

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО СВЯЗИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций  
им. проф. М.А. Бонч-Бруевича»**

---

Учебный военный центр

Утверждаю  
Заведующий кафедрой ССС  
В.В. Котов  
« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 г.

**МЕТОДИЧЕСКАЯ РАЗРАБОТКА  
для проведения занятий  
по дисциплине  
«Системы многоканальной связи спец.назначения»  
Тема № 2:  
«Базовые образцы аналоговых систем передачи. Принципы построения  
цифровых систем передачи специального назначения»  
Занятие 1  
«Изучение и освоение аппаратуры комплексов П-330-6 («Азур») и  
П-301 («Топаз»)»**

Методическая разработка обсуждена  
на заседании кафедры ССС.  
Протокол № \_\_\_\_\_  
от « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 г.

**Санкт-Петербург  
2018**

## **УЧЕБНЫЕ ЦЕЛИ**

**ЗНАТЬ:** основные направления и перспективы научно-технического развития средств и комплексов специальной связи;  
о боевом применении, электрических параметрах и общем устройстве многоканальной аппаратуры каналообразования с ЧРК комплексов П-330-6 («Азур-б») и П-301 («Топаз»), составе и структуре ПКЛ;  
основные параметры и характеристики канала тональной частоты.

## **ВОСПИТАТЕЛЬНЫЕ ЦЕЛИ**

Формировать профессиональные качества по работе на образцах техники специальной связи.

Прививать студентам навыки, необходимые им при работе в коллективе.

Развивать у студентов творческие способности, воспитывать чувство бережного отношения к технике связи.

## **УЧЕБНЫЕ ВОПРОСЫ ЗАНЯТИЯ**

1. Назначение, состав и общая характеристика комплексов каналообразования с ЧРК.
2. Оперативно-технические показатели и боевые возможности систем передачи комплексов «Топаз» и «Азур».
3. Канал тональной частоты, его параметры и характеристики.

**ВРЕМЯ** 2 часа.

**МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ** учебная аудитория 503, 504.

**ВИД ЗАНЯТИЯ** практическая работа.

## **МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

1. Аппаратура комплекса П-330 и П-301.
2. Схемы линейного спектра аппаратуры комплекса П-330 и П-301.
3. Функциональные схемы комплекса П-330 и П-301.
4. Магазины затуханий МЗ-600, МЗ-135.
5. Комплект измерительных приборов П-322, П-326, П-323-ИШ.
6. Прибор П-321.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. Учебное пособие «Средства и комплексы связи военного назначения телеграфные аппараты». Д. Самаркин. – СПб. 2016.
2. Военные системы многоканальной электросвязи. / Под ред. Лебедева А.Т. - Л.: ВАС, 1979.
3. Каналообразование и управление на первичных сетях связи. / Под ред. А.Т. Лебедева. -Л.: ВАС, 1986.
4. В.И.Кириллов. Многоканальные системы передачи. – М., ООО «Новое знание», 2002.

## I. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЮ ПО ПОДГОТОВКЕ И ПРОВЕДЕНИЮ ЗАНЯТИЯ

При подготовке к практической работе преподаватель обязан изучить учебные вопросы, структуру и содержание практической работы, ознакомиться с литературой и методическими рекомендациями, уточнить количество и готовность рабочих мест к проведению практических испытаний обучаемыми. По завершении личной теоретической подготовки необходимо составить план проведения практической работы с указанием времени, отводимого на отработку учебных вопросов (проводимых исследований).

Накануне практической работы необходимо провести консультацию с обучаемыми на рабочих местах, выдать задание на подготовку и выполнение практической работы, дать указания на получение необходимой литературы, учебно-методических материалов и рекомендовать материал для повторения.

Во вступительной части занятия преподаватель проверяет наличие студентов, объявляет тему, учебные цели и вопросы занятия, последовательность их отработки, ориентировочное время выполнения задания.

После этого преподаватель проверяет подготовленность учебной группы к занятию методом выборочного опроса.

В ходе занятия преподаватель руководит и контролирует работу студентов, консультирует их по возникающим частным вопросам непосредственно на рабочих местах, при необходимости разъясняет всей группе отдельные положения, вызывающие затруднения у большинства обучаемых.

