

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна

Должность: проректор по учебной работе

Дата подписания: 03.09.2021 17:08:33

Уникальный программный ключ:

0b817ca911e6668abb13a5d426d995f111ca1bf73e913d6648515b561089

## МИНОБРНАУКИ РОССИИ


Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Юго-Западный государственный университет» (ЮЗГУ)

Кафедра космического приборостроения и систем связи

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

О.Г. Локтионова

«» (ЮЗГУ) 2018 г.



### КЛАССИФИКАЦИЯ ВИДОВ ИЗМЕРЕНИЙ В ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ И ЭТАПЫ ПРОВЕДЕНИЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

Методические указания  
по выполнению практической работы  
для студентов, обучающихся по специальности  
10.05.02 «Информационная безопасность  
телекоммуникационных систем»  
по дисциплине «Измерения в телекоммуникационных системах»

Курск 2018

УДК 621.39

Составители: В.Г. Довбня, Д.С. Коптев

Рецензент:

Доктор технических наук, профессор кафедры космического приборостроения и систем связи *В.Г. Андронов*

**Классификация видов измерений в телекоммуникационных системах, этапы проведения измерительного эксперимента: методические указания по выполнению практической работы / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: В.Г. Довбня, Д.С. Коптев. – Курск, 2018. – 15 с.: илл. 1. – Библиогр.: с. 15.**

Методические указания по выполнению практической работы содержат все необходимые теоретические сведения для изучения классификации основных видов измерений в телекоммуникационных системах и ознакомления с технологией проведения измерительного эксперимента и список контрольных вопросов для самопроверки изучаемого материала.

Методические указания соответствуют учебному плану по специальности 10.05.02 «Информационная безопасность телекоммуникационных систем», а также рабочей программе дисциплины «Измерения в телекоммуникационных системах».

Предназначены для студентов, обучающихся по специальности 10.05.02 «Информационная безопасность телекоммуникационных систем», очной формы обучения.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать 02.10.18. Формат 60x84/16.

Усл. печ. л. 0,87. Уч.-изд. л. 0,789. Тираж 100 экз. Заказ. 2118. Бесплатно

Юго-Западный государственный университет.

305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

## 1 Цель практического занятия

Изучение классификации основных видов измерений в телекоммуникационных системах. Ознакомление с технологией проведения измерительного эксперимента.

## 2 Необходимые теоретические сведения

Под *измерениями* понимают процесс получения информации об исследуемой величине, целью и завершающим этапом которого является установление численного отношения между измеряемой величиной и некоторым ее значением, принятым за единицу измерения.

Из теоретической метрологии известно, что измерение физической величины – совокупность операций по применению технического средства, хранящего единицу физической величины, обеспечивающих нахождение соотношения (в явном или неявном виде) измеряемой величины с ее единицей и получение значения этой величины.

Необходимое высокое качество передачи информации обеспечивается соблюдением установленных норм на многочисленные электрические параметры и характеристики систем передачи с помощью тех или иных измерений. Таким образом, электрические измерения являются одним из важнейших компонентов технической эксплуатации многоканальных систем передачи, непосредственно обеспечивающим их нормальное функционирование. В свою очередь, эффективность электрических измерений достигается их рациональной организацией, правильно выбранными методиками и соответствующей измерительной аппаратурой

В связи с большим числом и разнообразием параметров и характеристик систем передачи, подлежащих настройке и контролю, их измерения следует классифицировать по тем или иным признакам. Наиболее широкое распространение получили способы классификации по измеряемым величинам и по применяемым методам; эти способы общеизвестны.

Измерения классифицируются по нескольким признакам, наиболее важные из которых представлены в виде схемы на рисунке 1.

