической энергией; в) электрическая часть энергосистемы и питающиеся от неё приёмники электрической энергии, объединённые общностью процесса производства, передачи, распределения и приёма электрической энергии; г) совокупность электростанций электрических и тепловых сетей, соединённых между собой и связанных общностью режима в непрерывном процессе производства, преобразования и распределения электрической энергии и теплоты при общем управлении этим режимом.

21. Номинальная мощность это ... а) среднее значение нагрузки, за интервал заданной длительности; б) мощность, на которую рассчитан и изготовлен электроприёмник (указывается в паспорте); в) усреднённая максимальная получасовая нагрузка; г) активная мощность, с которой работает потребитель.

22. Что такое энергосистема? а) электроустановка, предназначенная для преобразования электрической энергии одного напряжения в электроэнергию другого напряжения; б) электроустановка, производящая или только электрическую энергию, или электрическую энергию и тепло; в) система проводов и кабелей, предназначенная для передачи электроэнергии от источника к потребителю; г) совокупность электрических станций, электрических и тепловых сетей и потребителей электрической энергии и тепла, связанных общностью режима и непрерывностью процесса производства, распределения и потребления электрической и тепловой энергии.

23. Что такое линия электропередачи? а) электроустановка, предназначенная для преобразования электрической энергии одного напряжения в электроэнергию другого напряжения; б) электроустановка, производящая или только электрическую энергию, или электрическую энергию и тепло; в) система проводов и кабелей, предназначенная для передачи электроэнергии от источника к потребителю; г) совокупность электрических станций, электрических и тепловых сетей и потребителей электрической энергии и тепла, связанных общностью режима и непрерывностью процесса производства, распределения и потребления электрической и тепловой энергии.

24. Какие факторы не влияют на качество электрической энергии: а) уровень напряжения; б) уровень частоты; в) протяженность воздушной сети; г) форма кривой напряжения.

25. Как можно увеличить передаваемую мощность по линии электропередачи: а) уменьшением протяженности; б) увеличением тока; в) увеличением напряжения; г) уменьшением сопротивления.

26. При расчете электрических нагрузок питающих линий и вводов в здание мощность резервных электродвигателей, а также электроприемников противопожарных устройств и уборочных механизмов... а) не учитывается никогда; б) не учитывается за исключением тех случаев, когда она определяет выбор защитных аппаратов и сечений проводников; в) учитывается всегда; г) учитывается только мощность противопожарных устройств.

27. График нагрузки – это зависимость: а) активной, реактивной и полной мощности нагрузки от времени; б) активных, реактивных и полных потерь мощности от времени; в) потерь напряжения от нагрузки; г) активных потерь напряжения от времени.

28. Что можно определить из годового графика нагрузки объекта? а) среднее время действия нагрузки потребителя; б) максимальное время действия нагрузки; в) время использования максимальной нагрузки; г) длительность использования электрооборудования.

29. Регулирование напряжения в электрических сетях применяют для: а) поддержания отклонения напряжения в пределах нормированных значений по ГОСТ; б) поддержания напряжения близкого к номинальному; в) снижения потерь напряжения; г) снижения потерь мощности.

30. Каким образом задается нагрузка при расчетах режимов электрических сетей? а) постоянным по модулю и фазе током, постоянной мощностью, постоянной проводимостью, статическими характеристиками по напряжению, случайным током; б) величиной индукции магнитного поля; в) величиной напряжения в узле; г) по закону Кирхгофа.

31. Потеря напряжения в линии: а) модуль падения напряжения в ней; б) алгебраическая разность напряжения в начале и конце линии; в) геометрическая разность напряжения в начале и конце линии; г) разность между фактическим и номинальным напряжением в данной точке линии.

32. Расчетная нагрузка линий питания электродвигателей санитарно-технических устройств определяется... а) по установленной мощности с учетом коэффициента спроса; б) по установленной мощности с учетом коэффициента использования; в) по максимальной мощности с учетом коэффициента формы; г) по максимальной мощности с учетом коэффициента использования.

33. Годовой график по продолжительности составляется на основе... а) годового изменения нагрузки потребителя в часы максимумов; б) годового изменения нагрузки потребителя в часы максимумов, включая нагрузку сезонных потребителей; в) среднемесячного изменения нагрузки потребителей в часы максимумов; г) суточных графиков нагрузки для двух дней в году – зимнего и летнего.

