

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**Кафедра электроэнергетики и электротехники**

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ Е.И.Луковникова

« \_\_\_\_\_ » декабря 2018 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**МОНТАЖ ВОЗДУШНЫХ И КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ**

**Б1.В.ДВ.12.2**

**НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ**

**13.03.02 Электроэнергетика и электротехника**

**ПРОФИЛЬ ПОДГОТОВКИ**

**Электроснабжение**

Программа академического бакалавриата

Квалификация выпускника: бакалавр

<b>1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .....</b>	<b>3</b>
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .....</b>	<b>3</b>
<b>3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ</b>	
3.1 Распределение объёма дисциплины по формам обучения.....	4
3.2 Распределение объёма дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости .....	4
<b>4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>5</b>
4.1 Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий .....	5
4.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам .....	6
4.3 Лабораторные работы.....	32
4.4 Практические занятия.....	32
4.5. Контрольные мероприятия: курсовой проект (курсовая работа), контрольная работа, РГР, реферат.....	32
<b>5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>33</b>
<b>6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b>	<b>34</b>
<b>7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>34</b>
<b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО – ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>35</b>
<b>9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>35</b>
9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ/ практических работ .....	35
<b>10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>79</b>
<b>11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>80</b>
<b>Приложение 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.....</b>	<b>81</b>
<b>Приложение 2. Аннотация рабочей программы дисциплины .....</b>	<b>85</b>
<b>Приложение 3. Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе .....</b>	<b>86</b>

# 1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

## Вид деятельности выпускника

Дисциплина охватывает круг вопросов, относящихся к производственно-технологическому виду профессиональной деятельности выпускника в соответствии с компетенциями и видами деятельности, указанными в учебном плане.

## Цель дисциплины

- ознакомить обучающихся с конструкциями воздушных линий и кабельных линий, их монтажом, приспособлениями для монтажа, условиями эксплуатации.

## Задачи дисциплины

- изучить приемы монтажа воздушных линий и кабельных линий.

Код компетенции	Содержание компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
1	2	3
ПК-7	готовность обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике	<b>знать:</b> – основные принципы работы электрических и электронных аппаратов на основе теоретических знаний; – классификацию аппаратов в зависимости от параметров электросети и уровней напряжения; – оборудование необходимое для электромонтажных работ; <b>уметь:</b> – обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике; <b>владеть:</b> – методами и технологиями монтажа и эксплуатации основного электрооборудования.

# 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина Б1.В.ДВ.12.2 Монтаж воздушных и кабельных линий относится к элективной части.

Дисциплина Монтаж воздушных и кабельных линий базируется на знаниях, полученных при изучении учебной дисциплины электрические и электронные аппараты.

Основываясь на изучении данной дисциплины, дисциплина монтаж воздушных и кабельных линий представляет основу для изучения дисциплин: техника высоких напряжений; передача электрической энергии на расстояние.

Такое системное междисциплинарное изучение направлено на достижение требуемого ФГОС уровня подготовки по квалификации бакалавр.



## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий

- для заочной формы обучения:

№ раздела	Наименование раздела	Трудоемкость, (час.)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость; (час.)			
			учебные занятия			самостоятельная работа обучающихся
			лекции	лабораторные работы	практические занятия	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Организация электромонтажных работ. Основная документация.	31	1	-	-	30
2.	Монтаж воздушных линий.	24	1	-	3	20
3.	Монтаж кабельных линий электропередачи.	24	1	-	3	20
4.	Эксплуатация воздушных и кабельных линий.	24	1	-	3	21
	<b>ИТОГО</b>	<b>104</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>9</b>	<b>91</b>

### 4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам

Интерактив проводится в форме лекции-беседы, дискуссионного обсуждения. Всего предусмотрено 2 часа.

#### **Раздел 1. Организация электромонтажных работ. Основная документация**

##### **1.1. Организация электромонтажных работ**

Строительные и электромонтажные работы (ЭМР) ведутся двумя способами: подрядным и хозяйственным. При подрядном способе работы выполняются постоянными строительно-монтажными организациями по заказу предприятия. Если предприятие выполняет строительные и монтажные работы собственными силами, то такой способ называется хозяйственным. Основной способ выполнения электромонтажных работ в настоящее время - подрядный.

Предприятие, для которого выполняется строительство, именуется заказчиком. Основная подрядная общестроительная организация называется генеральным подрядчиком или генподрядчиком. Генподрядчик возглавляет строительство всего объекта и отвечает за сроки и качество выполнения работ, за ввод объекта в эксплуатацию. Для выполнения отдельных видов специальных строительных и монтажных работ генподрядчик может привлекать специализированные подрядные организации, которые называются субподрядными или субподрядчиками.

Производство электромонтажных работ на строящихся и реконструируемых предприятиях осуществляют специализированные электромонтажные управления, которые входят в состав строительно-монтажных трестов. Строительно-монтажные тресты это крупные организации, специализирующиеся на выполнении определенных строительных работ: строительство объектов жилищного, гражданского, промышленного, хозяйственного строительства; строительство и ремонт автомобильных дорог; строительство и устройство наружных и внутренних сетей электроснабжения и освещения, инженерное обустройство сетей электрифицированного транспорта и т.д.

Крупные электромонтажные тресты могут иметь в своём составе несколько электромонтажных управлений (в ОАО «Белэлектромонтаж» таких управлений более десятка), а так же вспомогательные управления и производства, например, предприятия занимающиеся производством и комплектованием объектов электромонтажными изделиями.

Электромонтажные управления, как правило, включают в себя следующие структурные подразделения.

- Служба подготовки производства ЭМР выполняет весь комплекс подготовительных работ

предшествующий электромонтажным работам на объекте монтажа.

- *Монтажные участки*, которые выполняют работы на одном или нескольких объектах. На монтаже крупных и сложных объектов с большим объемом электромонтажных работ могут быть организованы несколько участков. Отдельные электромонтажные участки специализируются на выполнении отдельных видов работ монтажа. Линейные участки - монтаж воздушных линий, кабельные участки - монтаж кабельных линий, жилучастки - монтаж объектов жилищно-гражданского строительства и др. Монтажные участки возглавляет начальник участка - старший производитель работ. Ему подчинены производители работ (прорабы) и мастера, число которых определяется объемом и характером работ, размещением объектов монтажа и численностью рабочих на участке. Среднее количество рабочих на одного мастера 15-20 человек, на одного прораба 30-40 человек.
- *Пуско-наладочное подразделение* выполняет наладку и пуск смонтированного электрооборудования.
- *Электротехническая лаборатория* производит испытания и проверяет качество выполненных электромонтажных работ. Кроме того, производит испытания новых материалов, изделий и электромонтажных приспособлений.

### **1.2. Структура электромонтажного предприятия**

В условиях научно-технического прогресса раскрываются значительные возможности в повышении эффективности управления, который наряду с совершенствованием организации производства и интенсивного использования трудовых ресурсов определяет достижение высоких конечных результатов.

Современный этап развития системы управления характеризуется мерами по совершенствованию организационных форм и структур управления и мерами по дальнейшему развитию планирования и экономического стимулирования производства. Система управления охватывает следующие основные понятия: структурную форму организации звеньев управления; процесс управления, выполнения управленческих операций, проведенных с учетом функционального разделения труда в аппарате управления; методы руководства как совокупность способов, приемов, воздействия управляющей системы на управляемый объект; совокупность технических средств для механизации и автоматизации процессов управления.

Изменение масштабов и возрастающая сложность сооружаемых объектов строительства, монтируемого оборудования, технологии производства и экономических отношений требует совершенствования процессов управления, методов руководства и структуры самих органов управления. Только в результате совершенствования методов управления и организации производства и труда в строительстве может увеличиться производительность труда за пятилетие более чем на 10 %. Исключительно большое значение для повышения эффективности управления имеет внедрение автоматизированных систем управления (АСУ). В ближайшие годы в нашей стране будут созданы тысячи АСУ на предприятиях, объединениях, министерствах и ведомствах.

Преобладающим способом выполнения электромонтажных работ, так же как и всех строительно-монтажных работ, является подрядный способ. При этом способе дирекция предприятия, для которого осуществляется строительство, является заказчиком; генеральным подрядчиком становится строительная организация, которая заключает договор с заказчиком на выполнение всех строительно-монтажных работ; субподрядчиком являются специализированные монтажные организации, которые заключают договора с генподрядчиком на выполнение отдельных видов работ. К последним относятся электромонтажные управления и тресты. Структура электромонтажного производства характеризуется значительной территориальной разбросанностью при большом количестве объектов. Работы одновременно ведутся по сотням объектов сравнительно малой сметной стоимостью (в среднем около 10 тыс. руб.). Электромонтажные тресты и его управления наделены правами социалистического предприятия. Трест включает в себя как самостоятельные хозяйственные единицы монтажные управления, пуско-наладочное управление (ПНУ), управления производственно-технологической комплектации (УПТК). В составе треста также имеются: электротехническая лаборатория, лаборатория экономического анализа, группа проектировщиков и сметчиков. В передовых трестах в настоящее время создаются: управления механизации, которые позволяют более эффективно эксплуатировать и обслуживать имеющийся в тресте транспорт и механизмы; завод электромонтажных заготовок при тресте (на промышленном или строительном балансе), способствующий поднятию производительности труда за счет дальнейшей специализации и выполнения работ по заготовке монтажных узлов и изготовлению конструкций в заводских условиях; производственно-диспетчерский отдел, создаваемый на базе производственного отдела. При отсутствии производственных площадей для заводов электромонтажных заготовок тресты создают на существующих площадях управления участки для централизованного изготовления электромонтажных заготовок (заготовки проводов, нормализованных элементов труб, закладных

деталей и т. д.).

Монтажные управления состоят из монтажных участков, участка механизации (в передовых управлениях), участка инженерной подготовки производства (УИПП), включающего группу текущей и перспективной подготовки работ, мастерской электромонтажных заготовок, группы сметчиков и нормирования работ, участка комплектации, складирования и транспорта (УКСТ), аппарата управления.

Участки механизации работ по рекомендации ВНИИПЭМ создаются на базе служб главного механика, они призваны выполнять все механизированные работы на правах субподряда у монтажных участков. Это дает возможность более эффективно эксплуатировать крупную и, главное, малую механизацию, которая обслуживается квалифицированными работниками.

Заслуживает внимания проводимый в строительстве эксперимент совмещения обязанностей мастера и бригадира. Сегодня многие бригадиры имеют не только высокую квалификацию рабочего, но и среднетехническое образование. Опыт показывает, что они прекрасно справляются с обязанностями мастера, совмещая и обязанности бригадира. Высвободившиеся штатные единицы можно использовать в УИПП и УКСТ для еще более глубокой подготовки производства и комплектной поставки изделий и материалов в монтажную зону, т. е. тому же мастеру-бригадиру. Это способствует дальнейшему росту производительности труда за счет широкого применения механизации, прогрессивной технологии, индустриализации и блочности монтажа.

Большие задачи стоят в области нормирования труда. Внедрение прогрессивной технологии, механизация электромонтажных работ, применение новых материалов и изделий требуют разработки и использования новых форм и расценок, постоянного обновления сборников единых норм и расценок (ЕНиР). Отставание в пересмотре действующих ЕНиР является тормозом в организации и управлении электромонтажного производства. Хорошо налаженная разработка местных норм во многом способствует правильной организации управления производством.

Роль и значение бригадного подряда по методу Героя Социалистического Труда бригадира Н. А. Злобина в деле поднятия эффективности труда в строительстве трудно переоценить. Эта система дает возможность экономно расходовать материальные и трудовые ресурсы, повышать качество в электромонтажном производстве. Сегодня стало нормой, когда в передовых монтажных управлениях по этому методу работает 60% и более общей численности бригад. Как было отмечено, специализированные монтажные организации на правах субподряда по договору, заключенному с генподрядной строительной организацией, участвуют в выполнении поручаемых им монтажных работ на строящемся объекте, при этом строительные и специализированные организации выполняют работы по совмещенному графику. Эти графики предусматривают поточность и непрерывность работы всех бригад. Соблюдения графиков можно достигнуть только высокой организацией производства, тщательной его подготовкой, планированием и контролем за ходом работ всех организаций, участвующих в строительстве.

Современное управление электромонтажным производством осуществляется с применением диспетчеризации. Эта форма управления позволяет осуществлять планомерный ритмичный контроль за ходом работ, эффективное и своевременное вмешательство в процесс управления, направленное на выполнение главной задачи— своевременный ввод в действие объектов народного хозяйства. Оперативно-диспетчерское управление электромонтажными работами помогает решать эти задачи на основе оперативного планирования производства с учетом его материально-технического обеспечения. Структура оперативно-диспетчерской службы определяется в основном задачами, стоящими перед электромонтажными организациями. Численность диспетчерского персонала зависит от числа структурных подразделений, особенностей работы, удаленности подразделений и технических средств, обеспечивающих работу диспетчерской службы.

В состав оперативно-диспетчерской службы треста входят главный диспетчер, диспетчеры и операторы. В соответствии с рекомендациями «Руководства по системе оперативно-диспетчерского управления производством электромонтажных работ», разработанного Новосибирским проектно-технологическим бюро ВНИИПЭМ, обязанности оперативно-диспетчерской службы возлагают на производственный отдел электромонтажного треста с преобразованием его в производственно-диспетчерский отдел. Главный диспетчер треста подчиняется непосредственно управляющему трестом или его заместителю. В монтажных управлениях в пределах установленной численности административно-управленческого персонала выделяют должность старшего диспетчера. Допускается возлагать обязанности старшего диспетчера на начальника ПТО там, где в штате есть должность заместителя, которому передается часть функций по техническому руководству отделом. Так же как и в составе диспетчерской службы треста, устанавливают должность диспетчера-оператора. Старший диспетчер управления подчиняется начальнику управления или заместителю начальника управления. Для работы в диспетчерской службе подбирают лиц, имеющих значительный опыт работы в электромонтажном производстве и обладающих соответствующими

личными качествами.

Диспетчерская служба треста осуществляет контроль за выполнением монтажными управлениями планов и графиков ввода в действие объектов в устанавливаемые сроки и обеспечением управлений комплектными поставками материально-технических ресурсов в соответствии с устанавливаемыми графиками. Третьей важной функцией является контроль за перераспределением трудовых и материально-технических ресурсов, механизмов и транспортных средств. В обязанности службы входит подготовка оперативно-диспетчерских совещаний, составление сводной информации о ходе работ, подготовка справочной информации для руководства и т. д. В пределах этих обязанностей главного диспетчера треста наделяют распорядительными правами, и его распоряжения обязательны для исполнения всеми работниками диспетчерских служб и руководителями структурных подразделений треста. Обязанности диспетчерской службы управления повторяют в основном функции оперативно-диспетчерской службы треста на уровне задач монтажного управления. Оперативно-диспетчерская служба обрабатывает поступающую к ней информацию. По срокам поступления ее разделяют на текущую и периодическую, по характеру в сфере управления — на контрольную и справочную. Периодическая информация сообщается заранее установленным адресатам по определенной форме в согласованные сроки. Текущая информация возникает в ходе работ постоянно и состоит в основном из сведений, характеризующих отклонения в ходе рабочего процесса, п. как правило, требует оперативного вмешательства диспетчерской службы. Контрольная информация охватывает ключевые вопросы электромонтажного производства, определяющие его состояние, например отклонения от устанавливаемого планом хода выполнения электромонтажных работ, о движении материально-технических и трудовых ресурсов, о выполнении решений оперативно-диспетчерских совещаний и т. п. Справочная информация охватывает ответы на вопросы, которые не могут быть заранее предусмотрены, но без которых затруднительно принять правильное решение. При обработке поступившей информации оперативно-диспетчерская служба осуществляет распределение информации по уровням подчиненности для принятия решений и исполнения.

Для успешного выполнения возлагаемых функций на оперативно-диспетчерскую службу ее обеспечивают исходной документацией. Для уровня монтажного управления это сетевые, календарные и недельно-суточные графики производства работ и подготовки производства по УИПП, МЭЗ и УКСТ, графики поставки оборудования, материалов, приспособлений, механизмов в МЭЗ и объект монтажа, журнал оперативно-диспетчерской информации, протоколы оперативно-диспетчерских совещаний и другая документация, необходимая для оперативного управления.

В процессе организации оперативно-диспетчерской службы создают систему кодирования, шифров, классификаторов и т. д. Способы сбора, обработки, хранения и передачи информации обуславливаются возможностями технических средств, которыми оснащена диспетчерская служба, и характером самой информации. Комплекс технических средств включает аппаратуру каналов связи и переработки информации, ее отображения, оформления, размножения и хранения. Выбор технических средств зависит от объема и характера обрабатываемой информации, структуры управляемой системы, а также обеспечивает надежность и удобство работы операторов.

Система связи охватывает все уровни управления электромонтажным производством. Здесь широко используют диспетчерскую телефонную и радиосвязь, радиотелефон, телеграф, звукозапись и другие средства. Полученную информацию прежде всего фиксируют и отображают. Существуют различные конструкции информационных панелей и табло, стендов, планшетов, мнемосхем контроля и т. д. В развитых оперативно-диспетчерских службах при большом объеме информации применяют более совершенные средства оргтехники; их классифицируют по группам: для составления и изготовления документов, для размножения и копирования, для хранения, поиска и выдачи документов. Диктофонная техника, пишущие и канцелярские машинки, устройства для информации и подготовки данных, малогабаритная вычислительная техника позволяют упростить, ускорить и механизировать изготовление документов.