Контроль качества выполнения обучаемыми задания рекомендуется осуществлять в процессе индивидуальных консультаций и оказания помощи, а также в конце занятия по мере готовности студентов, при приеме их доклада о проделанной работе и проверке выполнения задания.

Отработка учебных вопросов студентами производится на рабочих учебных точках на основании задания к практической работе.

Преподаватель ставит задачу по отработке учебных вопросов на указанных рабочих точках в полном объеме согласно заданию. Преподаватель в индивидуальном порядке контролирует работу студентов, задавая контрольные вопросы по порядку отработки вопросов задания.

Отвечает на возникающие вопросы в ходе работы студентов, задает наводящие вопросы, заставляющие студентов обратить внимание на упущения, недостатки, ошибки и т.д. На основании проведенного опроса и контроля работы студентов преподаватель предварительно их оценивает.

По завершении выполнения практической работы студентами преподаватель проверяет результаты исследований и при их соответствии теоретическим положениям дает разрешение на оформление отчета по практической работе.

В заключительной части преподаватель подводит итоги занятия, ставит задачи и сроки оформления и защиты практической работы.

### При проведении заключительной части:

- подвести общий итог занятия, дать оценку работы на занятии;
- отдельным обучающимся и потока в целом;
- доложить о достижении поставленных учебных и воспитательных целей;

- отметить уровень дисциплины;
- ответить на вопросы обучающихся;
- сделать запись в журнале учебной группы;
- дать команду дежурному об окончании занятия.

## **II. УЧЕБНЫЕ ВОПРОСЫ**

### **1. Назначение, состав и общая характеристика комплексов каналообразования с ЧРК.**

В 1969-1973 г.г. был принят на вооружение комплекс аналоговых систем передачи (АСП) «Топаз» в составе систем передачи: 60-канальная П-300, 24-канальная П-301, 12-канальная П-302 и 3-канальная П-303. В комплексе впервые были системно решены задачи каналообразования в специальных сетях связи, основанные на принципах:

- единая каналообразующая аппаратура для РРЛ, ТРЛ и ПКЛ;
- единый набор канальных емкостей, обеспечивающий нужды всех звеньев управления;
- типовые каналы ТЧ и ШК, отвечающие современным на то время нормам;
- единый тип кабеля для ПКЛ (П-296);
- единые принципы схемного и конструктивного исполнения;
- унификация основных узлов аппаратуры;
- полный переход на полупроводниковые приборы.

Однако по мере усложнения требований к сетям связи выявились недостатки комплекса «Топаз», поэтому в 1978-1981 г.г. на его смену был принят на вооружение комплекс «Азур» в составе систем передачи: 60-канальная П-330-60, 24-канальная П-330-24, 6-канальная П-330-6, 3-канальная П-330-3 и 1-канальная П-330-1.

Оконечные станции комплекса «Азур» обеспечивают возможность встречной работы с соответствующей по канальной емкости аппаратурой комплекса «Топаз».

В состав основного оборудования комплекса «Топаз» входит:

1. каналообразующая аппаратура (оконечные станции), общая для РРЛ, ТРЛ и ПКЛ,
2. аппаратура для ОУП, НУП полевых кабельных линий,
3. аппаратура выделения каналов.

Для всех ПКЛ комплекса используется линейный кабель типа П-296.

На любом НУП или ОУП можно выделить часть каналов с помощью соответствующей аппаратуры выделения. Эта аппаратура обеспечивает также выделение каналов на НУП стационарных систем передачи К-24-2, К-60П, П-306.

Аппаратура ОУП может использоваться в аварийных обстоятельствах для замены оборудования соответствующих пунктов стационарных АСП аналогичной канальной емкости. Однако при этом ДП стационарных НУП должно осуществляться стационарными средствами (источниками ДП).

### Состав основного оборудования комплекса «Азур»

Для *малоканальной (1,3 канала)* каналообразующей аппаратуры систем передачи – оконечные станции, предназначенные для работы только по проводным линиям различного типа.

Для *многоканальной шестиканальной системы передачи П-330-6*, работающей по РРЛ, ТРЛ и ПКЛ (кабель П-296 или две цепи П-268), в состав оборудования также входят только оконечные станции, выпускаемые в двух вариантах П-330-6А – для автомобильных аппаратных и П-330-6Б – для бронеобъектов и летательных аппаратов.