34. Наиболее целесообразный вариант электроснабжения можно выбрать по... а) сроку окупаемости; б) приведенным дисконтированным затратам; в) дополнительным капитальным вложениям; г) ответы 1) и 2).

35. Что называется статической характеристикой нагрузки? а) изменение мощности нагрузки во времени; б) изменение мощности нагрузки от напряжения и времени; в) изменение мощности нагрузки от частоты и времени; г) изменение мощности нагрузки от напряжения и частоты в установившемся режиме.

36. Перерыв в электроснабжении для потребителей первой категории допускается на время: а) автоматического включения резервного питания; б) ручного включения резервного питания; в) не более одних суток; г) не более трех суток.

**Примерный перечень комплексных практических заданий** для оценивания результатов обучения в виде **владений**:

1. Определите расстояние до места повреждения, если измерения проводились импульсным методом и известно, что время прохождения импульса до точки повреждения составило 200 мкс.

2. Определить колебание напряжения при пуске электрического двигателя мощностью 7,5 кВт и напряжением 380 В, присоединенного к трансформатору мощностью 25 кВ·А линией длиной 1 км, которая выполнена проводом А25.

3. Насосная установка потребляет мощность 1000 кВт при напряжении 6 кВ и  $\cos\varphi = 0,75$ . Определить, как изменится сечение питающего кабеля, если  $\cos\varphi$  снизится до величины.

4. Нагревательный прибор, включенный в сеть 220 В, потребляет ток 5 А. Сколько энергии расходуется за сутки?

5. Найти количество теплоты, которое выделяется на сопротивление  $R = 20$  Ом в течение  $t = 1$  ч при протекании тока  $I = 10$  А.

6. Электрическая цепь переменного тока содержит последовательно включенные активное сопротивление  $R = 80$  Ом и индуктивное сопротивление  $X_L = 100$  Ом. Для компенсации реактивной мощности в цепь добавлено емкостное сопротивление  $X_C = 40$  Ом. Напряжение в цепи осталось без изменения и равно  $U = 110$  В. Определить, на какую величину изменилась потребляемая мощность.

7. Рассчитать нагрузку трансформаторов на подстанции с двумя трансформаторами ТМ-320/6, ниже которой выгодно отключать один из трансформаторов. Активное сопротивление обмоток трансформатора  $R = 3,45$  Ом, потери холостого хода  $\Delta P_x = 1,6$  кВт.

8. Определить экономию электроэнергии за счет использования компенсирующего устройства для повышения коэффициента мощности объекта с 0,6 до 0,85, если среднегодовая активная мощность электроприемников составляет 320 кВт, число часов использования установленной мощности равно 4200 ч.

9. В населенном пункте с повышением общих нагрузок произведена замена алюминиевых проводов сечением 35 мм<sup>2</sup> на 50 мм<sup>2</sup>. Токовая нагрузка участка сети составляет 100 А. Протяженность участка сети 20 км. Определить годовую экономию электрической энергии после реконструкции.

10. Определите перепад температур от оболочки до жилы кабеля, если известно, что измеренный длительный, максимальный ток кабеля  $I_M = 100$  А; число жил кабеля  $n = 3$ ; удельное сопротивление материала жилы кабеля  $\rho = 0,02$  Ом·мм<sup>2</sup>/м; сумма тепловых сопротивлений изоляции и защитных покровов кабеля  $S_k = 50$  °С·см/Вт; площадь сечения жилы кабеля  $q = 75$  мм<sup>2</sup>.

11. Определить экономию электроэнергии за счет использования компенсирующего устройства для повышения коэффициента мощности объекта с 0,6 до 0,8, если среднегодовая активная мощность электроприемников составляет 400 кВт, число часов использования установленной мощности равно 3000 ч.

12. Определить экономию электроэнергии за смену (8 ч) от увеличения загрузки производственной установки с 40% до 80% и снижения продолжительности холостого хода с 40 до 10%. Мощность электропривода установки 7,5 кВт. Принять  $\eta_M = 0,8$ ,  $k_M = 0,9$ .

13. Мощность осветительной нагрузки уличного освещения составляет 21,3 кВт, определить экономию электроэнергии при переходе с ручного на автоматическое управление, если время использования осветительной нагрузки удалось сократить с 4400 до 2900 ч в год.