Диспетчерскую службу всех подразделений располагают на диспетчерских пунктах, обычно состоящих из двух помещений: диспетчерской и аппаратной. В диспетчерской размещают рабочие места персонала, диспетчерский пульт, стенды наглядного отображения информации, пульта управления радиостанциями, телевизионными установками и т. д. В аппаратной располагают вводно-коммутационную аппаратуру, дистанционно-управляемые радиостанции, средства размножения и обработки документации и т. п. Помещение оборудуют с учетом требований достаточной звукоизоляции, освещенности, вентиляции, температурного режима, эстетики и требований эргономики. Соблюдение этих требований создает для работы диспетчеров комфортные условия. Продуктивность и работоспособность диспетчера во многом зависит от организации его рабочего места. Созданию комфортных условий на рабочем месте способствуют гармоничное сочетание пульта управления и системы наглядного отображения информации при максимальном соответствии

условиям эксплуатации, достаточная степень четкости наглядного отображения информации, достаточная освещенность и низкий уровень шума. При проектировании и организации рабочего места учитывают также логику действий диспетчера и последовательность выполнения операций при работе, частоту обращения к каждому элементу и другие факторы.

С учетом сроков необходимости получения информации (суточная, недельная, заказная и т. д.) для диспетчерских служб устанавливают режим сбора и подготовки периодических документов о ходе работ. На основании анализа оперативных данных диспетчер подготавливает сводную справку для доклада руководству, а решения по уточнению оперативного плана доводит до исполнителей и в последующем контролирует их исполнение.

Диспетчеризация является качественно новым этапом в совершенствовании системы управления производством электромонтажных работ в условиях непрерывно возрастающих объемов и темпов капитального строительства, безусловного обеспечения своевременного ввода в эксплуатацию сооружаемых производственных и непроизводственных объектов.

### **1.3. Задачи отдельных подразделений монтажного предприятия**

Начальник отдела—осуществляет общее руководство отделом.

Координатор—планирует работу технических экспертов и монтажных бригад

*Задача координаторов:*

- получить заявку от продавца;
- согласовать с Заказчиком выезд технического эксперта (при необходимости)
- передать продавцу полученную от технического эксперта схему установки кондиционера и информацию о себестоимости монтажных работ для фирмы (технико- экономическое обоснование или ТЭО);
- после согласования продавцом цены с Заказчиком определить дату монтажа;
- проконтролировать:
- получение монтажной бригадой полного комплекта документов;
- получение необходимой техники и расходных материалов на складе;
- время прибытия монтажной бригады на объект;
- решать возникающие форс-мажоры;
- получение документов, подписанных Заказчиком;
- получение отчетов от монтажников.

Технические эксперты—выезжают на объект, производят его осмотр, готовят

*Задача технического эксперта:*

- выезд и осмотр объекта;
- подготовка ТЭО (схема установки, себестоимость работ) и передача его координатору;
- технический надзор за объектом и консультация монтажников.

Профессиональные монтажные бригады—*осуществляют монтаж* климатического оборудования.

- получение документов от координатора и оборудования и расходных материалов на складе
- выезд на объект;
- монтаж оборудования согласно утвержденным Заказчиком монтажным схемам;
- сдача оборудования в эксплуатацию, в том числе и передача инструкций по эксплуатации;
- получение документов от Заказчика;
- сдача документов от Заказчика и внутренних отчетов координатору.

*Выполняемые работы:*

- монтаж и ремонт основного оборудования и аппаратов для электрических станций, подстанций, распределительных устройств переменного и постоянного тока;
- монтаж, и ремонт оборудования и цепей управления, защиты, автоматики, сигнализации и измерений;
- монтаж и ремонт воздушных и кабельных линий электропередач;
- монтаж и ремонт стационарных аккумуляторных батарей;
- проведение испытаний и измерение параметров энергоустановок и сооружений, их частей и элементов в процессе монтажа, наладки, эксплуатации и ремонта;
- работы по электрификации промышленных зданий и сооружений, домов, коттеджей, дач и гаражей.

### **1.4. Основная документация к выполнению ЭМР**

Производство электромонтажных работ регламентируется технической и директивной

документацией.

Основным техническим документом служит проект электроустановки, в строгом соответствии с которым и должны производиться электромонтажные работы. Изменять принятые проектом технические решения, если они носят принципиальный характер, допускается только по согласованию с проектной организацией — автором проекта. Изменения непринципиального характера производят по согласованию с заказчиком.

На каждый объект строительства разрабатывают проектно-сметную документацию, в соответствии с которой выполняют строительные работы по возведению зданий и сооружений, монтажу технологического, санитарно-технического, электротехнического оборудования, автоматики, связи и др. Рабочие чертежи при строительстве промышленных предприятий состоят из комплектов архитектурно-строительных, санитарно-технических, электротехнических и технологических чертежей.

Комплект электротехнических рабочих чертежей содержит документацию, необходимую для монтажа внешних и внутренних электрических сетей, подстанций и других устройств электроснабжения, силового и осветительного электрооборудования.

Рабочие чертежи должны предусматривать осуществление монтажа электротехнических устройств на основе применения узлового и комплектно-блочного метода с установкой электрооборудования, поставляемого укрупненными узлами, не требующими правки, резки, сверления или других подгоночных операций и регулировки. Поэтому при приемке рабочей документации к производству работ обязательно проверяется учет в ней требований индустриализации и механизации электромонтажных работ.

Непрерывно возрастающие объемы проектных работ, усложнение инженерных решений, связанное со все более широким применением автоматизации технологических процессов и систем управления на основе микроэлектронной техники, требуют автоматизации самого процесса проектирования, т.е. разработки и внедрения системы автоматизированного проектирования промышленных электроустановок (САПР ПЭУ). При разработке проектной документации должны учитываться требования организации и технологии электромонтажного производства. Непосредственно на объектах монтажа работы должны сводиться к установке крупных блоков электротехнических устройств, сборке их узлов и прокладке сетей.

В соответствии с этим рабочие чертежи комплектуют по их назначению: для подготовительных работ, т.е. заказа блоков и узлов на предприятиях-изготовителях или на сборочно-комплектно-монтажных предприятиях монтажных организаций или в мастерских электромонтажных заготовок (МЭЗ), и для монтажа электротехнических устройств в монтажной зоне.

В проектах предусматривается максимальное исключение дыропробивных работ на месте монтажа. Для этого проемы, ниши и отверстия указывают в рабочих архитектурно-строительных чертежах для выполнения их строительными организациями в процессе изготовления строительных конструкций и возведения зданий. В рабочих чертежах должно быть учтено, что панели перекрытия, внутренние стеновые панели и перегородки, железобетонные колонны заводского изготовления должны иметь каналы (трубы) для прокладки проводов; ниши и гнезда с закладными деталями для установки штепсельных розеток, выключателей, звонков и т.д.

В составе рабочих чертежей приводятся спецификации на оборудование, конструкции и материалы и ведомости укрупненных комплектных устройств, блоков и узлов, подлежащих изготовлению вне монтажной зоны МЭЗ. Для монтажа внешних кабельных и воздушных линий разрабатывают планы их прокладки (трассы) с привязкой к координатным сеткам, зданиям и сооружениям, указанием мест их пересечения с другими подземными коммуникациями, типов опор и кабельных сооружений. Опоры воздушных линий (ВЛ), их фундаменты, пересечения кабельных линий, кабельные сооружения, как правило, выполняют по типовым чертежам.

К производству электромонтажных работ на объектах строительства разрешается приступать только при наличии технической документации (проектов и смет), проекта производства работ, строительной готовности объекта, кранового оборудования, других грузоподъемных средств, обеспечивающих механизацию монтажа, а также электрооборудования, кабельной продукции и материалов, предусмотренных согласованным графиком производства работ.

Вся проектная техническая документация анализируется заказчиком, который перед передачей ее монтажной организации для производства работ обязан поставить на ней подпись или штамп «Разрешается к производству работ». В монтажном управлении техническая документация и сметы тщательно изучаются персоналом производственного отдела совместно с персоналом группы подготовки производства и линейными инженерно-техническими работниками (начальниками монтажных участков, производителями работ, мастерами).

Замечания по обнаруженным недостаткам проекта направляют в проектные организации для внесения согласованных поправок и дополнений. После этого проект и сметы передают на монтажно-

заготовительный участок или в группу проектировщиков- сметчиков при производственном отделе управления для составления проекта производства работ (ППР) и затем в группу подготовки монтажно-заготовительного участка. В отдельных случаях проект дорабатывает монтажная организация (замена некоторого оборудования и материалов, внесение небольших изменений, связанных с внедрением типовых электроконструкций и монтажных изделий заводов монтажной организации). Техническая документация и общие условия производства электромонтажных работ.

Производство электромонтажных работ регламентируется технической и директивной документацией. Основным техническим документом служит проект электроустановки, в строгом соответствии с которым и должны производиться электромонтажные работы. Изменять принятые проектом технические решения, если они носят принципиальный характер, допускается только по согласованию с проектной организацией — автором проекта. Изменения не принципиального характера производят по согласованию с заказчиком. Основными директивными документами, требования которых подлежат безусловному выполнению при производстве электромонтажных работ, являются действующие Правила устройств электроустановок (ПУЭ) и Строительные нормы и правила (СНиП). На основе директивных документов в монтажных организациях создают монтажные инструкции и технологические карты, а поставщики электрооборудования и материалов разрабатывают заводские инструкции, которыми исполнители электромонтажных работ руководствуются в своей практической деятельности. Существующие монтажные инструкции, являясь директивными документами, в которых регламентирована технология выполнения работ, отражены нормы и правила, приведены характеристики применяемых материалов, приспособлений, механизмов и др., не могут в полной мере отразить высокоэффективные приемы работ, обеспечивающие максимальную производительность труда. Инструкции отражают требования, предъявляемые к исполнению определенного технологического комплекса, но не содержат подробного анализа приемов, необходимых для достижения этих требований. Поэтому разрабатываются технологические карты трудовых процессов. В них определяются технологическая последовательность рабочего процесса; передовые приемы и методы труда; перечень применяемых механизмов, приспособлений и инструмента; рекомендации по укрупнению оборудования и изделий в монтажные узлы; нормативные материалы — график трудового процесса, калькуляция затрат труда, схема организации рабочих мест, количественный состав бригады, звена, их квалификация и др. Наличие технологических карт позволяет монтажным бригадам выполнять работы на достигнутом к данному времени уровне и обеспечить более высокую степень текущего контроля. ПУЭ разработаны с учетом проведения плановых и профилактических испытаний в условиях эксплуатации и ремонта электроустановок и электрооборудования; обучения обслуживающего персонала и проверки у него знаний правил технической эксплуатации и правил техники безопасности.

Применяемые при монтаже электроустановок машины, трансформаторы, электроконструкции, измерительные приборы, провода, кабели, изоляционное масло и другие материалы и электрооборудование должны отвечать требованиям соответствующих ГОСТов или технических условий, утвержденных в установленном порядке. При этом конструкция, вид исполнения, способ установки и изоляция электрооборудования должны соответствовать номинальному напряжению электроустановки, условиям окружающей среды и требованиям соответствующих разделов и глав ПУЭ. Монтируемое электрооборудование и материалы по своим нормативным, гарантийным и расчетным характеристикам должны соответствовать условиям работы данной сети или электроустановки. При их выборе учитывается опыт эксплуатации и монтажа, требования по технике безопасности и пожарной безопасности. Монтаж электрооборудования и электросетей выполняют в строгом соответствии также с требованиями СНиПа Госстроя СССР.

Строительные материалы и конструкции по степени возгораемости в соответствии с противопожарными требованиями подразделяют на три группы: негорючие материалы, которые под воздействием огня или высокой температуры не воспламеняются, не тлеют и не обугливаются; трудногорючие материалы, которые под воздействием огня или высокой температуры воспламеняются, тлеют или обугливаются и продолжают гореть или тлеть при наличии источника огня; сгораемые материалы, которые под воздействием огня и высокой температуры воспламеняются или тлеют и продолжают гореть после удаления огня.

## **Раздел 2. Монтаж воздушных линий**

### **2.1. Выбор трассы ВЛ. Пикетная разбивка трассы**

• Настоящее "Руководство" определяет порядок выбора трасс воздушных линий электропередачи (ВЛ) напряжением 35-1150 кВ, содержание и объем проектно- изыскательных материалов и согласований, выполняемых при выборе трасс, а также распределение обязанностей между заказчиком и проектно-изыскательской организацией при выборе и согласованиях трасс ВЛ.

"Руководство" обязательно для всех организаций Министерства энергетики и электрификации СССР, а также других ведомств, для которых выполняются проектно- изыскательские работы организациями Минэнерго.

• Выбор трассы ВД приводится при составлении технико-экономического обоснования (ТЭО) или в период подготовки задания на проектирование (технического, техно-рабочего проекта) 1). Для выбора трассы ведомством заказчиком создается комиссия<sup>2)</sup> в составе представителей:

1. Землепользователи.

2. Главного государственного инспектора (а также государственного районного инспектора) по использованию и охране земель автономных республик, краев и областей, министерства лесного хозяйства автономных республик, краевых, областных управлений лесного хозяйства и соответствующих лесохозяйственных предприятий (если строительство сооружения намечаются на землях гослесфонда).

3. Органов осуществляющих контроль за использованием недр и их охрану.

4. Других заинтересованных организаций, в том числе и указанных в п.п. 2.8.11.

При отсутствии в составе комиссии представителей указанных организаций с ними производятся согласования дополнительно.

• Подготовку материалов по выбору трассы ВЛ для рассмотрения их комиссией осуществляет заказчик проект с участием проектной организации 1). Объем проектно- изыскательских работ, связанный с выбором трассы, определяется положениями данного "Руководства".

• Акт выбора трассы после согласования с заинтересованными организациями, указанными в п. 1.2 и принятия соответствующими органами решения с согласованием трассы строительства, утверждается министерством и ведомством-заказчиком<sup>^</sup> вместе с заданием на проектирование<sup>2)</sup> (как приложение к нему) или при утверждении техно- экономического обоснования (ТЭО) строительства ВЛ.

• Работы проектно-изыскательской организации, связанные с ее участием в подготовке задания на проектирование и с выбором трассы, учтены в стоимости разработки технических (техно-рабочих) проектов, определяемой по Сборнику цен на проектно-изыскательские работы для строительства и дополнительной оплате не подлежат.

Решение об участии проектно-изыскательской организации в выполнении работ по подготовке задания на проектирование и выбору трассы с проведением необходимых предварительных изысканий оформляется совместным протоколом (если проектирование ВЛ предусмотрено утвержденным титульным списком проектных и изыскательских работ для строительства будущих лет, принятых к финансированию учреждением банка) заказчика проекта и проектно-изыскательской организации. Протоколом также устанавливается последовательность и сроки выполнения сторонами разделов работ по выбору трассы и определяются условия оплаты выполненных работ<sup>1)</sup>.

• Оплата проектно-изыскательских работ по выбору трассы ВЛ выполняемых до заключения договора на разработку технического (техно-рабочего) проекта, производится после их завершения по платежному поручению заказчика с приложением счета проектно- изыскательской организации и указанного выше совместного протокола в пределах стоимости этих работ, но не более 15% (включая стоимость работ, связанных с участием в подготовке задания на проектирование) стоимости всего комплекса изыскательских и проектных работ, для технического (техно-рабочего) проекта, определенной в титульном списка изыскательских и проектных работ<sup>1)</sup>.

• Обеспечение проектно-изыскательской организации планами землепользования, материалами топографической съемки городских проездов (полос)<sup>2)</sup>, включая и данные по наземным и подземным сооружениям и инженерным сетям 1); материалы предыдущих изысканий, проектов, оплату составления справки геологическими фондами о наличии или отсутствии полезных ископаемых, данных гидрометеорологической службы производит заказчик.<sup>2)</sup>

В тех случаях, когда указанные материалы и данные отсутствуют или не могут быть использованы при проектировании, заказчик может поручить проектной организации - генеральному проектировщику или, по его рекомендации, специализированной организации подготовить по отдельному договору эти материала за счет основной деятельности предприятия-заказчика, или средств, выделяемых ему на эти цели вышестоящей организацией.

В случае выполнения проектно-изыскательских работ по ВЛ на субподряде, генпроектировщик обеспечивает субподрядную проектно-изыскательскую (проектную) организацию всеми

вышеуказанными материалами и данными, получая их от заказчика в ранее изложенном порядке.

- Работы, выполняемые проектно-изыскательской организацией по выбору и согласованию трассы, производятся с участием главного инженера проекта, который персонально отвечает за правильный выбор оптимальной трассы ВЛ, за полноту согласований и сроки их завершения.

Главный инженер проекта для выполнения указанных работ привлекает проектные отделы и отдел изысканий.

- Для выбора к согласования трассы заказчик в порядке, установленном земельным законодательством союзных республик, возбуждает ходатайство о предварительном согласовании трассы г примерных размерах намечаемой к изъятию земли и получает решение Совета Министров автономной республики, край (обл.) исполкома о начале работ по выбору трассы и площадок подсобных сооружений в натуре {на местности} с проведением необходимых предварительных изысканий.3)

Для выбора и согласования трассы ВЛ, проходящей по городской территории (поселка городского типа) заказчик в установленном порядке обращается в гор(рай)совет с письмом-просьбой с предоставлением трассы для проектируемой ВЛ и подготовки архитектурно-планировочного задания (АПЗ).