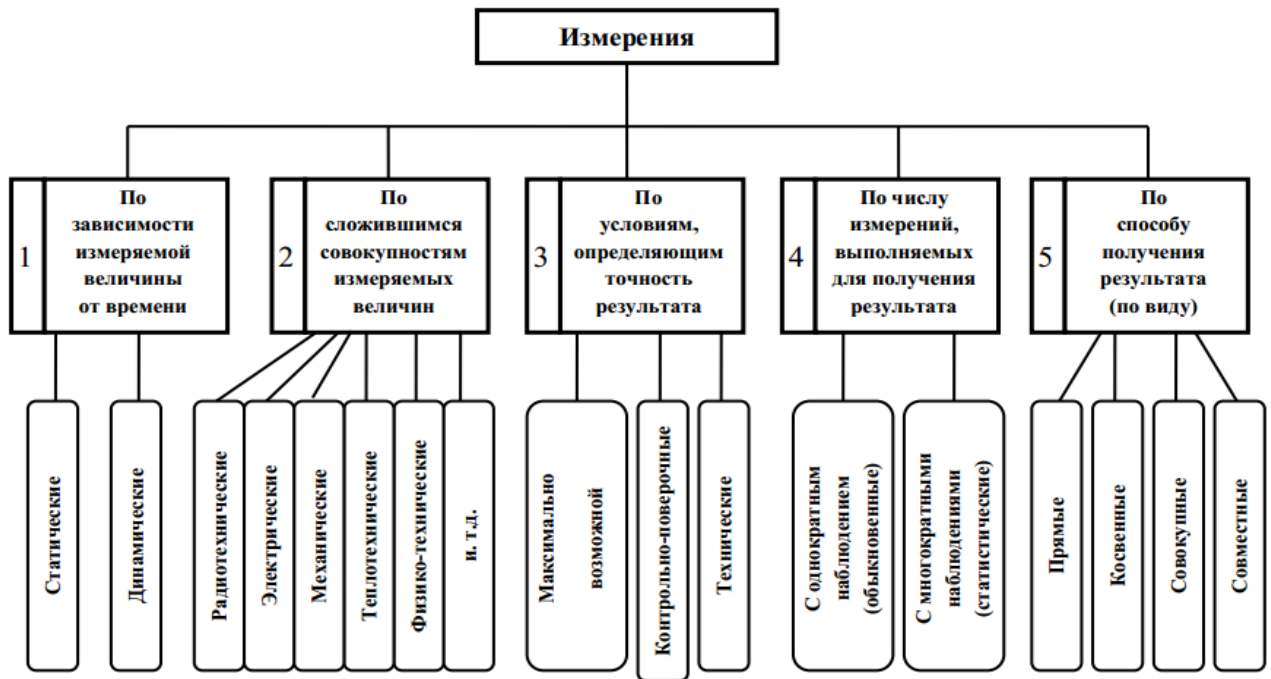


Рисунок 1– Классификация измерений

По четвертому признаку измерения классифицируются в зависимости от числа наблюдений многократные и однократные.

Под наблюдением понимают экспериментальную операцию, выполняемую в процессе измерения, в результате которой получают одно значение из серии значений величин, подлежащих совместной обработке для получения результата измерений.

Прямыми называют измерения, при которых искомое значение величины находят непосредственно из опытных данных. При этом измеряемую величину сравнивают с мерой, измерительными приборами, градуированными в требуемых единицах.

При косвенных измерениях – искомое значение измеряемой величины находят на основании известной зависимости между этой величиной и величинами, подвергаемыми прямым измерениям.

Совокупными называют производимые одновременно измерения нескольких одноимённых величин, при которых искомые значения величины находят решением системы уравнений, получаемых при прямых измерениях различных сочетаний этих величин или ряда других величин, функционально связанных с измеряемыми.

Совместными называют проводимые одновременно измерения двух или нескольких разноимённых величин для нахождения зависимости между ними. Примером совместных измерений может служить измерение тепловой энергии по температуре, давлению и расходу теплоносителя,

определение удельного электрического сопротивления проводника по его сопротивлению, длине и площади поперечного сечения.

В качестве индикатора величины измеряемого напряжения могут быть использованы как стрелочные индикаторы (магнитно-электрические, электродинамические и т.д.), где величина напряжения определяется положением стрелки относительно шкалы, так и цифровые индикаторы, в которых величина напряжений индицируется в виде определённого числа. Применение цифровых индикаторов полностью устраняет субъективную ошибку, характерную для стрелочных индикаторов, облегчает считывание показаний.