14. В результате измерений температура жилы кабеля оказалась ниже допустимой. Определить нагрузки кабеля, если известно, что  $T_{ж.д.} = 100$  °С,  $T_{ж.} = 80$  °С, температура окружающей среды  $t_o = +10$  °С, известный, длительный, максимальный ток кабеля  $I_M = 100$  А.

15. Определить максимально допустимую перегрузку силового трансформатора ТМ-160/10-0,4, если продолжительность максимума составляет 3 часа и величина максимального тока нагрузки равна 160 А, а коэффициент заполнения суточного графика нагрузки равен 0,6.

16. Определить величину коэффициента заполнения суточного графика загрузки, если известно, что показания счётчиков активной и реактивной нагрузки состав-

ляют, соответственно, 1600 кВА и 2200 кВАр, показания счётчиков определены за 24 часа.

**Примечание.** При составлении заданий использованы материалы из:

Хорольский В.Я. Энергосбережение в энергоустановках предприятий, организаций и учреждений: учебно-практическое пособие / В.Я. Хорольский, И.В. Атанов, В.Н. Шемякин; Ставропольский государственный аграрный университет. – Ставрополь: АГРУС, 2011. – 100 с.

Ерошенко Г.П. Эксплуатация энергооборудования сельскохозяйственных предприятий: учебник для вузов / Г.П. Ерошенко, А.Ю. Медведько, М.А. Таранов. – Ростов-на-Дону: ООО «Тетра»; НПК «Гефест», 2001. – 592 с.

### 3.2 Темы, требования по оформлению и защите реферата

Примерные темы, предлагаемые аспиранту для самостоятельного написания реферата:

1. Затраты на производство и передачу электрической энергии.
2. Современные провода и кабели.
3. Прогнозирование электропотребления и коэффициента роста нагрузок.
4. Сложные замкнутые сети.
5. Эксплуатация воздушных электрических сетей.
6. Оптовый рынок электроэнергетики.
7. Розничные рынки электроэнергии.
8. Государственное и антимонопольное регулирование в электроэнергетике.
9. Технологическое присоединение энергопринимающих устройств к электрическим сетям.
10. Шинопроводы в системах электроснабжения.
11. Мероприятия и технические средства повышения качества электрической энергии.
12. Системы бесперебойного питания и гарантированного электроснабжения.
13. Кабели с изоляцией из сшитого полиэтилена.
14. Воздушные линии промышленного и сельскохозяйственного назначения.

Аспирант вправе самостоятельно выбрать тему реферата предварительно согласовав ее с преподавателем.

**Структура реферата.** Реферат отражает конкретно выполненную работу аспирантом согласно программе по индивидуальному заданию.

Структурными элементами реферата являются:

- 1) титульный лист;
- 2) содержание;
- 3) введение;
- 4) основная часть;
- 5) заключение;
- 6) список используемой литературы;

*Титульный лист* является первой страницей реферата и оформляется по установленному образцу (прил. А).

*Содержание* включает введение, наименование всех разделов, подразделов, пунктов (если они имеют наименование), заключение, список использо-

ванных источников с указанием номеров страниц, с которых начинаются эти элементы реферата.

*Введение* должно содержать оценку современного состояния рассматриваемого вопроса.

*Основная часть* должна содержать обобщение и оценку результатов исследований, включающих оценку полноты решения поставленной задачи и предложения по дальнейшим направлениям работ.

*Заключение* должно содержать краткие выводы по результатам написания реферата;

*Список используемой литературы* должен содержать сведения об источниках, использованных при написании реферата.

**Аттестация по итогам написания реферата.** Аттестацию проводит преподаватель, читающий дисциплину, по показателям оценки реферата:

$$\text{Итоговая оценка} = \frac{CO + П + ОВ}{3}. \quad (1)$$

где CO – содержание реферата; П – качество публикации; ОВ – ответы на вопросы.

Итоги по защите реферата оцениваются на защите индивидуально по пятибалльной шкале.

Аспирант должен изложить основную суть написанного им материала и сделать выводы по работе.

К защите допускается проверенный и подписанный на титульном листе преподавателем реферат.

Аспиранту на защите могут быть заданы вопросы в следующих направлениях: общая логическая последовательность и методика выполнения работы; физический смысл величин, фигурирующих в реферате; устройство и принцип действия аппаратов и установок; особенности эксплуатации аппаратов и установок.