1.10. Главный инженер проекта должен передать отделам-исполнителям исходные данные для выбора трассы, в том числе:

- Наименование, назначение, напряжение ВЛ, кто является заказчиком и год начала строительства. Наименование строительной организации.
- Стадийность проектирования.
- Начальный, конечный и промежуточные пункты В Л. Вариантность трассы.
- Количество одновременно изыскиваемых параллельных ВЛ (цепей). Перспектива прохождения в общем коридоре других линий.
- Нормальное и минимальное расстояние между осями параллельных ВЛ.
- Предполагаемые типы фундаментов и глубина их наложения.
- Предполагаемый тип, материал и габариты опор. Эскиз опоры. Допустимый угол поворота на промежуточно-угловых, анкерных и угловых опорах.
- Расчетная длина пролета.
- Размеры отчуждаемых земельных площадей для различных типов опор. Ориентировочная ширина просеки.
- Минимальные расстояния по горизонтали от трасс, существующих и проектируемых линий электропередачи, связи (воздушных я кабельных) и до ближайших выступающих частей зданий.
- Ориентировочная стоимость промежуточных, угловых опор и километра линии.
- Дополнительные требования к согласованиям и условиям проложения трассы.
- Особые требования к Перечню, материалов для оформления тома "Материалы выбора трассы ВЛ".
- Сроки представления материалов отделами-исполнителями, взаимно увязанные с работой заказчика и комиссии по выбору трассы.

Сведения по пунктам 5,9,10 приводятся лишь в том случае, если последние расходятся с требованиями данного "Руководства" или отсутствуют в нем.

К вышеперечисленным исходным данным прилагались проекты (планы) разводки ВЛ на подходах к подстанциям. Если проект разводки ВЛ отсутствует, ко прилагается схема подхода к подстанций или схема-приложение к акту выбора площадки с указанием положения ВЛ в согласованных коридорах и предварительная компоновка подстанции с указанием линейных порталов. При отсутствии проекта разводки указывается необходимость выбора коридора ВЛ.

Если в составе проекта предусматриваются подстанция, ремонтно- производственная база (РПБ), пункты связи, задание на ее выбор выдается в соответствии с требованиями "Руководства по выбору площадок понижающих подстанций 35-750 кВ" "Энергосетьпроект" инв. № 7708тм-т1.

Срок действия согласования трассы ВЛ и других проектных решений оговаривается во всех документах согласований, исходя из установленного срока строительства, указанного в решении соответствующих органов о строительстве ВЛ (или объекта, в который БД входит составной частью). Эти сроки не должны быть менее сроков, установленных нормами продолжительности изысканий, проектирования и строительства!). Однако срок действия предварительного согласования оговариваемый в акте выбора трассы и другие документах не должен превышать сроке установленного действующими земельными а законодательствами союзных республик2).

Если строительство ВЛ задерживается, заказчик должен обратиться в органы утвердившие (согласовавшие) трассу — Совет Министров автономной республики, крайисполком, облисполком, горисполком - о ходатайством о продлении срока согласования. Дополнительному пересогласованию подлежат пересечения и сближении с инженерными сооружениями и коммуникациями, в том числе объекты Минсвязи СССР.

После утверждения техно-рабочего (технического) проекта решение всех спорных вопросов по трассе является обязанностью заказчика.

Если организация требует изменения ранее согласованного положения трассы проектируемой ВЛ до истечения срока действия согласования и утверждающие инстанции (Совет Министров автономной республики, крайисполкомом, облисполкомом, горисполкомом) выносят новое решение, то заказчик заключает дополнительный договор на выполнение проектно-изыскательских работ на измененных участках трассы и обеспечивает финансирование этих работ.

Если изменение трассы и переделка проекте произошла по вине проектно- изыскательской организации из-за несоблюдения условий согласований, последняя производит работы бег дележкой компенсации за свой счет: проектная организация и ее должностные лица несут ответственности за выполнение наложенных в акте о выборе трассы ВЛ требований органов государственного надзора и заинтересованных организаций 1).

По ВЛ строительная стоимость которых больше 25 млн. руб., до выполнения проектно-изыскательских работ должны осуществляться изыскания для техно- экономического обоснования (ТЭО) целесообразности строительства ВЛ выбора направления линии и основных технических параметров для проектирования<sup>2</sup>).

Выбор и согласования трасс В Л для ТЭО производится в объеме, предусмотренном настоящим руководством. Для уникальных линий год начала строительства которых неопределен, *или* строительство их будет не ранее чем через 8 лет с начала разработки ТЭО допускается вместо согласований с землепользователями и органами, осуществляющими государственный контроль за использованием земель и охраной недр, получать решение Совета Министров автономной республики, крайисполкоме, облисполкома о принципиальном согласовании трассы с последующим (при конкретном проектировании) согласованием с землепользователями и органами, осуществляющими государственный контроль за использованием земель и охраной недр в установленном порядке. Выполнение ТЭО без указанного полного объема согласований трассы с земельными органами допускается только при обоюдном согласии заказчика и вышестоящей проектной организации (руководства головного института).

При выборе трасс ВЛ следует максимально использовать материалы предыдущих изысканий, государственных и ведомственных фондов, топографические карты крупных масштабов, материалы аэрофотосъемки вам прошлых, так и новых залетов.

Представляемые, как приложение к заданий на проектирование, материалы выбора трассы оформляются в виде отдельного тома "Материалы выбора трассы ВЛ" следующем количестве экземпляров: заказчику - 1 экз. В архив проектно-изыскательской организации - 1 экз. Для экспертизы - 1 экз. Том входит в состав проекта.

Для ВЛ напряжением 35-110 кВ материалы выбора трассы могут не переплетаться в отдельный том при условии включения в том техно-рабочего (технического) проекта "Пояснительная записка к чертежи" дополнительной главы: "Выбор и согласования трассы ВЛ" с соответствующими положениями. При этом в отчете по изысканиям для технического (техно-рабочего) проекта должны быть освещены изыскательские работы, выполненные для выбора трассы.

Подлинники согласований (в том числе и производимые заказчиком) и переписка по выбору трассы, если они не были переданы заказчиком в Министерство сельского хозяйства автономной республики, отдел, землеустройства край (обл) исполкома при получении решения о согласовании трассы, систематизируются, переплетаются и по завершению проектирования передаются (кроме режимных) заказчику для хранения и дальнейшего использования при отводе земли для строительства.

Планы землеустройства с нанесенной трассой переплетаются отдельным приложением к тому "Материалы выбора трассы ВЛ". При незначительном количестве планов землеустройства, они могут переплетаться совместно с основными томами. Том планов землеустройства выполняется для заказчика в одном экземпляре и используется им для последующего оформления землеустроительного дела и отвода земли.

На камеральные работы и полевую рекогносцировку вариантов трасс с использованием топографических карт и аэросъемочного материала, в том числе и при выполнении технико-экономического обоснования (ТЭО), разрешения органов Госгеонадзора не требуется 1).

При выборе трассы в горной местности в необжитых районах, где ее положение не затрагивает интересов землепользователей и других организаций, согласования трассы могут производиться без детальной проработки положения угловых опор в ущельях и других сложных местах о уточнении ее на стадии техно-рабочего (технического) проекта. В остальных случаях трасса разрабатывается с учетом требований землепользователей и других заинтересованных организаций и техно-экономических показателей, как на обычной трассе.

В обоих случаях, трасса должна быть согласована о землепользователями, органами осуществляющими государственный надзор за использованием земель и другими заинтересованными

организациями.

При оценке выбранной трассы, при техно-экономическом сравнении конкурирующих вариантов необходимо учитывать предполагаемые убытки землепользователям, связанные с:

- изъятием участков под опоры, а также временным отводом участков и полос земли на период строительства ВЛ;
- сносами и переносами строений, плодово-ягодных, защитных и иных выращиваемых хозяйством многолетних насаждений;
- незавершенным производством (вспашка, внесение удобрений, посева и др. работ).

Для определения вышеуказанных убытков исполнительные комитеты районных (городских) Советов трудящихся по просьбе заказчика образуют оценочные комиссии в составе члена районного (городского) Совета депутатов трудящихся - председатель, государственного районного инспектора по использованию и охране земель, представителей финансового и коммунального отделов Райисполкома (горисполкома), сельского (поселкового) Совета трудящихся, землепользователя и заказчика<sup>1</sup>).

Оформление документов на отчуждение и отвод земельных участков, производство сносов, а также на право производства потрав и порубок леса производится заказчиком<sup>2</sup>) в установленном порядке.

## **2.2. Строительные работы. Земляные работы. Фундаменты опор. Типы опор**

Работа проектно-изыскательской организации, связанные с выбором и согласованиями трасс ВЛ (за исключением выполняемых заказчиком) производится специализированными группами (проектировщиков и изыскателей) подготовки объектов к производству под руководством главноинженера проекта в тесном сотрудничестве с заказчиком к отделами проектирования энергосистем.

При отсутствии в проектно-изыскательских организациях указанных групп работы, связанные с выбором и согласованиями трасс сбором сведений об инженерных сооружениях в районе проложения ВЛ, производятся проектировщиками! (за счет смет на проектные работы) с привлечением изыскателей для изучения природных условий, участия в камеральном трассировании и реконгносцировки трассы в натуре (за счет смет на изыскания).

Допускается поручать, изыскатели выбор и согласования трасс полностью или частично при условии технической подготовленности изыскателей к решению проектных вопросов, связанных с выбором трассы и оплаты выполнения работ за счет сметы на проектные.

При прохождении трассы ВЛ в городских (поселках городского типа) условиях, по территории промышленных зон и райцентров изыскатели привлекаются (при необходимости см.п.1.7) для производства топографо-геодезических, инженерно-геологических и гидрометеорологических условий местности.

Трассы ВЛ выбирается, исходя из технических, условий, изложенных в приложении 1 и 2, с учетом топографических, инженерно-геологических и гидрометеорологических условий местности.

В состав работ по выбору трассы, выполняемых проектно-изыскательской организацией входит:

1. Сбор сведений о районе проложения ВЛ и камеральное трассирование ВЛ.
2. Согласование камерально-разработанной трассы с центральными, областными и проектными организациями.
3. Подготовка материалов заказчику для получения решения (разрешения) о начале работ по выбору трассы ВЛ(см.пп.2.2.1 и 2.3.18).
4. Участие в работе комиссии по выбору трассы,
5. Реконгносцировка трассы; в необходимых случаях инструментальный вынос трассы в натуре и производство инженерно-геологических и гидрологических исследований на сложных участках, определяющих направление трассы.
6. Согласования с заинтересованными владельцами инженерных сооружений и коммуникаций при пересечениях и сближениях с ними и сбор сведений по ним.
7. Подготовка материалов заказчику для согласования трассы ВЛ с землепользователями и органами, осуществляющими государственный контроль за исполнением земель и охраной недр.
8. Подготовка материалов по технико-экономическому обоснованию вариантов трассы.
9. Систематизацию и оформление материалов выбора и согласований трасс ВЛ.

2.1.2. В состав работ по выбору трассы, выполняемых заказчиком, входят:

1. Организация и участие в работе комиссии по выбору трассы.
2. Получение решения (разрешения) Совета Министров автономной республики, Крайисполкома, облисполкома о начале работ по выбору трассы в натуре.
3. Приобретение и представление проектной организации материалов, указанных в п.1.7.
4. Проведение согласований трассы с землепользователями и органами, осуществляющими государственный контроль за использованием и охранной земель.
5. Оформление акта о выборе трассы в исполкоме местного Совета депутатов трудящихся.

6. Получение решения Совета Министров автономной республики, крайисполкома, облисполкома о согласовании трассы ВЛ1)

7. Получение, архитектурно-планировочного задания, составленного исполкомом местного Совета депутатов трудящихся и строительного паспорта участка, содержащего основные технические данные по выбранному для приложения ВЛ проезду (в городских условиях)  
Заказчик несет всю полноту ответственности за своевременное согласование и оформление вышеуказанных документов.

В результате работы комиссии по выбору трассы ВЛ должна быть выбрана трасса удобная и дешевая при строительстве и надежная в эксплуатации, наносящая наименьшие убытки землепользователям и потери сельскохозяйственному производству, а также занимающая минимальные площади ценных, сельскохозяйственных угодий, согласованная со всеми заинтересованными организациями и юридически оформленная решениями органов\* осуществляющих государственный контроль за использованием земель и охрану недр.

### **2.3. Провода воздушных линий. Напряжение ВЛ**

Выбор и согласования трассы ВЛ за пределами городов (поселков городского типа) и территорий райцентров и промышленных зон Сбор сведений о районе проложения ВЛ и камеральное трассирование

Проектно-изыскательской организацией на район проложения трассы ВД через территориальные инспекции государственного геодезического надзора Главного управления геодезии и картографии при Совете Министров СССР (ТИГГП) получают необходимые картографические материалы масштаба 1:100000 - 1:10000, а также через заказчика планы землеустройства м. 1:10000 - 1:25000.

Использование карт масштаба 1:10000 (при их наличии) для трассирования в СЛОЖНЫХ местах (горные и заболоченные участки, переходы через крупные водотоки, населенные пункты, густонаселенные районы на подходах к подстанциям и т.п.) обязательно.

Для трасс длиной свыше 250 км также заказываются карты масштаба 1:200000 - 1:1000000.

Одновременно получают данные по пунктам геодезической сети для плановой и высотной привязки аэроснимков и трассы.

Выявляется наличие аэросъемки, выполненной другими организациями, с целью использования ее для трассировочных, гидрологических (вдоль реки для освещения вариантов переходов) и инженерно-геологических целей.

Для камеральной разработки трассы проектно-изыскательской организацией собираются сведения: 1)

1. В областном отделе по делам строительства и архитектуры, территориальном геологическом управлении - о существующих и проектируемых предприятиях, сооружениях, выявляются участки распространения полезных ископаемых и определяются границы перспективного развития населенных пунктов и, при необходимости, о карьерах строительных материалов..

2. В областном управлении сельского и лесного хозяйства - участках ценных сельхозугодий; орошаемых и осушаемых площадей (существующих и проектируемых), участках ценных лесов, оросительных и осушительных каналах, для выявления поверхностного засоления.

3. В организациях Министерства связи и предприятиях, обслуживающих магистральные кабельные линии связи, в областных производственно-технических управлениях министерства связи (ОПТУС), в союзной сети магистральной связи и телевидения (СМС), в Министерствах связи союзных республик, не имеющих областного деления, проектных институтах - о проектируемых и существующих объектах связи (подземных и воздушных).

4. В управлениях железных и шоссейных дорог, магистральных трубопроводов, проектных институтах - о проектируемых и существующих дорогах и трубопроводах.

5. В энергосистемах и отделениях института "Энергосеть-проект", "Сельэнергопроект" - о проектируемых и существующих воздушных и кабельных линиях электропередачи и линий связи.

6. В институтах Гидропроект, Водоканалпроект, Гипроводхоз - о проектируемых и существующих водохранилищах;

при пересечениях последних - о типе регулирования стока, сбросном расходе расчетной обеспеченности, влиянии на изменение режима реки и руслового процесса.

7. В бассейновых управлениях пути (БУП), управлениях малых рек и лесосплавных организациях - наибольшие высотные габариты судов с учетом возможной реконструкции водного пути и максимального уровня судоходства.

8. В Гидрометеорологической службе и других ведомствах - о гидрологических станциях и постах в районе переходов через водные объекты, наличии материалов на них, опубликованных и неопубликованных материалах наблюдений и гидрологических изысканий: наличии и местонахождении лавиноопасных участков, а также о метеорологических данных, необходимых для выбора трассы и последующего проектирования ВЛ.

9. Во Всесоюзном и территориальных геологических фондах Министерства геологии СССР, в архивах проектных и изыскательских организаций, работающих и работавших в данном районе - об отсутствии (наличии) полезных ископаемых в недрах, об инженерно-геологических и гидро-геологических условиях района проложения трассы ВЛ. Особое внимание при этом уделяется выявлению неблагоприятных физико- геологических процессов и явлений.

10. В организациях Госсаниспекции - о наличии существующих и проектируемых объектах, загрязняющих атмосферу, с указанием их класса (группы) и минимального защитного интервала; сезонные розы ветров. Уточняется плановое положение их относительно трассы.

При отсутствии сведений о степени загрязнения эти данные получают в установленном порядке непосредственно на предприятиях.

11. В организациях, эксплуатирующих воздушные линии электропередачи и связи - об опыте эксплуатации ВЛ и линий связи (загрязнения изоляции), а также сведения по авариям по гидрологическим причинам .

Производился гидролого-морфологический анализ собранных по водным объектам данных, картографических и аэрофотосъемочных материалов и определяются гидрологические условия их пересечения трассой.

При необходимости пересечения водных объектов большими переходами 1) выявляются наиболее благоприятные по гидрологическим условиям участки с учетом возможности и целесообразности выхода на них трассы ВЛ.

Переходы через крупные водные объекты, как правило, определяют, направление трассы. В силу этого выбор переходов, как и подходы к начальной и конечной точке трассы ВЛ должны решаться в первую очередь и однозначно.

Переходы через реки второй группы пересекаемые небольшими переходами, намечаются после определения общего направления трассы.

При сравнении вариантов учитываются: длина переходного пролета, ширина и устойчивость русла, устойчивость и возвышение берегов, наибольшая ширина и глубина затопления поймы, устойчивость ее поверхности к размыву, наличие пойменного ледохода, величина судового габарита.

Для технико-экономического сравнения вариантов можно пользоваться способом сопоставления условий стоимостей переходов .

Для камеральной разработки трассы на карты наносятся, выходы (коридоры) с начальной, конечной (промежуточной) подстанций и варианты больших переходов через водные преграды; наносятся все остальные данные, определяющие расположение отдельных участков (подвариантов) трассы: зоны проектируемых предприятий, переходы через водные объекты второй группы, границы поселков, городов о перспективой их расширения, границы водохранилищ, зоны полезных ископаемых, зоны загрязненной атмосферы (в полосе 9 км в обе стороны от оси трассы), а также различные инженерные сооружения (автодороги, ВЛ, газопроводы и т.п.), выявленные при сборе материалов. На основе анализа всех сведений о районе проложения ВЛ на карте уточняются варианты трассы ВЛ с учетом обхода промышленных предприятий, режимных зон, ценных сельскохозяйственных угодий и территорий с неблагоприятными естественными условиями.