Остановимся на специфической классификации измерений, в основу которой положено определение того или иного параметра системы передачи.

Параметры и характеристики системы передачи после монтажа станционного оборудования определяются с целью настройки системы, выявления и замены неисправных блоков и выполнения установочных регулировок. Измерения на этом этапе называются *настроечными*. Очевидно, что отклонения измеряемых параметров и характеристик оборудования от номинальных значений в процессе настройки и регулировки минимальны и определяются в основном видами предусмотренных в аппаратуре регулировок. Допуски на указанные отклонения определяются *установочными нормами*, которые, как правило, регламентируются организацией, осуществляющей настройку, и указываются в технологических инструкциях по настройке данной системы передачи, составляемых этой организацией. Установленные при настройке значения электрических величин должны заноситься в технические паспорта, предназначенные для фиксации результатов измерений.

Электрические паспорта оборудования, составляемые по окончании настройки, служат основанием для приемки настроенной системы передачи в эксплуатацию. Процесс приемки заключается в проведении контрольных *приемосдаточных измерений*, осуществляемых обычно в полном объеме. За время между настроечными и приемосдаточными измерениями параметры и характеристики системы передачи несколько изменяются, главным образом вследствие изменения напряжений питания, а также природных факторов, например из-за изменения температуры кабеля. Помимо этого, измерения могут производиться разными приборами, тогда наблюдаемые отклонения параметров будут определяться и суммарной погрешностью этих приборов. Таким образом, при проведении



приемосдаточных измерений следует руководствоваться более широкими допусками на параметры и характеристики аппаратуры, определяемыми менее жесткими *настроечными нормами*. Эти нормы вносятся в специальные разделы электрических паспортов и позволяют делать заключение о возможности сдачи системы в эксплуатацию по результатам приемосдаточных измерений.

Изменения напряжений питания и природных факторов носят, как правило, циклический характер, поэтому в процессе эксплуатации параметры и характеристики систем передачи могут длительное время оставаться в пределах настроечных норм, что и обеспечивает необходимое высокое качество связи. Однако с течением времени за счет факторов воздействия, которые не носят циклического характера, например за счет старения, в отдельных элементах аппаратуры возникают нарушения, приводящие к ухудшению качества связи, которое в конечном итоге может стать недопустимо низким. Поэтому в процессе эксплуатации производятся *контрольные (профилактические)* измерения, результаты которых сопоставляются с еще менее жесткими, чем настроечные, *эксплуатационными нормами*. Эксплуатационные нормы соответствуют только удовлетворительному (допустимому) качеству связи. Выход параметров за пределы, установленные этими нормами, свидетельствует о необходимости проведения настройки, по окончании которой параметры вновь будут удовлетворять настроечным нормам.

Контрольные измерения проводятся по определенному плану и потому обычно называются плановыми или регламентными. Однако в процессе эксплуатации систем передачи возможны отказы оборудования, при которых необходимо проводить измерения с целью локализации места отказа и определения его характера. Эти измерения носят название *внеплановых* и являются составной частью ремонтно-восстановительных работ, в которые также (на заключительном этапе) могут входить как настроечные, так и приемосдаточные измерения.

При организации измерений важно учитывать и то, что параметры и характеристики систем передачи могут подразделяться на основные, дополнительные и факультативные. К *основным параметрам* относят те, выполнимость которых подтверждена опытом, а их достижение обеспечивает высокое качество передачи информации, предусмотренное при разработке данной системы и при проектировании конкретной магистрали. Как правило, нормы на эти параметры соответствуют рекомендациям Международного Союза Электросвязи или даже превосходят их.

К *дополнительным параметрам* относят такие, контроль которых необходим при передаче специфических видов информации. Как основные, так и дополнительные параметры могут считаться *факультативными*, т. е. такими, нормы на которые уточняются. Измерения факультативных параметров проводятся с целью анализа и накопления данных, в том числе для прогнозирования состояния системы.