*Система передачи П-330-24* предназначены для работы по ПКЛ-296, а оконечные станции – по РРЛ и ТРЛ. Состав оборудования *системы передачи П-330-24*:

- оконечная станция,
- оборудование линейного тракта ПКЛ-296/330-24,
- аппаратура для ОУП, НУП.

*Система передачи П-330-60* предназначена для работы по РРЛ, ТРЛ и ПКЛ и образует на этих линиях 60 каналов ТЧ и на части каналов ТЧ до 8 ШК-12 и до 4 ШК-48.

В состав основного оборудования *системы передачи П-330-60* входят:

- П-330-60-0 – оконечная станция;
- оборудование линейного тракта – П-330-60П (для ОУП),
- оборудование линейного тракта П-330-60 НУП (для НУП).

### Каналообразование

Системы передачи комплексов «Топаз» и «Азур» образуют каналы ТЧ, ШК и групповые тракты.

Каналообразование всех систем комплексов осуществляется на базе основной (типовой) 3-канальной предгруппы в диапазоне частот 12,3...23,4 кГц, которая формируется с помощью модуляторов на несущих частотах 12, 16 и 20 кГц и полосовых канальных фильтров (ФК) типа LC, выделяющих после модуляторов верхние боковые полосы частот (рис.1).

## **2. Оперативно-технические показатели и боевые возможности систем**

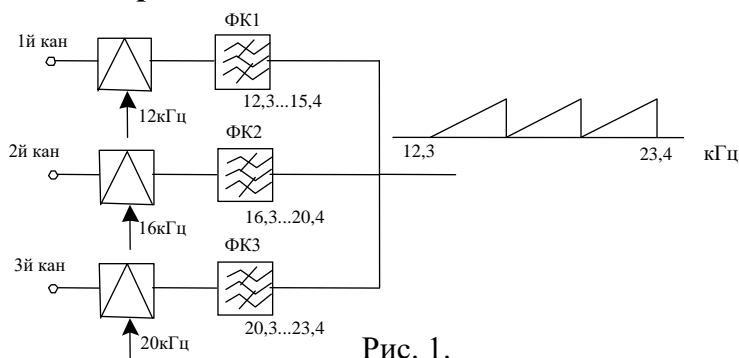


Рис. 1.

**передачи комплексов «Топаз» и «Азур».**

Состав, основные тактико-технические и электрические параметры мобильного комплекса АСП «Топаз» приведены в таблице 1.

Основные параметры аналоговых систем передачи комплекса «Топаз»

Таблица 1.

Параметры Система передачи	Число каналов			$L_{max}$ , км	$L_{од}$ ( $L_{тч}$ ), км	$L_{дп}$ , км	$l_{уу}$ , км	Число НУП на секции ДП	Линейный спектр частот, кГц	Линейные КЧ, кГц	Линии передачи, состав ПКЛ
	ТЧ	ШК-12	ШК-48								
ПКЛ-296/303(Б)	(3)	2(1)	-	1000	1000	42	14	2	4...32	П-Н-18	П-296, РРЛ; ОП: П-303 ОБ(6к), ОА(3к); ЛТ: П-303П, П-303-НУП.
ПКЛ - 296/302	12	4	-	1000	1000	105	15	6	12...60	П-64 Н-16	П-296, РРЛ, ТРЛ; ОП: П-302-О; ЛТ: П-302-П; П-301-НУП; Выделитель: П-302В.
ПКЛ - 296/301	24	4	2	1000	1000	70	10	6	12...108	П-104 Н-16 К-64	П-296, РРЛ, ТРЛ; ОП, ТП: П-301-О; ЛТ: П-301П, П-301-НУП; Выделитель: П-301ВР.
ПКЛ-296/300-302	60	8	4	2500	850	50	10	4	12...252	П-248 Н-16 К-112	П-296, РРЛ, ТРЛ; ОП, ТП: П-300-О; ЛТ: П-300П, П-300-НУП; Выделитель: П-300ВР.
	12			850	850	50	10	4	12...60		

Обозначения:  $L_{max}$  – максимальная дальность связи,  $L_{од}$  ( $L_{тч}$ ) – длина однородного участка линейного тракта (транзитного участка по ТЧ),  $L_{дп}$  – длина секции ДП,  $l_{уу}$  – длина усилительного участка; контрольные частоты АРУ линейного тракта: П – плоская регулировка, Н – наклонная регулировка, К – криволинейная регулировка, П-Н – плоско-наклонная регулировка; ОП, ТП – аппаратура оконечных, транзитных пунктов, ЛТ – аппаратура линейного тракта.