Камеральное трассирование между заданными пунктами производится по одному или нескольким вариантам, а при необходимости, на отдельных участках должны рассматриваться и подварианты.

Производится технико-экономическое сравнение вариантов трассы ВЛ, выбирается наиболее экономичное и надежное для эксплуатации направление трассы, которое утверждается руководством проектно-изыскательской организации для дальнейшей работы.

При сравнении вариантов основными показателями являются: длина трассы, количество углов поворота, наличие дорог в районе строительства, количество пересечений инженерных сооружений; минимальные убытки землепользователей и потери сельскохозяйственного производства, связанные с изъятием земель в постоянное пользование и временным занятием земельных участков; наличие специальных переходов, рельеф, заселенность, снос строения, реконструкции существующих сооружений, геологические, гидрологические и метеорологические условия.

Для разработки трассы следует использовать, как существующие аэроснимки других организации, так и снимка одномаршрутной аэросъемки своего залета.

Согласования камерально-разработанной трассы с центральными, областными и проектными организациями

В процессе камеральной разработки проектно-изыскательская организация согласовывает трассу ВЛ с центральными, областными и проектными организациями, интересы которых затрагивает строительство ВЛ.

Перечень организаций, с которыми необходимо согласовывать трассу, определяется в каждом отдельном случае в процессе выбора трассы.

С проектными организациями, указанными в п.2.3.3., согласовывается возможность проложения трассы вблизи проектируемого объекта, условия параллельного следования и пересечений.

К центральным и областным организациям, согласования с которыми обязательны, относятся:

1. Штабы военных округов. Трассы линий электропередачи согласовываются также с Генеральным Штабом Вооруженных Сил СССР), если они проходят по территории нескольких военных округов, или если этого требует штаб какого-либо военного округа. В генштаб представляется копии согласований военных округов и план трасса (а для трасс большого протяжения и обзорный) в соответствующем количестве экземпляров. Согласования с отдельными воинскими частями производятся только по требованию Генерального штаба или штабов военных округов.

2. Управления гражданской авиации<sup>2)</sup> (по представлении заключений объединенных, авиаотрядов, объединенных авиаэскадрилий и аэропортов), а также Министерство гражданской авиации (на территории московской воздушной зоны).

Согласованию подлежат ВЛ, располагаемые от границ аэродрома на расстоянии: до 10 км; от 10 до 30 км, если абсолютные отметки верхних точек опор превышают отметку аэродрома на 50 м и более.

Согласованию подлежат и спецпереходы В Л с опорами высокой 100 м и более, проходящих на расстоянии до 75 км от границ аэродромов и на воздушных трассах.

Для трасс ВЛ 220 кВ и выше, а также для спецпереходов с опорами высотой 100 м и выше ВЛ любых напряжений требуется согласование с организацией Москва К-160.

Для согласования трассы и спецпереходов должны быть представлены данные и материалы о высоте и местоположении трассы, абсолютной отметки поверхности земли, карта (выкопировка с карты) или ситуационный план с рельефом местности с указанием масштаба и привязки трассы к ближайшему крупному населенному пункту и аэропорту.

3. Органы Госгортехнадзора. Согласование производить при продолжении трассы ВЛ по району разработки недр или разведанных залежей полезных ископаемых (по данным справки территориального геологического управления), а также наличия вблизи трассы складов ВВ.

Согласования прохождения трассы ВЛ по площадям полезных ископаемых производится по предъявлению заказчиком проекта ВЛ документации, предусмотренной Инструкцией о порядке выдачи разрешений на застройку площадей залегания полезных ископаемых" Госгортехнадзора СССР, согласованной Госстроем СССР 12 февраля 1970 г.

4. Областной штаб гражданской обороны.

5. Отделение и управление железной дороги при пересечении или проложении трассы ВЛ вблизи железной дороги,

6. Бассейновые управления пути и по их требованию с управлениями Министерства речного флота РСФСР (управлением пароходства, главным управлением водных путей и гидротехнических сооружений) или органами, ведающими водным транспортом в союзных республиках, при пересечении судоходных рек, каналов и сплавных ррлпение качества, надежности и экономичности электрических магистралей (ГНУС), министерства связи союзных республик не имеющих областного деления, при пересечениях и параллельном следовании трассы с сооружениями связи, в том числе и радиорелейными линиями. В случае прохождения В Л по территории двух и более СМС, ПТУС или линий связи союзных республик согласования производятся дополнительно с Главным управлением линейно-кабельных и радиорелейных сооружений Министерства связи СССР и соответствующими Министерствами связи союзных республик.

8. Управления автомобильных дорог, при пересечении или проложении трассы в полосе отвода автомобильной дороги.

Для предотвращения повторных согласований о центральными организациями из-за незначительных изменений трассы появившихся в результате рекогносцировки трассы и согласований с местными организациями и землепользователями, органами осуществлявший государственный контроль за использованием земли и недр, необходимо добиваться согласования трассы ВЛ в пределах определенной полосы (например, в полосе 2-х км, по 1 км в обе стороны от намеченной оси).

В процессе согласований камерально разработанная трасса корректируется. Если при последующих согласованиях трасса меняет свое положение и уходит с ранее согласованных переходов или полос, ранее проведенные согласования должны быть повторены.

Документы согласований оформляются в виде протоколов совещаний, актов комиссий, отношений и писем заинтересованных организаций или в виде надписей на планах трасс. На всех документах должны быть указаны должность и фамилия лица подписавшего документ, заверенные печатью организации, дата согласований и адрес организации. В текстах согласований необходимо давать полное название организаций. Согласования трассы можно производить и на материалах аэрофотосъемки (фотосхемах).

В документах согласований должно быть указано, что со стороны заинтересованной организаций против постройки БД по намеченному направлению возражений нет, или указано, что ВЛ

согласовывается при условиях приближения не более ... к такому-то сооружению, линии, пункту и т.п.

При согласовании нескольких вариантов трассы согласующая организация должна обязательно писать об их согласовании или указать причины отказа в том или другом варианте. Варианты и местные спрямления трасс обязательно доказываются на чертежах с индексом и обуславливаются в тексте согласования.

Во всех случаях тексты согласований должны быть четкими и не допускать различных толкований.

При согласованиях трасс ВЛ с отдельными организациями путем переписки для получения правильных и содержательных ответов (согласований) следует самим четко и правильно запрашивать требуемое.

Одновременно с камеральной разработкой оформляется разрешение на производство маршрутной аэрофотосъемки. Оформление разрешения производится через головной институт.

Заявка на аэрофотосъемку отделениями (ОКП) подается в виде письма, в котором указывается трасса, ее протяженность, масштаб залета, а также прикладывается картограмма листов карты, через которые проходит трасса. Номенклатура листов указывается в разграфке топографических карт до масштаба 1:25000, принятой для международной системы координат 1942 года.

Проектно-изыскательская организация заключает договор с аэрофлотом, в установленном порядке с производства аэрофотосъемки. Необходимо стремиться, чтобы полевое обследование трассы, ее выбор производился с использованием материалов аэрофотосъемки.

Рекогносцировка трассы

Целью рекогносцировки является определение в натуре возможности продолжения трассы ВЛ по намеченному при камеральной разработке направлению а предлагаемым при согласованиях вариантам, уточнение трассы на переходах через водные объекты, в горной местности, на участках сближения и пересечения с инженерными сооружениями и коммуникациями, на подходах к электростанциям и подстанциям и на других сложных участках.

Рекогносцировка трассы начинается с полевого обследования и уточнения камерально намеченных больших переходов через водные препятствия, горных и других сложных участков, определяющих направление трассы.

В отдельных особо сложных случаях рекогносцировка таких мест может производиться параллельно или до камерального трассирования.

При полевом обследовании переходов проверяется и уточняются выводы, сделанные при анализе собранных данных и материалов в части характеристик указанных в п.2.3.4.

Выбранные створы переходов закрепляются реперами. При возможности проведения наблюдений за уровнем, хотя бы только в течение его подъема или спада, организуются временные водомерные водопосты. На горных и таежных реках могут устанавливаться максимальные рейки.

Результаты гидрологического обследования фиксируются в полевом журнале, на камерально составленных профилях или гидролого-морфологических схемах, при этом отображаются следы деятельности воды (отметки УВВ, намывы и размывы поверхности поймы).

В полевом журнале отражаются наблюдения и сведения, подученные от местных жителей:

1. Частота, продолжительность и период затопления поймы, границы размыва, выход на пойму отдельных бревен при сплаве леса и корчеходе, год исторического уровня высоких вод (ИУВВ) и наивысшего уровня ледохода (УВВЛ).

2. Наличие водомерных постов, наблюдения которых можно использовать при описании гидрологических условий перехода.

3. Ледовые явления с целью установления на участке перехода особенностей ледового режима: сроки замерзания и вскрытия, толщина и прочность льда, наличие и расположение полыней и поздно замерзающих участков, места, сроки, и частота выхода льда на пойму, влияние ледохода на разрушение берегов, наличие, мощность (высота и длина распространения) заторов и зажоров, их влияние на русло, мощность (высота, ширина) навалов на берега льда.

4. Случаи размыва водой или разрушения опор линий связи или других сооружений; размеры разрушения (размывов) и гидрологические условия их образования; тип ледовой защиты сооружений, ее конструкция, отметка УВВЛ и верха защиты (обвалования), направление и скорость течения (или ветра), высота волны, размеры и происхождение льдин.

При возможности прохождения трассы по мосту, одновременно прорабатывается вариант перехода вне моста. Окончательное решение принимается после техно-экономического сравнения.

Для выбора трассы, особенно в горной местности, следует максимально использовать имеющиеся материалы аэрофотосъемки других организаций и стремиться иметь материалы собственных залетов по всем конкурирующим вариантам.

В зависимости от характера горного района, наличия параллельно-следующих и пересекаемых коммуникаций (дорог, линий связи, ВЛ, трубопроводов и т.п.), положение которых следует

учитывать при выборе трассы и расстановке опор, масштаб собственных залетов по трассе следует принимать в пределах 1:8000 - 1:17000. Намеченная на картах и согласованная с центральными организациями горная трасса должна быть до полевой рекогносцировки проработана на аэрофотоснимках с использованием мультиплекса или стереоскопа с предварительной прикидкой расположения опор.

Выбор переходов через крупные водотоки и горные участки трассы, как правило, производится комплексной бригадой в составе главного инженера проекта, трассировщика, гидролога и геолога с привлечением заказчика и строительной организации.

При рекогносцировке трассы производится фотографирование переходов через водные объекты (состояние берегов, предполагаемое место размещения переходных опор, воронки местного размыва, характерные русловые образования), пересекаемых инженерных сооружений, горных участков, сносом и других сложных мест. По всем пересекаемым инженерным сооружениям (надземным, подземным и наземным), а также при параллельном следовании с ними в пределах до 100 метров в обе стороны от изыскиваемой ВЛ - взаимное расположение (на каком протяжении и в скольких метрах будет осуществляться параллельное следование).

Инженерно-геологическое рекогносцировочное обследование камерально намеченной трассы производится в тех случаях, когда сведений, содержащихся в фондовых, архивных и литературных материалах, недостаточно для решения вопросов, связанных с выбором трассы, инженерно-геологической оценкой конкурирующих вариантов, а также при широком развитии неблагоприятных физико-геологических процессов и явлений. При производстве инженерно-геологического рекогносцировочного обследования, помимо выявления общих инженерно-геологических и гидрологических условий трассы, при необходимости намечаются места отбора грунта для обратной засыпки котлованов опор. Согласование с землепользователями мест отбора грунта для обратной засыпки котлованов производится одновременно с согласованием местоположения трассы,

При подходах к электростанциям и подстанциям следует проверить соответствие существующего проекта разводки линий о натурой и убедиться, что подход проектируемой ВЛ может быть осуществлен в полном соответствии о проектом. Подходы к существующим и проектируемым ГЭС и ГРЭС с использованием ранее разработанных коридоров согласовываются соответственно с институтами Гидропроект, Теплоэлектропроект или ВНИПИ энергопром.

Если на конкурирующих вариантах трассы есть участки (в том числе и варианты переходов через крупные водотоки), которые определяют конкурентноспособность варианта, рекогносцировку и согласования их нужно производить в первую очередь.

Во всех остальных случаях рекогносцировку трассы начинают с одного из ее конечных пунктов.

В процессе рекогносцировки трассы ведется журнал. Записи в журнале должны дать возможность вынести в натуру выбранную и согласованную трассу при изысканиях для техно-рабочего (технического) проекта и рабочих чертежей. Данные журнала рекогносцировки должны иметь привязки к основной рабочей карте, для чего на карте и журнале следует иметь единый счет километров, начиная с начального пункта. Журнал ведется с применением условных знаков для топографических планов масштаба 1:2000 - 1:10000.

При наличии планов (карт) масштаба 1:10000 и крупнее или материалов аэрофотосъемки, все данные наносятся на план (фотосхему). В полевом журнале производится только текстовые описания и пояснение условий прохождения трассы с соответствующей увязкой текста с плановым материалом.

На рабочую карту наносятся все элементы, определяющие направление трассы:

1. Существующие границы населенных пунктов и проектируемые.
2. Границы месторождений полезных ископаемых, сооружения, препятствия.
3. Плановое положение объектов загрязняющих атмосферу.
4. Зоны, где должны быть по условиям согласований учтены габариты работающих машин, а также границы административных районов, совхозов, колхозов и других сельскохозяйственных предприятий.
5. Участки осушенных земель, орошаемых дождевальными и другими установками, многолетние насаждения.
6. Границы затопления паводковыми водами\* контуры существующих и запроектированных водохранилищ и границы, ближе которых нельзя прокладывать трассу по условиям согласований (объекты и зоны режимного характера на карт и планы не наносятся), маска широкого развития неблагоприятных физико-геологических процессов.

Рекогносцировку следует проводить с использованием различного вида современных транспортных средств. Однако их использование не должно причинять ущерб сельскому хозяйству.

Согласования пересечений и сближений с инженерными сооружениями и коммуникациями и сбор сведений по ним.

Бое пересечения, а также следование параллельно инженерным сооружениям и коммуникациям вблизи, не исключая влияние ВЛ на них, должны быть согласованы с владельцами.

Одновременно с согласованиями по пересекаемым я параллельно следующим коммуникациям собираются сведения:

1. До железным дорогам - наименование, перспектива расширения и электрификации, вид тока, адрес а телефон владельца, общего или необщего пользования, ширина колеи, наличие коммуникаций в полосе отвода.

2. По шоссейным дорогам - наименование, класс, покрытие проезжей части, перспектива расширения, наличие коммуникаций в полосе отвода, адрес и телефон владельца.

3. По трубопроводам - наименование, назначение, категория трубопровода, диаметр труб, давление, глубина занесения, наличие других коммуникаций в полосе отвода, адрес и телефон владельца.

4. По подземным силовым кабелям - наименование, марка, напряжение, глубина заложения, назначение, адрес и телефон владельца.

5. По подземным кабелям связи - тип и марка кабеля, наименование организации эксплуатирующей кабель, величина напряжения дистанционного питания, передаваемого по кабелю: глубина заложения, адрес и телефон владельца.

6. Воздушные линии электропередачи ВЛ и воздушные линии связи, наименование, напряжение, направление, материал и типы опор, марка провода, количество цепей, продольные профили по трассе, адрес и телефон владельца.

Систематизация и оформление материалов выбора и согласований трасс ВЛ, как приложения к заданию на проектирование

Для приложения к заданию на проектирование материалы выбора трассы систематизируются и оформляются отдельным томом "Материалы выбора трассы ..." (с учетом исключений п. 1. 15) при этом в состав тома должны войти:

1. Пояснительная записка с кратким обоснованием выбранной и согласованной трассы, обеспеченность дорогами. Причина отказов от других конкурентно-способных вариантов, Технико-экономическое сравнение их.

2. Краткая инженерно-геологическая характеристика вариантов трассы о обобщенной характеристикой грунтов, указанием протяженности болот, глубины залегания грунтовых вод, сейсмичности района и возможности применения свайных оснований.

3. Гидрологические данные по большим переходам (длина пролета, устойчивость берегов и поймы, судовой габарит, ледовые условия).

4. Сведения о загрязненности атмосферы и метеорологические условия, если они повлияли на выбор варианта.

5. Материал и документа, указанные в п.2.3.36 (подпункт 1,2,3,4,6, а также части пп 7 отнесенной к обязанностям проектно-изыскательской организации).

В зависимости от объема планы землепользования могут переплетаться отдельным приложением.

6. Перечень и копии согласований с центральными, областными и проектными организациями.

7. Решение Совета Министров атомной республики край (обл.) исполкома с указанием особых условий отвода земель, возмещения убытков причиненных землепользователям временным и постоянным изъятием земли.

8. Схематические профили переходов через крупные водотоки и гидролого- морфологическая схема

9. Обзорный план трассы .

10. План трассы на подлиннике топографической карты в масштабе 1:25000 - 1:100000 .

Том "Материалы выбора трассы составляется специализированной группой (см.п.2.1.1) проектно-изыскательской организации под непосредственным руководством главного инженера проекта. При отсутствии специализированных групп том составляется проектировщикам. Том составляется на всю трассу независимо от места ее проложения по городской территории или вне пределов городов (поселков городского типа) и территорий райцентров и промышленных зон. Полевая документация (журнал рекогносцировки, эскизы стесненных мест, материалы выбора переходов через крупные водотоки) систематизируются, переплетается ж сдается на хранение в архив проектно-изыскательской организации.