При организации измерений на системах передачи безусловно надо стремиться к снижению трудозатрат при необходимой высокой точности измерений. Это достигается применением современной измерительной аппаратуры и автоматизацией процессов измерений. Большое значение имеют и правильно выбранные методики, что оказывается особенно важным при статистических и выборочных измерениях.

Проведение измерений на системах передачи, находящихся в эксплуатации, должно осуществляться по возможности *без закрытия связей*. Измерения, для проведения которых *закрытие связей* необходимо, должны осуществляться так, чтобы их продолжительность была бы минимальной, а время их проведения совпадало бы с временем наименьшей нагрузки на систему передачи. В некоторых случаях измерения с закрытием связей допускаются только при условии создания обходных путей на соответствующих участках сети.

#### *Настроечные измерения.*

Настроечные работы, и в том числе настроечные измерения, проводятся организациями, осуществляющими монтаж аппаратуры систем передачи как после строительства новой линии передачи, так и после модернизации или ремонтно-восстановительных работ на существующей линии. К работе по настройке линии передачи допускаются лица, изучившие состав, назначение и порядок функционирования аппаратуры, заводскую эксплуатационно-техническую документацию на все виды оборудования системы передачи, нормативную документацию по обслуживанию, настройке и ремонту, а также сдавшие экзамены по технике безопасности.

Все работы на необслуживаемых промежуточных станциях должны проводиться бригадой в составе не менее двух человек. В распоряжении бригады должна находиться специализированная машина, оборудованная электростанцией для освещения и питания паяльника, измерительные приборы с автономными источниками питания, инструмент, техническая документация, резервные блоки настраиваемого обо-

рудования. Если эта бригада проводит также ремонтно-восстановительные работы, желательно, чтобы машина была также оборудована устройствами, позволяющими осуществлять автономное питание оборудования необслуживаемой станции или даже нескольких станций, входящих в состав полусекции дистанционного питания. Наличие таких устройств позволяет обесточивать участки кабеля и производить ремонтно-восстановительные работы на кабеле без закрытия связей систем передачи, работающих по другим неповрежденным парам. В общем случае все работы на необслуживаемых станциях должны проводиться при выключенном дистанционном питании за исключением тех, которые можно производить подключаясь к специальным гнездам, установленным на наружной поверхности корпуса станции. Следует помнить об особой опасности попадания под напряжение дистанционного питания в условиях необслуживаемой станции, поэтому перед началом работ на ней необходимо получить подтверждение о снятии дистанционного питания от персонала обслуживаемой питающей станции по каналу служебной связи.

Характерной чертой настроечных измерений является их определенная последовательность, предусматривающая вначале настройку того оборудования, которое будет использовано на последующих этапах настроечных работ. Обычно вначале производится проверка и настройка оборудования оконечных и промежуточных обслуживаемых станций по основным параметрам на соответствие заводским паспортам. Одновременно (если это предусмотрено заводскими инструкциями) проверяется и настраивается оборудование необслуживаемых станций, которое после этого развозится по линии и монтируется.

Первоначально по линии развозят и монтируют оборудование служебной связи и телемеханики, поскольку каналы служебной связи и устройства телемеханики необходимы при настройке основного оборудования линейного тракта. Затем развозят и монтируют основное оборудование линии системы передачи.

Проверка и настройка оборудования начинается с проверки и настройки оборудования электропитания. Большинство измерений осуществляется при этом с помощью приборов, предусмотренных конструкцией аппаратуры и размещаемых на стойках. Однако в некоторых системах передачи проверка оборудования дистанционного питания осуществляется при подключении к нему измерительных приборов класса точности не ниже 0,2. При подключении внешних приборов к оборудованию ди-



станционного питания следует строго соблюдать правила техники безопасности, в частности, осуществлять разряд линии после снятия тока ДП.