При оценке работы учитывается качество ее оформления и эрудиция, проявленная аспирантом в ходе сообщения и ответов на вопросы.

**Подбор материала, анализ и обобщение.** Подбор литературы следует начинать сразу же после выбора темы реферата. При подборе литературы следует обращаться к предметно-тематическим каталогам и библиографическим справочникам библиотеки Иркутского ГАУ и других публичных библиотек, а также использовать систему Internet.

Изучение литературы по выбранной теме нужно начинать с общих работ, чтобы получить представление об основных вопросах, к которым примыкает избранная тема, а затем уже вести поиск нового материала. При изучении литературы желательно соблюдать следующие рекомендации:

- начинать следует с литературы, раскрывающей теоретические аспекты изучаемого вопроса – монографий и публикации в рецензируемых изданиях, после этого использовать инструктивные материалы (инструктивные материалы используются только последних изданий);

- детальное изучение аспирантом литературных источников заключается в их систематизации. Систематизацию получаемой информации следует проводить по основным разделам работы;

- при изучении литературы не стоит стремиться освоить всю информацию, заключенную в ней, а следует отбирать только ту, которая имеет непосредственное отношение к теме работы; критерием оценки прочитанного является возможность его практического использования в работе;

- изучая литературные источники, следует тщательно оформлять выписки, чтобы в дальнейшем было легко ими пользоваться.

- также следует ориентироваться на последние данные по соответствующей проблеме, опираясь на самые авторитетные источники, точно указывать, откуда взяты материалы; при отборе фактов из литературных источников нужно подходить к ним критически.

**Написание реферата.** Изложение материала в реферате должно быть последовательным и логичным. Все разделы должны быть связаны между собой. Особое внимание следует обращать на логические переходы от одного раздела к другому.

Изложение материала в работе должно быть конкретным, не допускать различных толкований, при этом важно не просто описание, а критический разбор и анализ полученных данных.

Обзор литературы должен показать знакомство аспиранта со специальной литературой, его умение систематизировать источники, критически их рассматривать, выделять существенное, оценивать ранее сделанное другими исследователями, определять главное в современном состоянии изученности проблемы. Материалы такого обзора следует систематизировать в определенной логической последовательности. Поскольку реферат обычно посвящается достаточно узкой теме, то обзор работ предшественников следует делать только по вопросам выбранной темы, а не по всей проблеме в целом. В обзоре литературы не нужно излагать все, что стало известно аспиранту из прочитанного и имеет лишь косвенное отношение к его работе. Но все сколько-нибудь ценные публикации, имеющие непосредственное отношение к теме работы, должны быть названы и критически оценены.

Отдельные положения реферата должны быть иллюстрированы цифровыми данными из справочников, монографий и других литературных источников, при необходимости оформленными в справочные или аналитические таблицы. Таблица должна занимать не более одной страницы. Если аналитическая таблица по размеру превышает одну страницу, ее следует включать в приложение. В отдельных случаях можно заимствовать некоторые таблицы из литературных источников. В тексте, анализирующем или комментирующем таблицу, не следует пересказывать ее содержание, а уместно формулировать основной вывод, к которому подводят табличные данные.

В реферате должны применяться научно-технические термины, обозначения и определения, установленные соответствующими стандартами, а при их отсутствии – общепринятые в научно-технической литературе.

**Оформление текста реферата.** Реферат является текстовым документом, и ее оформление должно в основном соответствовать ГОСТ 2.105-95. Требования к оформлению реферата приведены в таблице 6.

Работа должна быть выполнена печатным способом с использованием компьютера и принтера на одной стороне листа белой бумаги одного сорта формата А4 (210×297).

Разрешается использовать компьютерные возможности акцентирования внимания на определенных терминах, формулах, теоремах, применяя шрифты разной гарнитуры.

Вне зависимости от способа выполнения текстового документа качество напечатанного текста и оформление иллюстраций, таблиц, распечаток с ПЭВМ должно удовлетворять требованию их четкого воспроизведения.

Листы реферата выполняются без рамок и штампов.