### ***Раздел 3. Монтаж кабельных линий электропередачи***

#### ***3.1. Выбор трассы КЛ. Подготовительные работы на трассе. Способы прокладки кабеля***

Трассу подземной кабельной линии прокладывают между точками кратчайшим путем. Она не должна проходить по местности, имеющей в почве значительное количество извести, солончака и

промышленных отходов с содержанием кислоты и шлака, а также в болотистых и топких местах, по крутым склонам и т. д. Прокладку кабеля в холодных шлаковых отвалах можно производить при условии устройства постели и заполнения траншей песком или землей. Трассу кабеля по возможности следует удалять от рельсов электрифицированных железных дорог (но в полосе отвода), трамвайных путей, от крупных заводов, фабрик, электростанций и т. д. Запрещается пересекать железнодорожные и трамвайные пути в местах рельсовых стыков и стрелочных переводов.

Пересечение кабелями шоссейных дорог, благоустроенных улиц, железнодорожных и трамвайных путей производят только в трубопроводах. Под железнодорожными путями трубопроводы укладывают на расстоянии не менее 3 м от стрелок и крестовин. Кроме того, на электрифицированных железных дорогах и трамвайных путях это пересечение осуществляют на расстоянии не менее 3 м от отсасывающих фидеров. Причем пересечение делают, как правило, под прямым углом к рельсовым путям, но допускается отклонение на угол не менее  $60^\circ$ .

На неэлектрифицированных железных дорогах трубы должны выступать по отношению крайних нитей рельсовых путей на 1 м, а на электрифицированных железных дорогах и трамвайных путях — на 2 м.

При прокладке кабеля вдоль железной дороги расстояние между ближайшим рельсом и кабелем должно быть не менее 2 м и только в исключительных случаях оно может быть доведено до 1 м с обязательным применением изолирующей канализации или изолирующих покрытий кабеля.

По территории станции трасса кабеля СЦБ, местной, стрелочной и других видов внутростанционной связи может проходить как сбоку железнодорожного полотна.

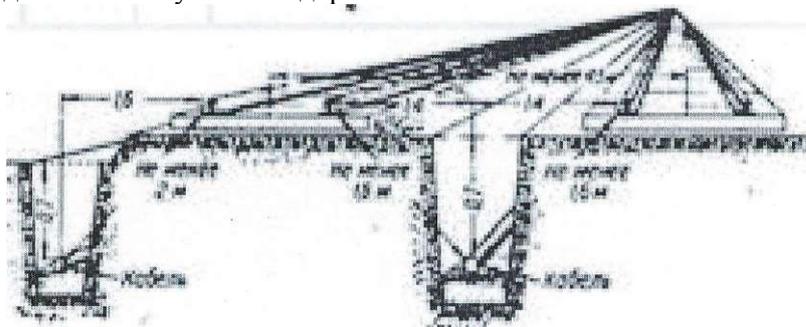


Рис. Удаление кабелей от тягового рельса (прокладка кабелей вдоль путей на электрифицированных участках)

Междупутье, шириной не менее 4,5 м между осями электрифицированных путей. В этом случае расстояние между ближайшим рельсом и кабелем должно быть не менее 1,6 м в междупутье и 2 м сбоку пути.

Трасса кабеля по отношению к ориентирам (постоянные здания и другие сооружения) должна проходить от красной линии домов и строений на расстоянии не менее 1 м.

При пересечении телефонными бронированными кабелями теплопроводов должен быть проложен изолирующий желоб или кабельный трубопровод, выступающие на 1 м по обе стороны от края пересекаемого теплопровода.

телефонной канализации в случае сварки стыков магистрального газопровода на подкладных кольцах или наварки усилительных муфт расстояния могут быть снижены до 6,0 м.

При прокладке бронированного кабеля связи в трубах расстояния, указанные в графе 5 табл. 47, могут быть снижены до соответствующих расстояний графы 4. При этом трубы должны выступать на 1,0 м в обе стороны от края пересекаемого сооружения. Пересечение междугородными бронированными кабелями связи водопровода, канализации и других трубопроводов производят в металлических трубах, которые выводят в обе стороны не менее чем на 2 м.

В стесненных условиях допускается врезание телефонных трубопроводов (с любым количеством труб в высоту) в тело колодцев (во внутреннюю часть колодца) водопровода, ливневой и хозяйственной канализации на глубину до 150 мм (в горизонтальной плоскости) их полезного сечения с защитой врезаемой части металлическим кожухом из стали толщиной не менее 3 мм, покрытой антикоррозийным составом.

Расстояние от кабелей связи и СЦБ до заземлителя ближайшей опоры высоковольтной линии, а если опора не заземлена, то до ближайшей ноги опоры должно быть не менее 25 м при сопротивлении земли до  $5 \cdot 10^4$  Ом/см и 50 м свыше  $5 \cdot 10^4$  Ом/см. Если прокладку кабелей связи и сигнализации производят в стальных трубах с целью экранирования на длине, равной расстоянию между крайними проводами высоковольтных линий, плюс по Ю м е каждой стороны от крайних проводов, то в этом случае допускается уменьшение приведенных расстояний до 5 м. Заземлители молниеотводов опор воздушных линий связи должны быть удалены от кабеля не менее 25 м.

### **3.2. Соединение и оконцевание кабелей. Кабельные муфты. Соединение кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена**

Оконцевание кабелей с целью их подключения к оборудованию выполняется с помощью концевых муфт; соединение отдельных кусков кабелей - с помощью соединительных кабельных муфт. Концевые муфты устанавливаются в начале и конце кабелей. Количество соединительных муфт на 1 км КЛ определяется строительной длиной кабеля.

Муфты изготавливаются из различного материала. Основным требованием, предъявляемым к кабельной муфте, является надежность ее работы. Поэтому муфта должна быть герметичной, влагостойкой, обладать механической и электрической прочностью, стойкостью к воздействию окружающей среды. В наибольшей степени этим требованиям удовлетворяют муфты горячей (термоусаживаемые) и холодной усадки, применяемые для кабелей с любой изоляцией.

Перед монтажом муфты конец кабеля разделяется. Операция разделки кабеля заключается в последовательном удалении с некоторым сдвигом всех слоев кабеля от наружной защитной оболочки до фазной изоляции токоведущей жилы. Размеры разделки зависят от напряжения, марки, сечения жил кабеля и приводятся в справочниках и монтажных инструкциях.

#### *Термоусаживаемые муфты*

Эти муфты используются при любом способе прокладки кабелей, надежны в эксплуатации (срок службы не менее 30 лет), характеризуются простотой монтажа (приблизительно 1 час для оконцевания и приблизительно 2 часа для соединения кабелей напряжением 6-10 кВ).

Напряжение на КЛ может подаваться сразу же после монтажа муфты. Широкий диапазон термоусадки позволяет использовать один типоразмер муфты для разных типов кабелей и сечений жил, что значительно сокращает складской запас муфт. Например, всего два типоразмера покрывают весь диапазон сечений кабелей, используемых в распределительных сетях напряжением 6-10 кВ (один типоразмер используется для сечений 70-120 мм, второй - для сечений 150-240 мм). Арматура термоусаживаемых муфт практически не подвергается старению и может складироваться неограниченно долго.

Принцип термоусадки, основан на технологии изготовления поперечно сшитых полимеров с пластической памятью формы. В комплект термоусаживаемой муфты входят элементы (трубки, манжеты, перчатки, шланги и другие), поставляемые в растянутом состоянии, что позволяет легко их надеть на элементы разделанного кабеля. При нагревании пропан-бутановой горелкой или строительным феном происходит усадка этих деталей и плотный охват элементов кабеля, чем создается герметичная и механически прочная конструкция. Температура усадки составляет 120-150°C и не является опасной для изоляции кабеля.

Надежную герметизацию обеспечивают специальные клеевые и мастичные герметики, нанесенные на внутренние поверхности элементов муфты. Одновременно с нагревом термоусаживаемых элементов происходит расплав и растекание герметизирующих материалов с заполнением всех пустот.

Герметизирующие материалы за счет специальных добавок (ZnO) обладают полупроводящими свойствами и, следовательно, выравнивают электрическое поле. За счет этого полностью исключается причина разрядов в областях повышенной напряженности электрического поля (в контактных соединениях жил, на срезе экрана).

Монтаж концевой термоусаживаемой муфты трехжильного кабеля принципиально не отличается от монтажа муфты однофазного кабеля. В муфтах трехжильных кабелей используются термоусаживаемые перчатки, надеваемые на три фазные жилы разделанного кабеля.

Проводник заземления концевых муфт и проводник, обеспечивающий непрерывность цепи заземления, в соединительных муфтах монтируются с помощью системы непаянного заземления, поставляемого в комплекте муфты. Контактное соединение заземляющего проводника с металлической оболочкой (экраном) кабеля закрывается герметизирующей лентой, обеспечивающей защиту этого соединения от коррозии.

Проводники заземления муфт выполняются гибким медным проводом. Сечения этих проводников должны быть не менее:

16 мм - при сечении жил кабеля до 120 мм;

25 мм - при сечении жил кабеля до 240 мм.

При монтаже термоусаживаемых муфт удается уйти от таких экологически вредных операций, как пайка при монтаже свинцовых муфт, битумное наполнение муфт. При термоусадке отсутствуют экологически опасные газовые выделения. Муфты холодной усадки

Эти муфты обладают всеми достоинствами термоусаживаемых муфт. Кроме того, монтаж: муфты холодной усадки не требует операции нагрева, что позволяет сократить время монтажа такой муфты приблизительно в два раза по сравнению со временем монтажа термоусаживаемой муфты.

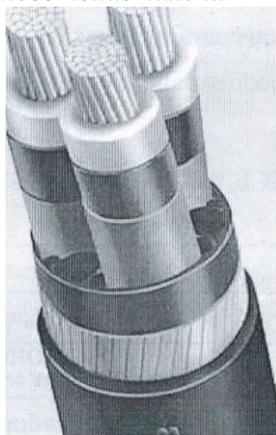
Муфта холодной усадки состоит из ЕРБМ-резины, предварительно натянутой на удаляемую при

монтаже спираль. При удалении спиралевидного корда за специально оставленные с обеих сторон муфты свободные концы корда муфта легко усаживается, обеспечивая полную герметизацию кабеля. Толстые стенки муфты создают дополнительную защиту от механических воздействий. Кроме того, ЕРПМ-резина устойчива к воздействию влаги, кислот, щелочей и ультрафиолетового излучения. Термоусаживаемые муфты и муфты холодной усадки сохраняют гибкость кабеля, не разрушаются при циклических температурных нагрузках и смещениях грунта при смене времен года. Продольное усилие на разрыв муфты составляет 60% от усилия на разрыв кабеля.

Стопорные свойства таких муфт позволяют увеличить допустимую разность уровней кабельной трассы для кабелей с бумажной пропитанной изоляцией.

Организация и порядок приемки КЛ в эксплуатацию такие же, как у ВЛ. Отличие состоит в программе приемо-сдаточных испытаний и документах, передаваемых строительно-монтажной организацией (подрядчиком) эксплуатирующей организации (заказчику).

*Соединение кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена*



В настоящее время в Российской Федерации повысился интерес потребителей к новым кабелям с изоляцией из сшитого полиэтилена (СПЭ, ХБРЕ), которые в недалеком будущем заменят кабели с бумажно-пропитанной (БПИ) и поливинилхлоридной (ПВХ) изоляцией. Это связано с тем, что предприятия, имеющие такие кабельные линии, высоко оценили эксплуатационные преимущества кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена. По этому принципу пошли и многие российские производители, которые уже модернизировали свои технологии и наладили производство подобных кабелей для отечественных потребителей.

Это объясняется значимыми преимуществами СПЭ-кабелей:

- за счет увеличения допустимой температуры жилы достигнута большая пропускная способность кабеля (в зависимости от условий прокладки, допустимые нагрузочные токи на 1/6 - 1/3 выше, чем у кабелей с бумажной изоляцией);
- высокая устойчивость к влаге, при этом отпадает необходимость в металлической оболочке;
- при коротком замыкании обеспечивается больший ток термической устойчивости;
- изоляционные электрические характеристики выше, а диэлектрические потери ниже;
- меньше допустимый радиус изгиба кабеля;
- поскольку для изоляции и оболочки применяются полимерные материалы, то для прокладки кабелей при температурах  $-20^{\circ}\text{C}$  их предварительный подогрев не требуется;
- неограниченные возможности по прокладке кабелей на трассах с любой разностью уровней;
- СПЭ-кабель имеет меньшие габариты и массу, как следствие прокладка кабеля, как в кабельных сооружениях, так и в грунте на сложных трассах становится легче.

Кабели же с бумажно-пропитанной изоляцией, несмотря на достаточно высокие и стабильные электрические характеристики, имеют ряд недостатков:

- технология изготовления кабеля сложна и трудоемка, из-за этого стоимость его довольно высока;
- кабель имеет ограничения при вертикальной прокладке, т.к. наблюдается стекание пропиточного состава;
- конструкция кабеля имеет большой вес, т.к. обязательным элементом конструкции является металлическая оболочка, которая защищает пропитанную бумагу, теряющую свойства изоляции при попадании влаги.

Все вышеперечисленные недостатки не присущи кабелям, изоляция которых состоит из полиолефиновых материалов. Самым распространенным и широко используемым в кабельной продукции полиолефином, является полиэтилен (ПЭ).

В начальной стадии обработки термопластичный полиэтилен имеет серьезные недостатки, основным

их которых это ухудшение механических свойств, при нагреве до температуры плавления материала. Чтобы решить данную задачу производители применяют сшитый полиэтилен, причем «сшивка» происходит на молекулярном уровне. При этом в процессе сшивки, образуются поперечные связи между макромолекулами полиэтилена, которые создают трехмерную структуру материала. За счет такого строения, полиэтилен имеет высокие показатели электрических и механических характеристик, большой диапазон использования рабочих температур, меньшую гигроскопичность. Есть несколько технологий сшивания термопластичных материалов. Для кабелей до 1 кВ используется самый распространенный способ - сшивание через привитые органofункциональные группы, в качестве таких групп используют силаны. Этот способ еще называют силанольная сшивка. Сшивание полиэтилена происходит с использованием пара или воды, температура которых достигает 80-90 °С. Под воздействием влаги, тепла и применением катализатора, совершается гидролиз силанольных групп и, как следствие, сшивка материала.

Этот способ сшивания полиэтилена невозможно применить для кабелей с изоляцией рассчитанной на напряжение 10 - 35 кВ, потому что в процессе обработки достаточно сложно добиться равномерности физико-механических свойств в радиальном направлении изоляции, а также по причине того, что изоляция кабелей высокого напряжения имеет значительно большую толщину, по сравнению с изоляцией кабелей низкого напряжения.

Для того чтобы сшить изоляцию кабелей на напряжение 10 - 35 кВ применяется другой способ - сшивание с использованием пероксидов. Этот процесс, в отличие от силанольной сшивки, происходит в сухой среде, а именно в среде инертного газа (азота), при воздействии высоких температур от 300 до 400 °С и давления в 8 - 12 атм., при этом сохраняются электрические характеристики высоковольтных кабелей.

Применение вышеописанных способов сшивки кабелей подтверждается и мировыми производителями, которые наладили технологию производства и практически полностью перешли на использование силовых кабелей на среднее и высокое напряжение с изоляцией из сшитого полиэтилена (СПЭ). Это можно объяснить тем, что кабели с бумажно-пропитанной изоляцией расцениваются и считаются как морально устаревшие.

Как показывает практика, применяя кабели с изоляцией из СПЭ на напряжение 6-10 кВ можно решить задачи по улучшению надежности электроснабжения потребителей путем оптимизации и реконструкции схем электрических сетей.

На сегодняшний день многие страны уже положительно оценили эксплуатационные характеристики кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена (СПЭ) на среднее и высокое напряжение и практически полностью перешли на их использование. Так, например, составляющая доля всего рынка силовых кабелей равняется в США и Канаде - 85%, в Германии и Дании - 95%, а в Японии, Франции, Финляндии и Швеции в распределительных сетях среднего напряжения используется только кабель с изоляцией из СПЭ.

Энергетические компании России, оценив положительные аспекты эксплуатации кабелей среднего и высокого напряжения с изоляцией из СПЭ, также ориентированы на использование данного типа кабелей при прокладке новых кабельных линий и замене либо капитальном ремонте старых. Кроме того, для осуществления соединений между кабелями с бумажно-пропитанной изоляцией и изоляцией из сшитого ПЭ применяются специально разработанные муфты. Это существенно уменьшает проблемы при ремонтах и реконструкциях электрических сетей.

Прокладку кабеля осуществляет бригада в количестве 5-7 человек.

Примерная схема расстановки рабочих при протяжке кабеля:

- барабан, на тормозе - 1 человек;
- сход кабеля с барабана - 1 человек;
- спуск кабеля в траншею (вход, выход из туннеля) - 1 человек;
- на лебедке - 2 человека;
- сопровождение конца кабеля - 2 человека.

Кроме того, необходимо предусмотреть по одному человеку:

- на каждом углу поворота;
- на каждом проходе в трубах через перегородки или перекрытия, у входа в камеру или здание.

При одновременном тяжении трех кабелей за устройством для группирования кабелей должны находиться 2 человека для скрепления кабеля в треугольник.

Скорость прокладки не должна превышать 30 м/мин и должна выбираться в зависимости от характера трассы, погодных условий и усилий тяжения.

При превышении допустимой величины усилия тяжения необходимо остановить прокладку и проверить правильность установки и исправность линейных и угловых роликов, наличие смазки (воды) в трубах, а также проверить кабель на возможное заклинивание в трубах. Дальнейшая

протяжка кабеля возможна только после устранения причин превышения допустимых усилий тяжения.

При спуске кабеля в траншею или входе в туннель необходимо следить, чтобы кабель не соскальзывал с роликов и не терся о трубы и стенки в проходах. На входе в трубы необходимо следить за тем, чтобы не повреждались защитные покровы кабелей о край трубы.

При повреждении оболочки кабеля необходимо остановить прокладку, осмотреть место повреждения и принять решение о способе ремонта оболочки.