После проверки оборудования служебной связи обслуживаемых станций на соответствие заводским паспортам производится настройка канала участковой служебной связи (УСС), не требующего настройки на необслуживаемых станциях, а затем канала постанционной служебной связи (ПСС). Настройка канала УСС сопровождается измерением его остаточного затухания на частоте 800 Гц, частотной характеристики неравномерности остаточного затухания, переходного затухания между развязанными выходами дифсистемы и психофотметрического напряжения помехи на выходе канала. Настройка каналов ПСС обычно осуществляется в два этапа, сначала на секциях между обслуживаемыми промежуточными станциями, затем между оконечными станциями с поочередным подсоединением секций друг к другу. При настройке каналов ПСС по сравнению с настройкой каналов УСС добавляются измерения диаграммы уровней по необслуживаемым станциям и переходного затухания между различными каналами. При настройке каналов ПСС надо учитывать, что нормы на их параметры должны выполняться при соединении всех  $n$  секций между обслуживаемыми станциями, т. е. при максимальной его протяженности для данной системы передачи. Если измерение параметров производится для меньшего числа соединенных секций, например  $n'$  то нормы должны быть пересчитаны; допустимые отклонения частотной характеристики неравномерности остаточного затухания и психофотметрического напряжения помехи должны быть снижены в  $\sqrt{n/n'}$  раз, а нормы на защищенность от переходных влияний между каналами ПСС, а также между различными направлениями передачи одного канала должны быть увеличены на  $10 \lg(n/n')$  дБ.

При настройке систем телемеханики измерения электрических величин обычно не производят.

После настройки систем служебной связи и телемеханики приступают к настройке линейного тракта (ЛТ) системы передачи, которая начинается с подачи дистанционного питания и измерения значения его тока. В любых цифровых системах передачи, если ток ДП установлен равным номинальному, никаких настроечных операций проводить не требуется, а следует переходить к паспортизации параметров ЛТ. Для линейных трактов ЦСП обычно определяется: напряжение дистан-

ционного питания, помехозащищенность линейных регенераторов, коэффициент ошибок на приемных концах ЛТ и параметры каналов служебной связи.

Линейные тракты (ЛТ) МСП с ЧРК требуют проведения настроечных работ довольно большого объема, которые сопровождаются целым рядом измерений электрических величин. Прежде всего, настраивается диаграмма уровней ЛТ, для чего измеряются: сопротивления термодатчиков промежуточных усилителей, уровни КС на передающем конце тракта, а также на выходах оборудования обслуживаемых промежуточных станций и, наконец, на выходах необслуживаемых станций (уровень основного КQ). В процессе настройки диаграммы уровней производится оценка частотных характеристик неравномерности затухания его отдельных частей и их необходимая коррекция.

После установки диаграммы уровней и включения АРУ осуществляется точная коррекция амплитудно-частотной характеристики ЛТ. Процесс коррекции очень трудоемок и включает в себя многократные измерения амплитудно-частотных характеристик отдельных участков тракта и комбинаций участков, причем точность измерений должна быть высокой, а это не позволяет использовать высокопроизводительные панорамные измерители частотных характеристик. По окончании коррекции амплитудно-частотной характеристики переходят к паспортизации ЛТ путем измерений его амплитудно-частотной характеристики, уровней помех, нелинейных искажений и защищенности от линейных переходных влияний.

После настройки и паспортизации ЛТ переходят к коррекции амплитудно-частотных характеристик типовых групповых трактов и каналов ТЧ, организованных на основе данного ЛТ, а затем к их паспортизации. Работы эти проводятся вначале на трактах высшей ступени иерархии для данной системы передачи с последующим переходом к трактам менее высоких ступеней.

*Контрольные измерения.* Как уже отмечалось, контрольные измерения можно подразделить на плановые (регламентные) и внеплановые. Первые из них предназначены для определения и контроля параметров, которые подвержены изменениям во времени, с целью своевременной подстройки оборудования систем передачи. Удерживание параметров оборудования в пределах эксплуатационных норм, чему способствуют плановые измерения, обеспечивает удовлетворительное качество передачи информации. Плановые измерения проводятся с установленной пе-

риодичностью, причем период для тех или иных измерений устанавливается на основании наблюдений за скоростью изменения соответствующих параметров оборудования.