Таблица 6 – Требования к оформлению реферата

Поля	слева – 30 мм, снизу и сверху – 20 мм, справа – 10 мм
Шрифт основного текста	Times New Roman
Размер шрифта основного текста	14 пт
Размер шрифта текста таблиц	10-12 пт
Цвет шрифта	черный
Межстрочный интервал	1,5 (полуторный)
Отступ первой строки абзаца	12,5 мм
Автоматическая расстановка переносов	выключена
Форматирование текста	по ширине
Формулы	в редакторе формул MS Equation 3.0
Рисунки	по тексту
Ссылки на формулу	(n)
Ссылки на литературу	[n], ГОСТ 7.1-2003.

Между словами текста делается один пробел. Пробелы ставятся после всех знаков препинания. Дефис должен отличаться от тире.

Тире должно быть одного начертания по всему тексту, с пробелами слева и справа. Кавычки также должны быть одного начертания по всему тексту. При оформлении русскоязычного текста используется знак угловых кавычек («...»), а при оформлении английского текста используется другой знак (“...”).

При наборе римских цифр используется латинская клавиатура.

*Нумерация страниц* текстового документа должна быть сквозной и включать титульный лист и приложения. Страницы нумеруются арабскими цифрами, на титульном листе номер страницы не указывается. Номер страницы проставляется в центре нижней части страницы без точки.

*Содержание основной части* текстового документа следует делить на разделы, подразделы и пункты. Пункты при необходимости могут делиться на подпункты.

Каждый раздел текстового документа рекомендуется начинать с новой страницы. Разделы, подразделы, пункты и подпункты следует нумеровать арабскими цифрами и записывать с абзацного отступа. Разделы должны иметь по-

рядковую нумерацию в пределах всего документа, за исключением приложений. После номера раздела, подраздела, пункта и подпункта в тексте точку не ставят.

Запрещается выносить в заголовки пункты, подпункты, неуказанные в оглавлении. Если необходимо акцентировать на них внимание, то их можно выделить курсивом, вписав в один абзац.

Переносы слов в заголовках не допускаются. Точка в конце заголовка не ставится. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой.

Расстояние между заголовком и текстом должно быть равно двум интервалам, между заголовками раздела и подраздела – два интервала.

Не разрешается размещать заголовки и подзаголовки в нижней части страницы, если на ней не помещается более 2-3 строк последующего текста. Не допускаются висячие строки.

*Оформление формул.* Уравнения и формулы следует выделять из текста в отдельную строку. Выше и ниже каждой формулы или уравнения должно быть оставлено не менее одной свободной строки. Если формула не уместится в одну строку, то она должна быть перенесена после знака равенства (=) или после знака плюс (+), минус (-), умножения ( $\times$ ), деления (:), или других математических знаков, причем знак в начале следующей строки повторяют.

Пояснение символов и числовых коэффициентов, входящих в формулу, если они не пояснены ранее в тексте, должны быть приведены непосредственно под формулой в той же последовательности, в которой они даны в формуле. Первая строка должна начинаться со слова «где» без двоеточия, после него пишется без абзацного отступа. Значение каждого символа дают с новой строки.

Формулы нумеруют порядковой нумерацией в пределах всего документа арабскими цифрами в круглых скобках в крайнем правом положении на строке. Допускается нумерация формул в пределах раздела. В этом случае номер формулы состоит из номера раздела и порядкового номера формулы, разделенных точкой

*Оформление иллюстраций.* Иллюстрации (рисунки, фотографии, графики, чертежи, схемы, диаграммы, и другой подобный материал) нумеруют арабскими цифрами сквозной нумерацией или в пределах раздела. Иллюстрации располагают непосредственно после первого упоминания или на следующей странице. Иллюстрации могут располагаться в приложении в качестве вспомогательного материала. Допускается использование приложений нестандартного размера, которые в сложенном виде соответствуют формату А4. Иллюстрации каждого раздела или приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения раздела или приложения.