Состав, основные тактико-технические и электрические параметры мобильного комплекса АСП «Азур» приведены в таблице 2.

Обозначения в таблице аналогичны обозначениям табл.1.

Основные параметры аналоговых систем передачи комплекса «Азур»

Таблица 2.

Параметры Система передачи	Число каналов			L <sub>max</sub> , км	L <sub>од</sub> , км	L <sub>дп</sub> , км	l <sub>уу</sub> , км	Число НУП на секции ДП	Линейный спектр частот, кГц	Линейные КЧ, кГц	Линии передачи, состав ПКЛ
	ТЧ	ШК -12	ШК -48								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ПКЛ-268/330-1 ПКЛ-274М/330-1 Цв. цепи ВЛС Ст. цепи ВЛС	1	-	-	100 60 1200 150	25 15 300 37	-	25 15 300 37	-	4...7,4 8,6...12	П-4,0 П-12,0	Кабели П-268, П-274М; Цв.и ст. цепи ВЛС; ОП, ТП: П-330-1.
ПКЛ-268/330-3 Цв. цепи ВЛС Ст. цепи ВЛС	3	-	-	1000 200	250 40	-	250 40	-	4...16 18...31	П-Н-4,16 П-Н-19,31	П-268, ВЛС, ОП, ТП: П330-3.
ПКЛ-268/330-6 ПКЛ-296/330-6	6	1	-	50 70	10 14	-	10 14	-	4...32	П-Н - 18	П-268, П-296, РРЛ; ОП, ТП: П-330-6А, П-330-6Б.
ПКЛ-296/330-12	12	2	1	1000	400	94,5	10,5	8	1-полос 12...60 2-полос 12...109, 125...232	П-64, Н-16	П-296, РРЛ, ТРЛ; ОП, ТП: П-330-12-О
ПКЛ-296/330-24	24	4	2	1000	400	94,5	10,5	8	1-полос. 12...108 2-полос. 12...119, 125...232	П-104 Н-16 К-64	П-296, РРЛ, ТРЛ; ОП: П-330-24-О; ЛТ: П-330-24-П, П-330-24-НУП.
П-296/330-60	60	8	4	2500	850	77	7,0	10	1-полос 12...252 2-полос 12...269, 295...552	П-248 Н-16 К-112	П-296, РРЛ, ТРЛ; ОП: П-330-60-О; ЛТ: П-330-60-П, П-330-60-НУП.

### 3. Канал тональной частоты, его параметры и характеристики

Составной частью каждой многоканальной системы передачи является линейный тракт, который представляет собой совокупность технических средств, обеспечивающих передачу, сигналов электросвязи в пределах одной конкретной системы передачи.

Линейный тракт аналоговых систем передачи обеспечивает передачу сигналов в полосе частот, определяемой числом каналов тональной частоты данной системы и возможностями линии передачи (среды передачи).

Основное назначение систем передачи комплексов «Топаз» и «Азур» - это образование каналов тональной частоты.

*Канал тональной частоты (КТЧ)* — это совокупность технических средств и среды распространения, обеспечивающая передачу электрических сигналов связи в эффективно передаваемой полосе частот (ЭППЧ) 0,3 — 3,4 кГц.

Канал тональной частоты является единицей измерения ёмкости (уплотнения) аналоговых систем передачи, в то же время для цифровых систем передачи единицей измерения ёмкости является основной цифровой канал.