Внеплановые измерения проводятся с целью локализации мест возникновения отказов оборудования, а также при подстройке или ремонте оборудования для восстановления значений его параметров, вышедших за пределы эксплуатационных норм. Если к ремонту оборудования привлекаются сторонние организации (ремонт не выполняется силами эксплуатационной организации), то внеплановые измерения подразделяют на настроечные, проводимые посторонними организациями, и приемосдаточные, которые проводят эти организации совместно с эксплуатирующей.

При разработке систем передачи обычно стремятся к уменьшению объема контрольных измерений, увеличению длительности периодов между теми или иными плановыми измерениями. Это обеспечивается повышением таких параметров надежности оборудования, как среднее время наработки на отказ и коэффициент готовности, а также применением средств непрерывного автоматического контроля параметров оборудования. В конечном итоге необходимость в плановых измерениях вообще отпадает; в процессе эксплуатации осуществляются лишь внеплановые контрольные измерения по результатам сигнализации средств непрерывного автоматического контроля параметров оборудования. Такой уровень обслуживания достигнут в современных ЦСП с ИКМ, в которых плановые контрольные измерения оборудования ЛТ не предусматриваются.

В настоящее время на сетях связи широко внедряются ЦСП синхронной цифровой иерархии (СЦИ). Однако в эксплуатации находятся большое число линий связи уплотненных по системе плезиохронной цифровой иерархии (ПЦИ). Плезиохронные системы передачи, в первую очередь ИКМ-30, являются основой компонентных потоков при формировании групповых сигналов СЦИ. Замена металлических кабелей, на основе которых строятся линейные тракты ИКМ-30, ИКМ-120 и ИКМ-480, на волоконно-оптические, на базе которых строятся системы СЦИ, требует больших финансовых вложений и времени. Поэтому в настоящее время проектировщикам, строителям и операторам связи приходится организовывать работу гибридных сетей. Необходимым условием качественной работы таких сетей является наличие специальной контрольно-измерительной аппаратуры, обеспечивающей контроль

качества передачи и других эксплуатационных параметров на всех этапах работы системы передачи.

Таким образом, в изложенном материале представлена классификация основных измерений в МСП по настроечным и контрольным видам, а также раскрыты понятия установочных, контрольных и установочных норм на измеряемые параметры.

#### *Этапы измерительного эксперимента*

Успешное проведение любого из перечисленных измерений требует ясного представления об его этапах. Часто они кажутся само собою разумеющимися, однако, далеко не все учитываются, что приводит к существенным ошибкам и непроизводительным затратам времени. В общих чертах эти этапы следующие.

1. Первым этапом следует считать получение совершенно четкого *представления об измеряемой величине*. Нужно добиться четкого представления того, *что* измеряется. Например, если контролируется напряжение в каких-то точках цепи, то, кроме заданных точек, необходимо знать:

а) режим, в котором будет находиться цепь (каков источник напряжения, частота, сопротивление источника и нагрузки, а иногда и температура, влажность воздуха, режим соседних цепей и т. д.), т.е. влияющие факторы;

б) требуемое значение напряжения (среднеквадратическое, пиковое, средневыпрямленное);

в) ориентировочную величину измеряемого напряжения;

г) форму соответствующей ему кривой;

д) диапазон изменений измеряемой величины;

е) диапазон частот;

ж) допустимую погрешность измерений.

2. Вторым этапом следует считать *определение условий*, в которые поставлен экспериментатор, т. е. имеющиеся в распоряжении измеряющего время, кадры, материальная база (помещение, аппаратура, материалы, источники питания и т. д.).

3. Третий этап заключается в *выборе средств измерений* удовлетворяющих всем характеристикам измеряемой величины, представленным в п.1., таким, как диапазоны величин, частот и т.п. Кроме этого необходимо учесть величины активной и реактивной составляющих входного сопротивления средства измерений, которые при измерении будут оказывать влияние на режим измеряемой цепи. Особое внимание следует уделить

допустимой погрешности средства измерений, с учетом влияющих величин: температуры и влажности окружающей среды, возможных колебаний напряжения питания и т.п. Безусловным требованием к выбранным средствам измерений наличие поверочного клейма.