Сопровождающие конец кабеля должны следить за тем, чтобы кабель шел по роликам, при необходимости подправляют ролики, а также направляют конец кабеля.

Кабель вытягивается таким образом, чтобы при укладке его по проекту расстояние от верха концевой муфты или от условного центра соединительной муфты было не менее 2 м. При определении запаса следует учитывать, что остатка кабеля на барабане должно хватить для монтажа муфты. Отсоединить тяговый трос и снять чулок или захват с конца кабеля. В случае, если на барабане находится кабель для нескольких участков трассы, или если длина кабеля существенно больше длины участка, необходимо обрезать кабель.

После обрезки кабеля необходимо герметизировать концы кабелей капированием. Для более надежной герметизации концов кабелей возможно применить двойное капирование. Внутреннюю капу осадить на электропроводящий слой по изоляции кабеля, а наружную капу - на внутреннюю капу и на оболочку кабеля. Возможно, также перед капированием нанести на обрез кабеля слой расплавленного битума.

При необходимости концы кабеля завести в камеры, колодцы, кабельные помещения. При этом необходимо соблюдать допустимые радиусы изгиба кабеля. Снять кабель с роликов, уложить и закрепить его по проекту.

При прокладке в траншее произвести присыпку кабеля песчано-гравийной смесью или мелким грунтом толщиной не менее 100 мм и провести испытания оболочки кабеля.

#### ***Раздел 4. Эксплуатация воздушных и кабельных линий***

##### ***4.1. Сдача воздушных линий в эксплуатацию***

После окончания работ по сооружению ВЛ заказчик совместно с генеральным подрядчиком назначает рабочую комиссию, которая производит техническую приемку линий. При этом генеральный подрядчик предъявляет комиссии полный комплект исполнительной документации.

Приемку ВЛ осуществляют в соответствии с положениями СНУ 1.03.04-2000 «Приемка законченных строительством объектов. Основные положения» и СНиП 3.05.06—85 «Электротехнические устройства», ПУЭ, а также требованиями Правил приемки в эксплуатацию законченных строительством объектов распределительных сетей напряжением 0,38—20 кВ.

На ВЛ, принимаемую в эксплуатацию, должен быть составлен паспорт. При этом запрещается принимать ВЛ с недоделками, препятствующими ее нормальной эксплуатации, и отступлениями от проекта, не согласованными с заказчиком и проектной организацией.

Окончательно принимает ВЛ в эксплуатацию Государственная приемочная комиссия, в состав которой входят представители заказчика и всех организаций, участвовавших в сооружении линии, эксплуатационной организации, проектировщиков, технической инспекции профсоюза, пожарной охраны, банка, органов охраны окружающей среды и др.

На основании актов рабочей комиссии и осмотра ВЛ Государственная комиссия определяет качество работ, готовность линии к сдаче в эксплуатацию и выдает письменное разрешение на ее включение.

Сдачу-приемку в эксплуатацию законченной строительством и монтажом ВЛ осуществляют при наличии следующих документов: акта приемки трассы; журнала работ по сооружению бетонных фундаментов под опоры; журнала установки фундаментов и забивки свай под опоры; журнала сборки опор; журнала установки опор; акта приемки установленных опор ВЛ под монтаж проводов и тросов; протокола контрольной проверки стрел провеса проводов и габаритов ВЛ; журнала сращивания проводов и тросов на ВЛ; протокола осмотра разрядников; акта осмотра пересечений; паспорта высоковольтной ВЛ; протоколов измерений сопротивления заземления; актов скрытых работ, а также ведомости отклонений от проекта в процессе выполнения работ.

Подача напряжения производится эксплуатационным персоналом после письменного уведомления генерального подрядчика о том, что все работники с линии сняты и предупреждены о предстоящем включении. При бесперебойной нормальной работе ВЛ в течение суток после включения Государственная приемочная комиссия оформляет акт передачи ее в эксплуатацию.

Вдольтрассовые ЛЭП для магистральных трубопроводов можно предъявлять к сдаче и принимать в эксплуатацию отдельными участками, ограниченными с обеих сторон подстанциями, переключательными пунктами, трансформаторными пунктами или участками, врезанными в действующие линии. По договоренности с заказчиками разрешается предъявлять к осмотру и

проверке отдельные законченные строительством и монтажом участки от потребителя до потребителя (например, от СКЗ до СКЗ), не ожидая окончания работ по всей линии. Приемка ЛЭП в эксплуатацию осуществляется рабочими и государственными комиссиями.

Основанием для создания рабочей комиссии служит письменное извещение генеральным подрядчиком (совместно с электромонтажной организацией) заказчика о готовности линии к сдаче в эксплуатацию. При этом подрядчики несут ответственность за сдачу заказчику законченной строительством линии, подготовленной к комплексному опробованию и постановке под напряжение.

Заказчик на основании извещения подрядчика назначает рабочую комиссию, в состав которой входят представители заказчика (председатель комиссии), генерального подрядчика, субподрядчика проектной организации, профсоюзной организации, заказчика государственного санитарного и пожарного надзора, газовой инспекции и других заинтересованных организаций.

Рабочая комиссия проводит техническую приемку ЛЭП, т.е. тщательный осмотр, проверку документации, испытание.

Организации, осуществляющие строительство ЛЭП, представляют рабочей комиссии следующие материалы: список организаций, принимавших участие в строительстве, с указанием лиц, ответственных за проведение работ; ведомость объектов, предъявляемых к сдаче, с их краткой характеристикой; комплект рабочих чертежей с подписями лиц, ответственных за производство работ, с внесенными в установленном порядке изменениями (исполнительные чертежи); ведомость отклонений от проекта с указанием причин, вызвавших эти отклонения, и ссылкой на обосновывающие их документы; трехлинейную схему линии с нанесением расцветки фаз; акт приемки трассы линии; журнал работ по устройству фундаментов и заземлению; журналы работ по сборке и установке опор; акты приемки установленных опор под монтаж проводов; журналы соединений проводов, монтажа натяжных, петлевых соединительных и ремонтных зажимов; протоколы контрольной проверки стрел провеса проводов и габаритов линии; акты осмотров и замеров габаритов на пересечениях ЛЭП, составленные совместно с владельцами пересекаемых сооружений; протоколы измерений сопротивления заземления, соединений проводов, испытаний и осмотров разрядников.

При наличии на ЛЭП кабельных вставок и переходов на кабельные прокладки представляется следующая документация: проект кабельной линии со всеми согласованиями, исполнительная трасса кабельной линии в масштабе 1:500, акты приемки траншей, акты осмотра кабельной канализации в траншеях перед закрытием, акты на скрытые работы по прокладке труб, паспорта и протоколы заводских испытаний кабеля (при их отсутствии - протоколы испытаний кабеля до его прокладки на монтажной площадке), протоколы испытаний кабеля перед сдачей в эксплуатацию, акты (журналы) разделки кабельных муфт и концевых заделок, протоколы прогрева кабелей перед прокладкой в зимнее время. Вся документацию составляют строительные-монтажные организации в процессе строительства ЛЭП и подписывают ее ответственные руководители - прорабы, мастера и исполнители работ - бригадиры, электромонтеры-кабельщики (на монтаж муфт), а также представители технического надзора заказчика.

При приемке линии в акте рабочей комиссии отмечаются все недоделки и дефекты, которые должны быть устранены, после чего ЛЭП осматривают вторично, составляют протокол о готовности ее к включению и предъявляют территориальной инспекции Госэнергонадзора.

На основании актов рабочей комиссии, изучения документации и осмотра ЛЭП территориальная инспекция Госэнергонадзора определяет качество работ, готовность линии к сдаче в эксплуатацию и выдает письменное заключение о возможности постановки линии под напряжение.

Затем все документы с заключением инспекции Госэнергонадзора предъявляются в районные электрические сети, которые, рассмотрев их, выдают наряд на включение ЛЭП.

Включение ЛЭП под напряжение осуществляется эксплуатационным персоналом после письменного уведомления строительной-монтажной организации о том, что с линии ее работники сняты и предупреждены о предстоящем включении.

При нормальной работе ЛЭП в течение суток после включения, линия считается принятой и рабочая комиссия оформляет акт передачи ее в эксплуатацию. Один экземпляр акта о приемке ЛЭП в эксплуатацию передается строительной-монтажной организации.

Государственные приемочные комиссии назначаются соответствующими Министерствами и ведомствами-заказчиками для приемки в эксплуатацию участков трубопровода, в комплекс которых входит ЛЭП, как объект энергетического назначения.

Помимо документации, предъявляемой подрядчиком рабочей комиссии, заказчик предъявляет Государственной приемочной комиссии следующие материалы:

- акт рабочей комиссии о приемке ЛЭП в эксплуатацию;
- утвержденную проектно-сметную документацию;
- документы об отводе земельных участков, согласованные с соответствующими организациями;

- заводскую документацию на основное оборудование;
- паспорт ЛЭП;

документацию по пусконаладочным работам.

#### **4.2. Эксплуатация кабельных линий в условиях Восточной Сибири**

При техническом обслуживании кабельных линий (КЛ) периодически проводят их осмотры с целью визуального обнаружения неисправностей и дефектов. КЛ на напряжение до 35 кВ, проложенные открыто, должны осматриваться не реже 1 раза в 6 месяцев; проложенные в земле - не реже 1 раза в 3 месяца. Не реже 1 раза в 6 месяцев выборочные осмотры КЛ должны проводиться административно-техническим персоналом. Внеочередные осмотры КЛ должны проводиться в период паводков и после ливневых дождей, когда возможны сдвиги почвы и попадание грунтовых вод в подземные кабельные сооружения, а также после отключения КЛ релейной защитой.

При осмотрах трасс КЛ, проложенных в земле, проверяется наличие знаков привязки линии к постоянным ориентирам (или пикетов на незастроенной территории), обозначающих трассу. На трассе КЛ не должно быть вспучивания или проседания грунта, не должно производиться каких-либо работ, раскопок, складирования строительных материалов, свалок мусора.

Правилами охраны электрических сетей для КЛ, проложенной в земле, устанавливается охранная зона в размере 1 м с каждой стороны от крайних кабелей. Любые работы в охранной зоне КЛ должны выполняться с разрешения и под наблюдением организации, эксплуатирующей кабель.

В местах выхода кабеля из земли, например на стену здания или опору ВЛ, должна быть защита кабеля от механических повреждений. Осмотры КЛ, проложенных в кабельных сооружениях (тоннелях, эстакадах и других), должны проводить два человека. В первую очередь проверяется с помощью газоанализатора отсутствие в кабельных сооружениях газов, состояние освещения и вентиляции.

Проверяется общее состояние кабельных сооружений, наличие средств пожаротушения, отсутствие посторонних предметов. Все металлические конструкции кабельных сооружений должны быть покрыты негорючим антикоррозийным составом.

Кабельные туннели должны быть оборудованы средствами для отвода ливневых и почвенных вод. Эти средства должны находиться в исправном состоянии.

По температуре внутри кабельных сооружений косвенно контролируется тепловой режим кабелей. Температура воздуха внутри сооружений должна превышать температуру наружного воздуха не более чем на 10°C.

На открыто проложенных кабелях должны быть стойкие к воздействию окружающей среды бирки, прикрепляемые в начале и конце кабеля и через 50 м. На этих бирках указываются: марка и сечение кабеля, напряжение, номер или другое условное обозначение линии. На бирках муфт должны быть отмечены номер муфты и дата ее монтажа. Проверяется состояние антикоррозийного покрова металлических оболочек кабелей, расстояния между кабелями, состояние соединительных и концевых кабельных муфт, отсутствие следов вытекания масла или кабельной мастики.

Все замеченные при осмотрах дефекты и неисправности КЛ заносятся в листок осмотра. Эти дефекты и неисправности в зависимости от их характера устраняются при текущем техническом обслуживании. Повреждения аварийного характера должны быть устранены немедленно.

Для каждой КЛ при вводе в эксплуатацию устанавливается допустимая токовая нагрузка. Эта нагрузка определяется по условию, что температура жил кабеля будет не выше длительно допустимой температуры 9 ДОП, нормируемой.

Для кабелей:

с изоляцией из полиэтилена и поливинилхлорида 0ДОП= 70°C;

с изоляцией из сшитого полиэтилена 9ДОП = 90°C;

с резиновой изоляцией 0ДОП =65°C.

Перегрев изоляции кабеля выше 0ДОП заметно ускоряет процесс ее старения и, следовательно, сокращает срок службы кабеля.

Непосредственное измерение температуры жилы кабеля представляет значительные трудности. Поэтому для проверки теплового режима кабель нагружают током и снимаются показания термодатчиков, установленных на стальной броне (оболочке или шланге) кабеля. В практической эксплуатации действительную токовую нагрузку кабеля I сопоставляют с длительно допустимым током I<sub>доп</sub>. Принимаемые по справочным данным поправочные коэффициенты учитывают реальную температуру охлаждающей среды, количество кабелей в земляной траншее, удельное тепловое сопротивление грунта, срок службы кабеля и другие факторы.

При эксплуатации КЛ допускаются кратковременные перегрузки, например, на период ликвидации аварии (Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей.-Спб.: АЛЮ ОУ УМИТЦ, 2003). Допустимые перегрузки кабелей напряжением до 10 кВ в зависимости от вида

изоляции составляют: кабели с бумажной изоляцией - на 30%; изоляцией из полиэтилена и поливинилхлорида - на 15%; резины - на 18%; сшитого полиэтилена - на 25; для кабелей со всеми видами изоляции, находящихся в эксплуатации более 15 лет, перегрузки должны быть снижены до 10%. Указанные перегрузки допускаются продолжительностью не более 6 часов в сутки в течение 5 суток. Суммарная продолжительность перегрузки в год не должна превышать 100 ч.

Для кабелей напряжением 20-35 кВ с бумажной изоляцией перегрузки не допускаются (Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей.-Спб.: АЛЮ ОУ УМИТЦ, 2003). Контроль нагрузочного режима КЛ осуществляется снятием графиков нагрузки, выполняемым не реже 2 раз в год. Причем один раз контроль осуществляется в период зимнего максимума нагрузки.

Особое внимание при техническом обслуживании КЛ уделяется кабельной изоляции. Одним из средств контроля состояния изоляции является измерение ее сопротивления, выполняемое мегаомметром. Отсчет величины сопротивления изоляции осуществляется приблизительно через 1 минуту после начала процесса измерения. Сопротивление изоляции кабелей на напряжение до 1 кВ должно быть не менее 0,5 МОм. Сопротивление изоляции кабелей на напряжение выше 1 кВ не нормируется.

Электрическая прочность изоляции КЛ проверяется испытанием повышенным выпрямленным напряжением. Испытательное напряжение прикладывается поочередно к каждой жиле кабеля, при этом две другие жилы кабеля и его металлическая оболочка (экран) должны быть заземлены. Испытательное напряжение поднимается плавно со скоростью 1... 2 кВ/с .

У кабелей с пластмассовой защитной оболочкой (шлангом) дополнительным испытаниям повышенным выпрямленным напряжением подвергается защитная оболочка. Испытательное выпрямленное напряжение -10 кВ в течение 1 мин. подается между металлической оболочкой (экраном) и землей. При неуспешных испытаниях отыскивается место повреждения пластмассовой оболочки и выполняется ее ремонт.

На вертикальных участках кабелей напряжением 20...35 кВ с бумажной изоляцией контролируется осушение изоляции. Этот контроль осуществляется с помощью термометров, укрепленных на броне кабеля в верхней, средней и нижней частях вертикального участка. Разность показаний термометров более чем на 2...3°C свидетельствует о сильном осушении изоляции и начавшемся процессе ее пробоя. В этом случае вертикальный участок кабеля должен быть выведен из эксплуатации и заменен. У одножильных кабелей, собранных в трехфазную группу, измеряется токораспределение. Неравномерность распределения токов по фазам должна быть не более 10%.

После отсоединения кабеля от оборудования, профилактических испытаний, монтажа или перемонтажа кабельных муфт должны быть проверены фазировка кабеля и целостность его жил. Сущность фазировки заключается в проверке соответствия фаз *A*, *B* и *C* кабеля фазам *A*, *B* и *C*, например, распределительного устройства, к шинам которого подключается кабель после отсоединения. Определение целостности жил выполняется мегаомметром. Измерения сопротивления проводят между каждой парой фаз с одного конца кабеля. Жилы кабеля на другом конце замыкаются между собой. При целых жилах кабеля мегаомметр при всех измерениях должен показать нулевое сопротивление. Несмотря на периодический осмотр кабельных трасс и проведение профилактических испытаний, при эксплуатации имеют место повреждения (случайные отказы) КЛ. Как правило, это пробой изоляции, реже - разрыв фаз.

Поврежденный кабель отсоединяется с обоих концов от оборудования и с помощью мегаомметра определяется *характер повреждения*: измеряется сопротивление изоляции между каждой фазой и заземленной металлической оболочкой и между каждой парой фаз. Измерения проводят с одного конца кабеля. Фазные жилы другого конца кабеля разомкнуты (для определения замыканий) или замкнуты и заземлены (для определения обрывов).

Результаты измерений могут не выявить характер повреждения, поскольку переходное сопротивление в месте повреждения может быть достаточно высоким, в частности, из-за затекания места пробоя изоляции маслосканифольным составом (заплывающий пробой) в кабелях с бумажной пропитанной изоляцией. Для снижения переходного сопротивления изоляция кабеля в месте повреждения прожигается. Для этого на кабель подается напряжение, достаточное для пробоя изоляции в месте повреждения. После некоторого времени повторения пробоев переходное сопротивление в месте повреждения уменьшается, разрядное напряжение снижается, а ток разряда увеличивается. Изоляция прожигается этим током, переходное сопротивление в месте повреждения уменьшается. После определения характера повреждения выбирается способ и аппаратура для определения места повреждения кабеля.