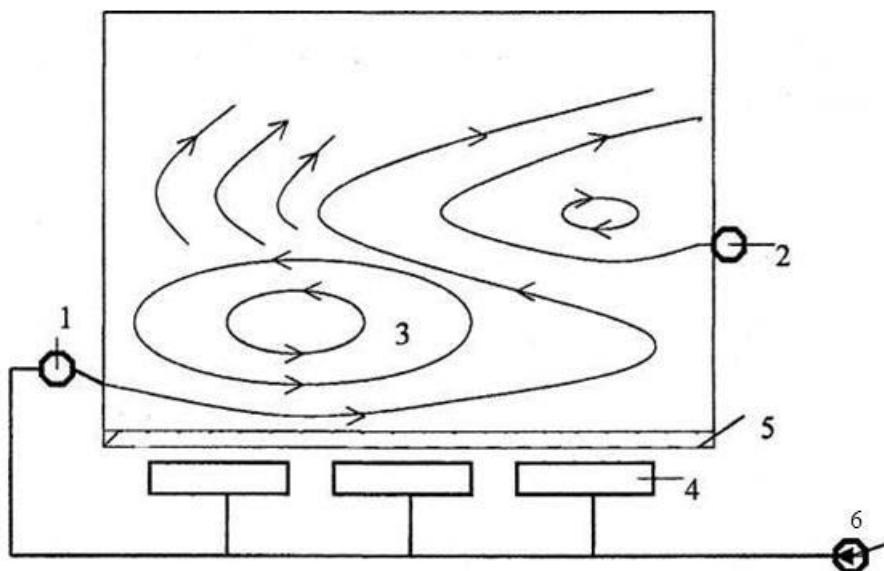
Каждая иллюстрация снабжается подрисуночной надписью, которая включает слово «Рисунок» и порядковый номер иллюстрации, а также через тире наименование рисунка и поясняющие данные (подрисуночный текст). Подпись располагают посередине страницы.

*Оформление таблиц.* Таблицы применяют для лучшей наглядности и удобства сравнения показателей и размещают под текстом, в котором впервые дана ссылка на них, или на следующей странице, а при необходимости – в при-

ложении. Таблицы следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией или в пределах раздела. В этом случае номер таблицы состоит из номера раздела и порядкового номера таблицы, разделенных точкой.

Таблицы каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения.

*Пример*



1 – фронтной коллектор; 2 – задний коллектор; 3 – вихревая зона; 4 – подача воздуха под решетку; 5 – слоевая решетка; 6 – дутьевой вентилятор

**Рисунок 1.1 – Схема организации ВДЦ**

Таблица должна иметь название, которое следует помещать после слова «Таблица». Название должно быть кратким, четким и полностью отражать содержание таблицы. Перенос слов в названии таблиц не допускается. Точка в конце названия таблицы не проставляется.

При переносе части таблицы на другие страницы название помещают только над первой частью таблицы; над другими частями пишут слово «Продолжение таблицы» с указанием номера таблицы, но нумерация столбцов шапки таблицы повторяется.

*Пример:*

**Таблица 6.1 – Техническая характеристика котла**

Параметры	КЕ-2,5-14С	КЕ-4,0-14С	КЕ-6,5-14С	КЕ-10-14С
1	2	3	4	5
Паропроизводительность, т/ч	2,5	4,0	6,5	10
Давление, МПа (кг/см <sup>2</sup> ), абс.	1,4 (14,3)	1,4 (14,3)	1,4 (14,3)	1,4 (14,3)
Температура насыщенного и перегретого пара, °С	194	194	194 / 225	194 / 225

*Оформление списка использованной литературы.* Список литературы должен содержать сведения об источниках, использованных при составлении тек-

стового документа. При отсылке к источнику, упоминание которого включено в список литературы, в тексте документа после упоминания о нем проставляют в квадратных скобках номер, под которым он значится в списке литературы.

Источники следует располагать в алфавитном порядке и нумеровать арабскими цифрами. При алфавитном способе группировки все библиографические записи располагают по алфавиту фамилий авторов или первых слов заглавий документов. Библиографические записи авторов-однофамильцев располагают в алфавите их инициалов.

#### **4. Рекомендуемая литература для самостоятельного освоения дисциплины**

##### *а) основная:*

1. Лещинская Т.Б. Электроснабжение сельского хозяйства [Текст]: учеб. для вузов: допущено УМО / Т.Б. Лещинская, И.В. Наумов. – М.: КолосС, 2008. – 655 с. – ХР (2), У (43).

2. Лещинская Т.Б. Электроснабжение сельского хозяйства [Текст]: учеб. для студентов вузов: допущено УМО / Т.Б. Лещинская, И.В. Наумов. – М.: БИБКМ: ТРАНСЛОГ, 2015. – 655 с.