4. На основе данных п.п. 1 и 2 можно приступить к четвёртому этапу — *выбору метода измерений* и затем к выбору или составлению принципиальной схемы измерений. Выбор метода измерений в значительной степени определяется техническими и метрологическими характеристиками имеющихся в наличии средств измерений. Очень часто требования к точности измерений в технике связи настолько высоки, что методом прямых измерений измерительную задачу решить не удастся. В этом случае прибегают к методам сравнения с мерой: нулевому, дифференциальному, замещения и др.

5. Выбрав схему и имея поверенную аппаратуру, можно приступить к *организации рабочего места* для проведения измерений. Необходимо обеспечить:

а) минимум паразитных связей между средствами измерений и соединительными цепями (в случае надобности разнести приборы на необходимое расстояние, экранировать провода);

б) удобство, быстроту и надежность коммутационных операций;

в) соблюдение требований техники безопасности.

6. Перед проведением в технике связи серий наблюдений желательно провести *пробный опыт*, проверить работоспособность схемы измерений хотя бы для одного частного случая. Такая проверка служит одновременно и проверкой монтажа.

7. При удовлетворительных (возможных) результатах пробного опыта можно приступить к серии наблюдений. Однако перед этим следует продумать *систему регистрации результатов* эксперимента. Она должна быть удобна как для измеряющего, так и для последующей математической обработки результатов наблюдений и обнаружения возможных ошибок как в результатах наблюдений, так и в расчетах.

В частности, при снятии разного рода характеристик полезно продумать и заранее подготовить таблицы для записи показаний различных приборов и величин с учетом вышесказанного, а также записывать номера и характеристики использованных приборов. В некоторых случаях следует рассмотреть вопрос о возможной автоматизации записи или о вводе ее в электронно-вычислительную машину.

8. Зафиксировав результаты серий наблюдений, желательно провести *проверочное измерение* для одного из уже записанных частных случаев. Это даст возможность судить об изменениях, которые могли произойти за время наблюдений в схеме или объекте измерений.

9. Если проверочное измерение дало благоприятный результат, то следует *обработать результаты серий наблюдений* и получить значения искомых величин – результаты эксперимента.

10. На основе этих результатов надо сделать выводы, *сформулировать заключение* о том, насколько выполнена поставленная задача. Если же что-то осталось невыполненным или оказалось сомнительным, то желательно указать причины этого и пути их преодоления.

В заключение необходимо отметить, что представленные этапы имеют условное деление, однако в целом отражают обобщенную методологию проведения экспериментальных измерений.

Следует иметь в виду, что этапы измерительного эксперимента обычно регламентируются соответствующими инструкциями. Однако не всегда удается следовать инструкции в виду отсутствия рекомендованных средств измерений.

### **3 Домашнее задание**

Изучить основы теории, изложенные в настоящих методических указаниях и учебной литературе:

- Хромой Б. П. Метрология и измерения в телекоммуникационных системах (Том 2) – М.: ИРИАС, 2008. – 560 с.

По заданию преподавателя подготовить доклад на тему:

«Технологи организации и постановки измерительного эксперимента».

Быть готовым к ответам на контрольные вопросы по теме практического занятия.

### **4 Контрольные вопросы**

1. Дайте определение измерения.
2. Дайте определение основных характеристик измерений.
3. Охарактеризуйте настроечные измерения параметров аппаратуры связи.



4. Дайте характеристику установочных норм параметров аппаратуры связи.
5. Охарактеризуйте процесс приемосдаточных измерений и настроечных норм на параметры аппаратуры связи.
6. Приведите последовательность проведения настроечных работ на аппаратуре связи.
7. Дайте определение линейного тракта системы передачи.
8. Дайте характеристику применения технологии цифровой синхронной иерархии в системе передачи.
9. Приведите классификацию контрольных измерений.
10. Охарактеризуйте эксплуатационные нормы параметров аппаратуры связи.
11. Приведите основные этапы организации измерительного эксперимента.