Эффективно передаваемая полоса частот — полоса частот, остаточное затухание на крайних частотах которой отличается от остаточного затухания на частоте 800 Гц не более чем на 1 Нп при максимальной дальности связи, свойственной данной системе. Ширина ЭППЧ определяет качество телефонной передачи, и возможности использования телефонного канала для передачи других видов связи. В соответствии с международным стандартом для телефонных каналов многоканальной аппаратуры установлена ЭППЧ от 300 до 3400 Гц. При такой полосе обеспечивается высокая степень разборчивости речи, хорошая естественность её звучания и создаются большие возможности для вторичного уплотнения телефонных каналов.

Канал ТЧ электрически представляет собой четырехполюсник. Обобщенная структурная схема канала ТЧ показана на рис.2.

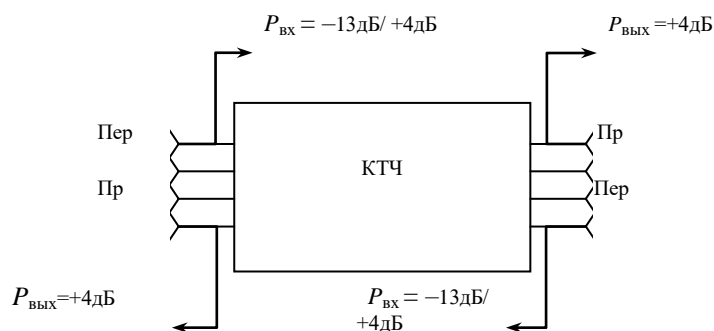


Рис.2 - Схема 4-х проводного окончания/режим проводного транзита

В зависимости от схемы окончания канал ТЧ может быть в одном из четырех режимов (таблица 3):

2-х проводного окончания (2ПрОк) — для открытой телефонной связи при отсутствии на телефонном коммутаторе транзитных удлинителей (рис.3);





- полоса эффективно передаваемых частот 0,3 — 3,4 кГц;
- номинальные относительные уровни передачи в основном режиме работы (4Пр) на частоте 1020 Гц на передаче «-13 дБ» и на приеме «+4 дБ»;
- номинальное значение остаточного затухания канала на частоте 1020 Гц «-17 дБ» с точностью установки «±0,5 дБ»;
- номинальные значение входного и выходного сопротивлений 600 Ом;
- число участков транзита по ТЧ в канале ТЧ должно быть не более:
  - а) на участке канала магистральной сети – 5 шт.;
  - б) на участке канала магистральной и внутризонавой сети – 7 шт.;
  - в) общее число с учетом магистральной, внутризонавых и местных сетей – 11 шт.

2. *Основные электрические параметры канала ТЧ:*

- остаточное затухание и его стабильность;
- частотная характеристика остаточного затухания;
- шумы в канале;
- защищенность от внятных переходных влияний между каналами;
- защищенность от внятных переходных влияний между направлениями передачи канала.

3. *Дополнительные электрические параметры канала ТЧ:*

- амплитудная характеристика;
- коэффициент нелинейных искажений;
- фазовая характеристика;
- изменение частоты сигнала;
- защищенность от помех за счет источников питания;
- уровень селективных помех от источников питания и остатков несущих частот;
- импульсные помехи;
- кратковременные изменения уровня сигнала;
- скачкообразное изменение фазы передаваемого сигнала;
- дрожание фазы.

Каналы ТЧ независимо от системы передачи (АСП или ЦСП), используемой среды распространения (проводные, радиосистемы), протяженности и структуры (число транзитов по ТЧ и ГТ), должны обеспечивать общие электрические параметры, приведенные в таблице 4.

*Общие электрические параметры* канала ТЧ почти полностью определяются каналобразующей аппаратурой данной системы передачи. Они обеспечиваются при производстве и заводской настройке и контролируются по необходимости в процессе технического обслуживания или после ремонта.

При помощи *основных электрических параметров* оценивается качество каналов ТЧ АСП и ЦСП, обусловленное сетевыми требованиями. Эти параметры при соблюдении норм определяют качество канала не менее чем на 95%.

Нормы *основных электрических параметров* определяются расчетами при проектировании аппаратуры и систем передачи в целом исходя из современных технических достижений и по мере и совершенствования техники постоянно изменяются, приближаясь к величинам сетевых требований, которые обеспечивают наилучшее качество передачи любой информации.