По точности определения места повреждения различают относительные и абсолютные методы. *Относительные методы* имеют определенную погрешность и позволяют определить лишь зону повреждения. Это импульсный, петлевой и емкостной методы. Точное место повреждения позволяют найти *абсолютные методы* такие, как индукционный и акустический.

*Импульсным методом* определяется зона однофазного или многофазного замыкания, зона обрыва любого количества фазных жил. В поврежденную линию посылается эталонный электрический импульс. По экрану измерительного прибора, проградуированному в мкс, измеряется интервал времени между моментом подачи импульса и моментом прихода импульса, отраженного от места повреждения.

Скорость распространения электромагнитных волн в силовых кабелях практически не зависит от сечения и материала жил и составляет  $160 \pm 3$  м/мкс. Расстояние до места повреждения вычисляется как  $l_x = 80l_x$ , м.

*Петлевой метод* применяется для определения зоны однофазных и двухфазных замыканий на землю. Этот метод основан на измерении омического сопротивления жил кабеля до места повреждения.

На одном конце кабеля замыкаются нормальная и поврежденная жилы (образуется петля). Измерения проводятся с другого конца кабеля. Для измерения сопротивлений  $K_2$  и  $K_4$  может использоваться, например, мост постоянного тока.

*Индукционный метод* позволяет определить место многофазных замыканий в кабеле после успешного прожига изоляции в месте повреждения. Метод основан на улавливании магнитного поля, создаваемого вокруг кабеля протекающим по нему током. Улавливание поля производится с помощью специальной поисковой катушки, имеющей магнитный сердечник для концентрации поля.

По двум поврежденным жилам кабеля пропускается ток высокой частоты (800... 1000 Гц) от звукового генератора. Вокруг кабеля образуется магнитное поле высокой частоты. Поместив в это поле поисковую катушку, соединенную через усилитель с наушниками, можно прослушивать звуковой сигнал. Обслуживающий персонал, продвигаясь по трассе КЛ, прослушивает этот звуковой сигнал.

*Акустический метод* позволяет определить место однофазных и многофазных замыканий в кабеле при заплывающем пробое. В поврежденную жилу (в поврежденные жилы) периодически подаются импульсы постоянного напряжения, например, от накопительного конденсатора. В месте повреждения возникают разряды, вызывающие акустический шум. Уровень этого шума прослушивается с поверхности земли, например, с помощью стетоскопа или прибора с пьезодатчиком-преобразователем механических колебаний в электрические. При практическом поиске мест повреждения КЛ используется сочетание относительных и абсолютных методов. С помощью относительного метода определяется зона повреждения, а затем в этой зоне отыскивается место повреждения абсолютным методом. КЛ ремонтируются при их повреждениях, например при пробое изоляции кабеля, а основной операцией при ремонте КЛ является установка новой или замена существующей кабельной муфты. Таким образом, при эксплуатации КЛ используется система аварийно-восстановительного ремонта (система АВР).

При повреждении кабеля обслуживающий персонал должен отыскать место повреждения, а при прокладке кабеля в земляной траншее - раскопать участок траншеи в этом месте. Раскопки должны вестись осторожно, а при глубине более 0,4 м - только лопатами. Объем работ при текущих и капитальных ремонтах КЛ определяется по результатам предшествующих осмотров, испытаний и измерений. Для планирования ремонтов КЛ ведется следующая эксплуатационно-техническая документация: паспорта КЛ; листки осмотров; кабельный журнал; акты скрытых работ с указанием пересечений и сближения кабелей со всеми подземными коммуникациями; акты на монтаж кабельных муфт; протоколы измерения сопротивления изоляции; протоколы испытаний изоляции КЛ повышенным напряжением; протоколы измерения сопротивлений заземляющих устройств; журналы неисправностей КЛ; журналы учета работ на КЛ и другие документы.

На основании этих документов составляется многолетний график работ, в котором указывается перечень всех кабельных линий и годы их вывода в ремонт в соответствии с техническим состоянием. На основании многолетнего графика составляются годовые графики работ.

При капитальном ремонте КЛ выполняются следующие основные работы: выборочное шурфление кабельных траншей с оценкой состояния кабелей и муфт; полное вскрытие кабельных каналов с исправлением раскладки кабелей, устранением коррозии оболочек, чисткой каналов, заменой или ремонтом конструкций для крепления кабелей; переразделка дефектных муфт; частичная или полная замена участков КЛ; ремонт заземляющих устройств; окраска металлических конструкций в кабельных сооружениях. При окончании ремонтных работ проводятся испытания КЛ. Кроме того, кабели испытываются под нагрузкой в течение 24 ч.

Все работы, выполненные при капитальном ремонте КЛ, принимаются по акту. Акты со всеми приложениями хранятся в паспорте кабельной линии.

### 4.3. Лабораторные работы

Учебным планом не предусмотрено.

### 4.4. Практические занятия

<i>№ п/п</i>	<i>Номер раздела дисциплины</i>	<i>Наименование тем практических занятий</i>	<i>Объем (час.)</i>	<i>Вид занятия в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)</i>
1	2.	Составление технологических карт по строительству воздушных линий: на разбивку трассы.	1	-
2		Составление технологических карт по строительству воздушных линий: на рубку леса и очистку трассы.	1	-
3		Составление технологических карт по строительству воздушных линий: на подготовку подъездных путей.	1	-
4		Составление технологических карт по строительству воздушных линий: вязка деревянных опор.	1	-
5		Составление технологических карт по строительству воздушных линий: подготовка котлованов под фундаменты.	1	-
6	3.	Выбор способа определения места повреждения КЛ.	1	-
7		Составление технологических карт по строительству воздушных линий: на соединение и оконцевание кабелей разных типов.	2	-
8		Осмотр трассы КЛ.	1	-
<b>ИТОГО</b>			<b>9</b>	<b>-</b>

### 4.5. Контрольные мероприятия: контрольная работа

Цель: изучить отдельные виды электромонтажных работ воздушных и кабельных линий.

Структура:

Каждое индивидуальное задание предполагает рассмотрение различных видов электромонтажных работ воздушных и кабельных линий. Количество тем определяет преподаватель.

Основная тематика: Электромонтажные работы воздушных и кабельных линий.

Рекомендуемый объем: пояснительная записка объемом 15 - 20 страниц должна содержать титульный лист, содержание, описание электромонтажных работ по каждой теме, список литературы.

Выдача задания, прием контрольной работы (кр) проводится в соответствии с календарным учебным графиком.

<b>Оценка</b>	<b>Критерии оценки контрольной работы</b>
отлично	Контрольная работа сдана в первую или вторую неделю защит. В контрольной работе подробно рассмотрены все заданные виды электромонтажных работ. Корректно сформированы выводы.
хорошо	Контрольная работа сдана на третьей неделе защит или контрольная работа содержит незначительные ошибки, иллюстрация не в полной мере соответствуют рассматриваемым электромонтажным работам.
удовлетворительно	Контрольная работа сдана на четвертой неделе защит или содержит значительное количество ошибок.
неудовлетворительно	Контрольная работа не сдана в установленный срок или содержит ошибки, влекущие необходимость полной переработки.

**5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

<i>№, наименование разделов дисциплины</i>	<i>Компетенции</i>	<i>Кол-во часов</i>	<i>Компетенции</i>	$\Sigma$ <i>комп.</i>	$t_{ср}$ , час	<i>Вид учебных занятий</i>	<i>Оценка результатов</i>
			<i>ПК</i>				
			<i>7</i>				
<b>1</b>		<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>
<b>1.</b> Организация электромонтажных работ. Основная документация.		<b>31</b>	+	1	31	Лк, ПЗ, СР	зачет
<b>2.</b> Монтаж воздушных линий.		<b>24</b>	+	1	24	Лк, ПЗ, СР	зачет
<b>3.</b> Монтаж кабельных линий электропередачи.		<b>24</b>	+	1	24	Лк, ПЗ, СР	зачет
<b>4.</b> Эксплуатация воздушных и кабельных линий		<b>24</b>	+	1	24	Лк, ПЗ, СР	зачет
<i>всего часов</i>		<b>104</b>	<b>104</b>	<b>1</b>	<b>104</b>		

## 6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Емцев, А.Н., Фадеев В.А. Аппараты и схемы электрической части станций и подстанций. уч.пос. – Братск: БрГУ, 2014. – 254 с.
2. Сибикин Ю.Д. Обслуживание электроустановок промышленных предприятий. Справочное изд-е. – М.: ВШ, 1971. – 424 с. илл.

## 7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	Наименование издания	Вид занятия (Лк, ЛР, ПЗ, СР)	Количество экземпляров в библиотеке, шт.	Обеспеченность, (экз./ чел.)
1	2	3	4	5
<b>Основная литература</b>				
1.	Полуянович, Н.К. Монтаж, наладка, эксплуатация и ремонт систем электроснабжения промышленных предприятий: учебное пособие/Н.К. Полуянович. –Санкт-Петербург: Лань, 2012. – 400 с.	Лк, ЛР, ПЗ, СР	32	1
2.	Сибикин, Ю.Д. Монтаж, эксплуатация и ремонт электрооборудования промышленных предприятий и установок: уч. пос. /Ю.Д. Сибикин, М.Ю. Сибикин. – М.:Директ-Медиа, 2014. – 463 с. ISBN 978-5-4458-5745-7 То же [Электронный ресурс] – <a href="URL://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=230560">URL://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=230560</a>	Лк, ЛР, ПЗ, СР	ЭР	1
3.	Емцев, А.Н. Монтаж и эксплуатация кабельных линий: учебное пособие/А.Н. Емцев, С.А. Васильева. – Братск: БрГУ, 2008. – 110с.	ЛР, ПЗ, СР	144	1
<b>Дополнительная литература</b>				
4.	Правила технической эксплуатации (ПТЭ) электроустановок потребителей. – М.: НЦ ЭНАС, 2003. – 298 с.	Лк, ЛР	7	0,4
5.	Справочник по строительству и реконструкции линий электропередачи напряжением 0,4-500 кВ/Под ред. Е.Г. Гологорский. – М.: НЦ ЭНАС, 2003, -344 с.	ЛР, ПЗ, СР	10	0,5
6.	Правила устройства электроустановок. – СПб.: Деан. 2001. – 926 с.	ЛР, Лк, СР	8	0,4
7.	Сибикин, Ю.Д. Техническое оборудование, ремонт электрооборудования и систем промпредприятий: учебник/ Ю.Д.Сибикин, М.Ю.Сибикин.– М.: Академия, 2004, -432 с.	Лк, ЛР, ПЗ, СР	10	0,5
8.	Емцев, А.Н. Аппараты и схемы электрической части станций и подстанций: учебное пособие А.Н. Емцев, В.А. Фадеев– Братск: БрГУ, 2014. – 254 с.	ЛР, ПЗ, СР	49	1
9.	Макаров, Е.Ф. Справочник по электрическим сетям 04-35 кВ. В 3 т. Т1: справочное издание/ Под ред. И.Т. Горюнова– М.: Папирус Про 1999-608 с.	ЛР, ПЗ, СР	4-Т1	0,2
10.	Макаров, Е.Ф. Справочник по электрическим сетям 04-35 кВ и 110-1150 кВ. В 3 т. Т2: справочное издание/ Под ред. И.Т. Горюнова– М.: Папирус Про 2003-640 с.	ЛР, ПЗ, СР	4- Т2	0,2
11.	Макаров, Е.Ф. Справочник по электрическим сетям 04-35 кВ и 110-1150 кВ. В 3 т. Т3: справочное издание/ Под ред. И.Т. Горюнова– М.: Папирус Про 2004-688 с.	Лк, СР	5- Т3	0,2

## 8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Электронный каталог библиотеки БрГУ  
[http://irbis.brstu.ru/CGI/irbis64r\\_15/cgiirbis\\_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=BOOK&P21DBN=BOOK&S21CNR=&Z21ID=](http://irbis.brstu.ru/CGI/irbis64r_15/cgiirbis_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=BOOK&P21DBN=BOOK&S21CNR=&Z21ID=).
2. Электронная библиотека БрГУ  
<http://ecat.brstu.ru/catalog>.
3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online»  
<http://biblioclub.ru>.
4. Электронно-библиотечная система «Издательство «Лань»  
<http://e.lanbook.com>.
5. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"  
<http://window.edu.ru>.
6. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <http://elibrary.ru>.
7. Университетская информационная система РОССИЯ (УИС РОССИЯ)  
<https://uisrussia.msu.ru/>.
8. Национальная электронная библиотека НЭБ  
<http://xn--90ax2c.xn--p1ai/how-to-search/>.

## 9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение данной дисциплины предполагает, помимо посещения лекционных, лабораторных и практических занятий, активную самостоятельную работу.

Самостоятельная работа обучающихся включает: проработку лекционного материала по конспектам, учебной и технической литературе; подготовку к лабораторным и практическим занятиям.

Литература, имеющаяся в библиотеке, позволяет качественно подготовиться к занятиям. При работе в библиотеке важно комплексно подходить к рассмотрению вопросов, изучая все материалы, рекомендованные преподавателем.

Интерактив проводится в виде работы в малых группах по практическим занятиям.

Форма отчетности к лабораторным и практическим работам: письменный отчет на листах формата А4 с оформлением согласно указаниям ЕСКД и кафедры.

### 9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению практических работ

#### Практическое занятие №1

#### **Составление технологических карт монтажа при строительстве ВЛ: на разбивку трассы**

Цель задания: получить представление о разбивке трассы как основной операции при выполнении работ по выполнению комплекса работ на сооружении воздушных линий.

Задания для самостоятельной работы: выбирать место расположения опор воздушных линий. Определить: какие необходимы инструменты для разбивки трассы; какое оборудование должно быть при разбивке трассы.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практической работе: проработать лекционный материал и рекомендованной литературой, согласно теме практических занятий.

Рекомендуемые источники:

1. СНиП III-4-80

## 2. ПУЭ

Основная литература

[1,2,3] по разделу 7.

Дополнительная литература

[5,6,7,8,9,10] по разделу 7.

### Контрольные вопросы для самопроверки

1. Как осуществляется разбивка котлованов под опоры воздушных линий?
2. Какие расстояния выдерживаются при рубки леса вдоль трассы воздушных линий?
3. Размер пеньков по трассе воздушных линий?

### Практическое занятие №2

#### **Составление технологических карт монтажа по строительству ВЛ: на рубку леса и очистку трассы**

Цель работы: получить представление по объему работ при подготовке трассы воздушных линий в районах с лесными массивами.

Задания для самостоятельной работы: ширина зоны рубки леса; как выполняется подготовка трассы воздушных линий до 1000В в парковой зоне. Определить: какая техника используется при подготовке трассы воздушных линий; как обустраивается проезд техники вдоль трассы воздушных линий.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практической работе: проработать лекционный материал и рекомендованной литературой, согласно теме практических занятий.

Рекомендуемые источники:

3. СНиП III-4-80
4. ПУЭ

Основная литература

[1,2,3] по разделу 7.

Дополнительная литература

[5,6,7,8,9,10] по разделу 7.

### Контрольные вопросы для самопроверки

1. Куда удаляются продукты лесопиления из зоны строительства воздушных линий?
2. Какие дополнительные работы возникают при строительстве воздушных линий в лесной зоне?

### Практическое занятие №3

#### **Составление технологических карт монтажа по строительству ВЛ: на подготовку подъездных путей**

Цель работы: получить представление по работам по сооружению подъездных путей вдоль трассы воздушных линий.

Задания для самостоятельной работы: подъездные пути вдоль трассы воздушных линий при различных условиях вдоль трассы: лесная зона, болотистая зона в лесу, болото, трасса в горах; как учитывается специфика местности и время года при сооружении подъездных путей

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практической работе: проработать лекционный материал и рекомендованной литературой, согласно теме практических занятий.

Рекомендуемые источники:

1. СНиП III-4-80

2.ПУЭ

Основная литература

[1,2,3] по разделу 7.

Дополнительная литература

[5,6,7,8,9,10] по разделу 7.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Как используются подъездные пути при строительстве воздушных линий зимой и летом?
2. Как перевозятся грузы по трассе воздушных линий?  
Как организуются работы при строительстве воздушных линий на участках трассы в болотистой местности?

#### **Практическое занятие №4**

##### **Составление технологических карт монтажа по строительству ВЛ: вязка деревянных опор**

Цель работы: ознакомиться с технологией вязки опор воздушных линий из древесины.

Задания для самостоятельной работы: ознакомиться с порядком заготовки древесины для опор воздушных линий, сроки заготовки; защита древесины от гниения и возгорания в процессе эксплуатации; вязка опор ЛЭП; централизованная установка опор на полигонах и де централизованная установка опор в лесах; достоинства и недостатки методов формирования опор ВЛ 6-10кВ; вязка опор из древесины ВЛ35кВ, 110кВ, 220 кВ; установка опор воздушных линий из древесины ЛЭП до 1000В и выше.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практической работе: проработать лекционный материал и рекомендованной литературой, согласно теме практических занятий.

Рекомендуемые источники:

- 1.СНиП III-4-80
- 2.ПУЭ

Основная литература

[1,2,3] по разделу 7.

Дополнительная литература

[5,6,7,8,9,10] по разделу 7.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Как защищается древесина опор воздушных линий гниения?
2. Защита опор воздушных линий от поражения молнией?
3. Какие меры защиты ЛЭП с опорами из древесины от пожара?

#### **Практическое занятие №5**

##### **Составление технологических карт монтажа по строительству воздушных линий: подготовка котлованов под фундамент**

Цель работы: познакомиться с работой по подготовке котлованов под фундаменты опор на линиях разных типов и уровней напряжения.