3. Наумов И.В. Электрооборудование в системах электроснабжения [Текст]: учеб. пособие для вузов: допущено УМО / И.В. Наумов, Т.Б. Лещинская, С.И. Бондаренко; под ред. И.В. Наумова; Иркут. гос. с.-х. акад. – Иркутск: ИрГСХА, 2007. – 453 с. – ХР (2), У (45).

4. Наумов И.В. Проектирование систем электроснабжения [Электронный ресурс]: учеб. пособие для вузов: рек. УМО / И.В. Наумов, Т.Б. Лещинская, С.И. Бондаренко; Иркут. гос. с.-х. акад. – Электрон. текстовые дан. – Иркутск: ИрГСХА, 2011. – 1 эл. опт. диск.

5. Наумов И.В. Проектирование систем электроснабжения [Текст]: учеб. пособие для вузов: рек. УМО / И.В. Наумов, Т.Б. Лещинская, С.И. Бондаренко; Иркут. гос. с.-х. акад. – Иркутск: ИрГСХА, 2011. – 325 с. – ХР (2), У (81).

##### *б) дополнительная*

6. Ковалев Г.Ф. Электропитающие системы и электрические сети [Текст]: метод. указ. к курсовому проектированию для студентов спец. 140211.65 (100400) Электроснабжение / Г. Ф. Ковалев; Иркут. гос. с.-х. акад. – Иркутск: ИрГСХА, 2007. – 71 с. – ХР (2), Ч.3 (1).

7. Ковалев Г.Ф. Электропитающие системы и электрические сети [Текст]: метод. пособие по курсовому проектированию для студентов спец. 140211.65 Электроснабжение / Г.Ф. Ковалев; Иркут. гос. с.-х. акад. – 3-е изд., испр. и доп. – Иркутск: ИрГСХА, 2009. – 160 с. – ХР (2), У (20).

8. Наумов И.В. Расчет и выбор оборудования районных трансформаторных подстанций [Электронный ресурс]: учеб. пособие для вузов: рек. УМО / И.В. Наумов, Т.Б. Лещинская, Д.А. Иванов; Иркут. гос. с.-х. акад. – Электрон. текстовые дан. и прогр. – Иркутск: ИрГСХА, 2012. – 1 эл. опт. диск.

9. Лещинская, Т.Б. Практикум по электроснабжению сельского хозяйства [Текст]: учеб. пособие для студентов вузов: рек. УМО / Т.Б. Лещинская, И.В. Наумов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: БИБКМ: ТРАНСЛОГ, 2015. – 455 с.

10. Справочник по энергоснабжению и электрооборудованию промышленных предприятий и общественных зданий / Под общ. ред. профессоров МЭИ (ТУ) С.И. Гамазина, Б.И. Кудрина, С.А. Цырука. – М.: Издательский дом МЭИ, 2010. – 745 с.

*в) издания периодической печати в библиотеке Иркутского ГАУ*

1. Вестник Алтайского государственного аграрного университета.
2. Вестник ИрГСХА.
3. Вестник КрасГАУ.
4. Достижения науки и техники АПК.
5. Механизация и электрификация сельского хозяйства.
6. Теплоэнергетика.
7. Электричество.
8. Энергосбережение.
9. Энергосбережение и водоподготовка.

*з) перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины*

1. <http://www.mcsx.ru/> – Министерство сельского хозяйства РФ.
2. <http://minenergo.gov.ru/> – Министерство энергетики РФ.
3. <http://www.edu.ru/> – федеральный портал Российского образования.
4. [минобрнауки.рф](http://минобрнауки.рф) – министерство образования и науки Российской Федерации.
5. <http://window.edu.ru/> – единое окно доступа к образовательным ресурсам.
6. <http://www.ras.ru/> – Российская академия наук.
7. <http://www1.fips.ru/> – ФГБУ Федеральный институт промышленной собственности.
8. <http://techlibrary.ru/> – техническая библиотека.
9. <http://www.tehlit.ru/> – ТехЛит.ру – крупнейшая библиотека нормативно-технической литературы.
10. <http://elibrary.ru/> – научная электронная библиотека eLIBRARY.RU.
11. <http://diss.rsl.ru/> – электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки.
12. <http://vak.ed.gov.ru/> – высшая аттестационная комиссия при Министерстве образования и науки РФ.