## Общие параметры канала ТЧ

Таблица. 4

№ п/п	Электрический параметр	Нормированные значения
1.	Полоса эффективно передаваемых частот, Гц	300...3400
2.	Номинальные относительные уровни передачи в основном режиме работы (4Пр) на частоте 1020 Гц, дБ на передаче на приеме	-13 + 4
3.	Номинальное значение остаточного затухания канала на частоте 1020 Гц, дБ с точностью установки, дБ	-17 ± 0,5
4.	Номинальные значение входного и выходного сопротивлений, Ом при коэффициенте отражения, % (затухании несогласованности, дБ) на передаче на приеме	600  ≤15 (≥17)
5.	Число участков транзита по ТЧ в канале ТЧ должно быть не более, шт.:	≤ 10 (≥20)
	а) на участке канала магистральной сети	5
	б) на участке канала магистральной и внутризонавой сети	7
	в) общее число с учетом магистральной, внутризонавых и местных сетей	11

Для *дополнительных электрических параметров* канала ТЧ определены нормы, эти параметры определяются путем измерений и расчетов. Однако для части дополнительных параметров в настоящее время отсутствует опыт оценки в процессе эксплуатации сетей связи и систем передачи, а для некоторых нет достаточно отработанных и серийно выпускаемых измерительных приборов.

### III. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Основное назначение систем передачи комплексов «Топаз» и «Азур».
2. Состав основного оборудования комплекса «Топаз».
3. Состав основного оборудования комплекса «Азур».
4. Общая характеристика комплексов каналообразования с ЧРК.
5. Основные параметры аналоговых систем передачи комплекса «Топаз».
6. Оперативно-технические показатели «Азур».
7. Каналообразование основной (типовой) 3-канальной предгруппы, схема.
8. Канал тональной частоты – определение. Обобщенная структурная схема канала ТЧ.
9. Режимы работы канала ТЧ и их параметры.
10. Линейный тракт – определение.
11. Эффективно передаваемая полоса частот – определение.
12. Режимы канала ТЧ
13. Схема 2-х проводного окончания (режим 2ПрОк).
14. Схема 2-х проводного транзита (режим 2ПрТр).
15. Схема 4-х проводного окончания (режим 4ПрОк).
16. Схема 4-х проводного транзита (режим 4ПрТр).



## **ЗАДАНИЕ НА ПРАКТИЧЕСКУЮ РАБОТУ**

по дисциплине «Многоканальные системы передачи»

Тема № 2

**«Базовые образцы аналоговых систем передачи. Принципы построения  
цифровых систем передачи специального назначения»**

Занятие 1

**«Изучение и освоение аппаратуры комплексов П-330-6 («Азур») и  
П-301 («Топаз»)»**

### **I. УЧЕБНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Назначение, состав и общая характеристика комплексов каналообразования с ЧРК.
2. Оперативно-технические показатели и боевые возможности систем передачи комплексов «Топаз» и «Азур».
3. Канал тональной частоты, его параметры и характеристики.

### **II. ЗАДАНИЕ И УКАЗАНИЯ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ПОДГОТОВКЕ И ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ**

**На самостоятельной работе** повторить: (перечислить учебный материал для повторения).

**При отработке первого учебного вопроса** необходимо (изложить порядок действий обучающихся по отработке первого учебного вопроса).

**При отработке второго учебного вопроса** необходимо (изложить порядок действий обучающихся по отработке второго учебного вопроса).

**При отработке третьего учебного вопроса** необходимо (изложить порядок действий обучающихся по отработке третьего учебного вопроса).

**По окончании работы** (изложить действия обучающихся по окончании работы).

### **III. ЛИТЕРАТУРА ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАНЯТИЮ И ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ**

1. Учебное пособие «Средства и комплексы связи военного назначения телеграфные аппараты». Д. Самаркин. – СПб. 2016.
2. Военные системы многоканальной электросвязи. / Под ред. Лебедева А.Т. -Л.: ВАС, 1979.
3. Каналообразование и управление на первичных сетях связи. / Под ред. А.Т. Лебедева. -Л.: ВАС, 1986.

4. В.И.Кириллов. Многоканальные системы передачи. – М., ООО «Новое знание», 2002.

Задание разработал

Доцент кафедры ССС

О. Титова

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_г.