Задания для самостоятельной работы: ознакомиться с типами фундаментов под опоры разных типов, как производится разбивка котлованов под фундаменты опор в грунтах нормального типа (суглинок, глина, супесь, чернозем); найти информацию по способам крепления опор в грунтах различных категорий; фундамент опор ЛЭП в горах, болотах и др. аномальных условиях.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практической работе: проработать лекционный материал и рекомендованной литературой, согласно теме практических занятий.

Рекомендуемые источники:

1.СНиП Ш-4-80

2.ПУЭ

Основная литература

[1,2,3] по разделу 7.

Дополнительная литература

[5,6,7,8,9,10] по разделу 7.

Контрольные вопросы для самопроверки

- 1.Что представляет фундамент опоры на болоте?
2. Фундаменты опор на склонах гор.
3. Фундаменты опор в районах вечной мерзлоты.
4. Как выполняется заземление опор?

### **Практическое занятие №6**

#### **Выбор способа определения места повреждения кабельных линий**

Цель работы: познакомиться со способами обнаружения повреждений кабельных линий.

Задание: познакомиться с методом петли; методом накладной рамки; методом колебательного разряда; емкостным методом, импульсным методом, индукционным методом, акустическим методом.

Порядок выполнения: найти наиболее подходящий метод обнаружения повреждения в заданных условиях. Обосновать выбор метода. Произвести необходимые измерения и определить место повреждения кабельных линий.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практической работе: проработать лекционный материал и рекомендованной литературой, согласно теме практических занятий.

Рекомендуемые источники:

1.СНиП Ш-4-80

2.ПУЭ

Основная литература

[1,2,3] по разделу 7.

Дополнительная литература

[5,6,7,8,9,10] по разделу 7.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Порядок определения места повреждения кабеля акустическим методом при соединении в повреждении 2 и 3 фаз?
2. Поиск трассы кабеля?
3. Организация работы на поврежденном кабеле?

### **Практическое занятие №7**

#### **Составление технологических карт монтажа по строительству воздушных линий: на соединение и оконцевание кабелей разных типов**

Цель работы: получить представление о соединении и окольцеваний кабелей при монтаже и ремонте КЛ.

Задание: ознакомиться с конструкциями кабелей, их прокладкой, окольцеванием. Выяснить вероятностные причины повреждения кабелей в процессе монтажа, эксплуатации.

Выбрать способ обнаружения места повреждения кабельных линий. Организовать вскрытие кабельной трассы. Организовать ремонт поврежденного кабеля с соблюдением ТБ.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практической работе: проработать лекционный материал и рекомендованной литературой, согласно теме практических занятий.

Рекомендуемые источники:

1.СНиП III-4-80

2.ПУЭ

Основная литература

[1,2,3] по разделу 7.

Дополнительная литература

[5,6,7,8,9,10] по разделу 7.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Назначение и типы кабельных муфт.
2. Какие кабельные муфты применяются при прокладке кабелей между этажами сооружений?
- 3.ТБ при вскрытии поврежденного кабеля и начале работы на поврежденном кабеле.

### **Практическое занятие №8**

#### **Осмотр трассы кабельных линий**

Цель работы: ознакомиться с порядком осмотра кабельных линий при плановых и внеплановых работах.

Задание: плановые осмотры КЛ, погодные условия для осмотров. Причины внеплановых осмотров. Работы в кабельных колодцах, состав бригады, порядок осмотров. Осмотры концевых разделок кабелей. Осмотры КЛ через водные преграды.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практической работе: проработать лекционный материал и рекомендованной литературой, согласно теме практических занятий.

Рекомендуемые источники:

1.СНиП III-4-80

2.ПУЭ

Основная литература

[1,2,3] по разделу 7.

Дополнительная литература

[5,6,7,8,9,10] по разделу 7.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Минимальный состав бригады?
2. Как устранить нарушение прокладки кабеля в местах размыва трассы КЛ?
3. Какие возможны нарушения в зоне КЛ через водную преграду?
4. Какие нарушения возможны на выходе кабельной линии на воздушную?

### **10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

- ОС Windows 7 Professional;
- Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level;
- Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Security;
- OpenOffice;
- LibreOffice;
- Adobe Reader;
- doPDF;
- 7-Zip.

**11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ  
ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

<i>Вид занятия (ЛР, ПЗ, СР)</i>	<i>Наименование аудитории</i>	<i>Перечень основного оборудования</i>	<i>№ ЛР, ПЗ</i>
1	2	3	4
Лк	Лекционная аудитория (1217)	Меловая доска	
ЛР	Лаборатория электрических аппаратов (1105)	Лабораторный Стенд по трансформаторам тока –1;	1÷7
ПЗ		Лабораторный Стенд по трансформаторам напряжения–1; Универсальный комплекс по исследованию электрических аппаратов до 1кВ в составе двух моделей (ЭА-2-СР и ЭА-1-СР); Высоковольтная ячейка КРУ-10 кВ –1 (К-IV); Высоковольтный выключатель ВМП-10– 1; Высоковольтный выключатель ВВ/TEL – 1; Высоковольтный выключатель ВМБ-10 – 1.	1÷8
СР	ЧЗЗ	Оборудование 15 ПК- CPU 5000/RAM 2Gb/HDD (Монитор TFT 19 LG 1953S-SF);принтер HP LaserJet P3005	-

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ  
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**1. Описание фонда оценочных средств (паспорт)**

№ Компетенции	Элемент компетенции	Раздел	Тема	ФОС
ПК-7	готовность обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике	1. Организация электромонтажных работ. Основная документация.	1.1. Организация электромонтажных работ.	Вопросы к зачету 1.1. ÷ 1.4
			1.2. Структура электромонтажного предприятия	
			1.3. Задачи отдельных подразделений	
			1.4. Основная документация к выполнению ЭМР	
		2. Монтаж воздушных линий	2.1. Выбор трассы ВЛ. Пикетная разбивка трассы	Вопросы к зачету 2.1. ÷ 2.28.
			2.2. Строительные работы. Земляные работы. Фундаменты опор. Типы опор.	
			2.3. Провода воздушных линий. Напряжение ВЛ.	
		3. Монтаж кабельных линий электропередачи	3.1. Выбор трассы КЛ. Подготовительные работы на трассе. Способы прокладки кабеля.	Вопросы к зачету 3.1. ÷ 3.11.
			3.2. Соединение и оконцевание кабелей. Кабельные муфты. Соединение кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена.	
		4. Эксплуатация воздушных и кабельных линий	4.1. Сдача воздушных линий в эксплуатацию.	Вопросы к зачету 4.1. ÷ 4.5.
			4.2. Эксплуатация кабельных линий в условиях Восточной Сибири.	

**2. Вопросы к зачету**

№ п/п	Компетенции		ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ	№ и наименование раздела
	Код	Определение		
1	2	3	4	5
1.		Готовность обеспечивать требуемые режимы и	1.1. Основные положения и директивные документы по выполнению электромонтажных работ. 1.2. Структура монтажной организации, функции подразделений (МУ и прорабских участков). 1.3. Капитальное строительство. Организация и подготовка электромонтажных работ. 1.4. Выполнение монтажных работ. Как оценивается степень готовности объекта к выполнению ЭМР.	1. Организация электромонтажных работ. Основная документация.
			2.1. Классификация ЛЭП по номинальным напряжениям. 2.2. Общие сведения о проводах и трассах воздушных линий. 2.3. Новые провода и трассы воздушных линий	2. Монтаж воздушных линий

ПК-7	заданные параметры технологического процесса по заданной методике	<p>с уровнем напряжения до 1 кВ и выше 1 кВ.</p> <p><b>2.4.</b> Схемы расположения проводов и тросов на опорах ВЛ.</p> <p><b>2.5.</b> Рекомендуемые схемы расположения проводов на участках ЛЭП в сложных климатических условиях.</p> <p><b>2.6.</b> Деревянные опоры. Уровни напряжения ВЛ на деревянных опорах.</p> <p><b>2.7.</b> Технология изготовления и монтажа опор из древесины. Эксплуатация деревянных опор. «Слабые» места деревянных опор.</p> <p><b>2.8.</b> Технология изготовления и монтажа металлических опор ЛЭП. Типы опор ЛЭП разных классов на металлических опорах. Достоинства и недостатки металлических опор.</p> <p><b>2.9.</b> Железобетонные опоры ЛЭП. Технология изготовления железобетонных опор в России и зарубежная практика. Достоинства и недостатки железобетонных опор. Восстановление железобетонных опор в процессе эксплуатации.</p> <p><b>2.10.</b> Монтаж проводов ВЛ поточным методом.</p> <p><b>2.11.</b> Ремонт проводов и тросов во время монтажа и в процессе эксплуатации ВЛ.</p> <p><b>2.12.</b> Соединение проводов в пролетах и шлейфах при монтаже ВЛ. Термитная сварка.</p> <p><b>2.13.</b> Технология соединения алюминиевых и сталеалюминиевых проводов ВЛ.</p> <p><b>2.14.</b> Типы изоляторов ВЛ разных классов. Формирование гирлянд изоляторов для ВЛ разных классов.</p> <p><b>2.15.</b> Достоинства и недостатки материалов изоляторов ВЛ. Использование современных изоляционных материалов для опорных и подвесных изоляторов.</p> <p><b>2.16.</b> Основные виды линейной арматуры ВЛ. Поддерживающие и натяжные зажимы. Соединительная арматура.</p> <p><b>2.17.</b> Монтаж штыревых и подвесных изоляторов.</p> <p><b>2.18.</b> Изоляторы и арматуры проводов из сшитого полиэтилена.</p> <p><b>2.19.</b> Осмотры воздушных ЛЭП. На что обращается внимание?</p> <p><b>2.20.</b> Измерение напряжения на изоляторах гирлянды.</p> <p><b>2.21.</b> Общие сведения о защите ВЛ от перенапряжений.</p> <p><b>2.22.</b> Защита ВЛ трубчатыми разрядниками. Устройство. Эксплуатация.</p> <p><b>2.23.</b> Наведенные и индуктивные напряжения на смежных линиях.</p> <p><b>2.24.</b> Ремонтные работы на ВЛ в зоне действующих ЛЭП.</p> <p><b>2.25.</b> Технология определения габаритов подвески проводов ВЛ.</p> <p><b>2.26.</b> Образование гололеда на проводах ВЛ и его плавка.</p> <p><b>2.27.</b> Электрические схемы плавки гололеда.</p> <p><b>2.28.</b> Схлестывание проводов и тросов в пролетах. Работы на ВЛ.</p>	
------	---	--	--

			<p><b>3.1.</b> Кабельные линии. Их преимущества и недостатки в сравнении с ВЛ. Устройство кабелей до 35 кВ.</p> <p><b>3.2.</b> Классификация и маркировка силовых кабелей. Кабели с бумажной изоляцией.</p> <p><b>3.3.</b> кабели с изоляцией из сшитого полиэтилена.</p> <p><b>3.4.</b> Монтаж КЛ по территории промышленного предприятия. Особенности монтажа и эксплуатации.</p> <p><b>3.5.</b> Испытания кабельных линий после монтажа. Плановые испытания в процессе эксплуатации. Осмотры КЛ.</p> <p><b>3.6.</b> Способы соединения жил кабелей. Соединительные и концевые муфты. Типы муфт.</p> <p><b>3.7.</b> Монтаж соединительных и концевых муфт кабельных линий напряжением до 10 кВ.</p> <p><b>3.8.</b> технология монтажа соединительных и концевых муфт КЛ 6-10 кВ с использованием термоусаживаемых материалов.</p> <p><b>3.9.</b> Документация при приемке КЛ в эксплуатацию после монтажа.</p> <p><b>3.10.</b> Защита КЛ при эксплуатации. Способы обнаружений повреждений КЛ в траншеях.</p> <p><b>3.11.</b> Прокладка кабелей в траншее. Особенности прокладки КЛ в условиях Восточной Сибири и в зоне БАМ.</p>	<p><b>3.</b> Монтаж кабельных линий электропередачи</p>
			<p><b>4.1.</b> Сдача ВЛ в эксплуатацию.</p> <p><b>4.2.</b> эксплуатация ВЛ на деревянных, железобетонных и стальных опорах. «Слабые» места.</p> <p><b>4.3.</b> Ремонтные работы на ВЛ, расположенных в зоне влияния действующих ЛЭП.</p> <p><b>4.4.</b> Осмотры трассы КЛ. на что надо обратить внимание?</p> <p><b>4.5.</b> Эксплуатация КЛ в районах вечной мерзлоты.</p>	<p><b>4.</b> Эксплуатация воздушных и кабельных линий</p>

### 3. Описание показателей и критериев оценивания компетенций

Показатели	Оценка	Критерии
<b>Знать</b> <i>ПК-7:</i> – основные принципы работы электрических и электронных аппаратов на основе теоретических знаний; – классификацию аппаратов в зависимости от параметров электросети и уровней напряжения; – оборудование необходимое для электромонтажных работ; <b>Уметь</b> <i>ПК-7:</i> - обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике; <b>Владеть</b> <i>ПК-7:</i> – методами и технологиями монтажа и эксплуатации основного электрооборудования.	<b>зачтено</b>	Обучающийся демонстрирует уверенное знание основных принципов работы и классификацию электрических и электронных аппаратов; умение обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса: владение методами и технологиями монтажа и эксплуатации основного электрооборудования. Допускаются незначительные ошибки.
	<b>незачтено</b>	Обучающийся демонстрирует слабое знание или не владеет основными знаниями по данной дисциплине

### 4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности

Дисциплина Монтаж воздушных и кабельных линий направлена на ознакомление с принципами монтажа основного электрооборудования электрических сетей до 1000 кВ и выше; на получение теоретических знаний и практических навыков в эксплуатации электрооборудования для их дальнейшего использования в практической деятельности.

Изучение дисциплины Монтаж воздушных и кабельных линий предусматривает:

- лекции,
- практические занятия;
- зачет;
- самостоятельную работу.

В ходе освоения лекций студенты должны уяснить принципиальные особенности воздушных и кабельных линий. Особый упор д.б. сделан на ВЛ и КЛ выше 1 кВ. Так как данная дисциплина в большей мере соответствует специализации «Производство, передача и распределение электрической энергии», то в курсе вопросы изучаются с позиций высокого напряжения. В основном упор делается на монтаж ВЛ и КЛ высокого напряжения. Обучающимся необходимо овладеть навыками и умениями проектировать, монтировать ВЛ и КЛ высокого напряжения с целью дальнейшего их грамотного использования и эксплуатации в системе производства.

Необходимо овладеть навыками и умениями применения изученных методов для монтажа кабельных линий и воздушных линий.

В процессе изучения дисциплины рекомендуется на первом этапе обратить внимание на организационные вопросы электромонтажных работ.

При подготовке к экзамену рекомендуется особое внимание уделить вопросам монтажа воздушных и кабельных линий.

В процессе проведения практических занятий, лабораторных работ происходит закрепление знаний, формирование умений и навыков реализации представления об монтаже воздушных и кабельных линий.

Самостоятельную работу необходимо начинать с изучения основного оборудования,

принципов его работы, передачи электроэнергии по воздушных и кабельных линий.

В процессе консультации с преподавателем необходимо познакомиться с принципами монтажа КЛ и ВЛ.

Работа с литературой является важнейшим элементом в получении знаний по дисциплине. Прежде всего, необходимо воспользоваться списком рекомендуемой по данной дисциплине литературой. Дополнительные сведения по изучаемым темам можно найти в Интернете.

Предусмотрено проведение аудиторных занятий (в виде лекций и практических занятий) в сочетании с внеаудиторной работой.

**АННОТАЦИЯ**  
**рабочей программы дисциплины**  
**Монтаж воздушных и кабельных линий**

**1. Цель и задачи дисциплины**

Целью изучения дисциплины является: ознакомить обучающихся с конструкциями воздушных линий и кабельных линий, их монтажом, приспособлениями для монтажа, условиями эксплуатации.

Задачей изучения дисциплины является: изучить приемы монтажа воздушных линий и кабельных линий.

**2. Структура дисциплины**

2.1 Распределение трудоемкости по отдельным видам учебных занятий, включая самостоятельную работу: Лк - 4 час.; ПЗ - 9 час.; СР - 91 час.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 108 часов, 3 зачетных единиц

2.2 Основные разделы дисциплины:

1. - Организация электромонтажных работ. Основная документация.
2. - Монтаж воздушных линий
3. - Монтаж кабельных линий электропередачи.
4. - Эксплуатация воздушных и кабельных линий

**3. Планируемые результаты обучения (перечень компетенций)**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-7- готовность обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике.

**4. Вид промежуточной аттестации:** зачет

*Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе  
на 20\_\_-20\_\_ учебный год*

1. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие дополнения:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

2. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие изменения:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.,  
(разработчик)

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(Ф.И.О.)

Программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (уровень бакалавриата)  
от «3» сентября 2015 г. №955

**для набора 2014 года:** и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для заочной формы обучения от «3» июля 2018г. №413

**Программу составил:**

Булатов Ю.Н., зав. кафедрой, доцент, к.т.н. \_\_\_\_\_

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры ЭиЭ

от «28» \_\_декабря\_\_ 2018 г., протокол №5

Заведующий кафедрой ЭиЭ \_\_\_\_\_ Ю.Н. Булатов

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий выпускающей кафедрой \_\_\_\_\_ Ю.Н. Булатов

Директор библиотеки \_\_\_\_\_ Т.Ф. Сотник

Рабочая программа одобрена методической комиссией ФЭиА

от «\_\_» \_\_декабря\_\_ 2018 г., протокол №\_\_\_\_\_

Председатель методической комиссии факультета \_\_\_\_\_ А.Д. Ульянов

**СОГЛАСОВАНО:**

Начальник  
учебно-методического управления \_\_\_\_\_ Г.П. Нежевец

Регистрационный №\_\_\_\_\_