

Выпускная квалификационная работа:  
«Анализ принципов построения систем  
индикации ВС ГА»

Выполнил: обучающийся Р173  
группы  
Мухин А.С.

Рыльск 2021

# Цель работы

Целью выпускной квалификационной работы является изучение системы электронной индикации современных самолетов, принципов её построения, назначения, состава оборудования, размещения его на самолете, вопросов эксплуатации, контроля и проверки работоспособности.

В соответствии с поставленной целью необходимо решить следующие задачи:

- провести анализ принципов построения систем;
- изучить особенности построения системы электронной индикации и отдельных частей, блоков;
- изучить работу систем электронной индикации современных магистральных самолётов.



# Развитие систем

## Электронной индикации

- Первые отечественные системы экранной индикации были разработаны с применением масочных электронно-лучевых приборов (ЭЛП) отечественного производства. Сравнительно большие габариты и вес индикаторов на ЭЛП и требуемая высокая надежность индикаторов усилило стремление к переходу на плоскпанельные экраны.
- Жидкокристаллические индикаторы (ЖКИ) имеет малую потребляемую мощность, работает в отраженном свете и не боится попадания прямых солнечных лучей, при которых наблюдаемость только улучшается, не создает вредных излучений, поддается смешению цветов и имеет мягкий приятный тон излучения.
- На всех вновь разрабатываемых и модернизируемых самолетах зарубежные фирмы устанавливают системы экранной индикации. Разработку таких систем ведут американские фирмы Collins, Honeywell, Bendix/King ATAD и др. европейские - Thompson CSF и Sfenal (Франция), Ferranti (Англия), VDO (ФРГ) и др.

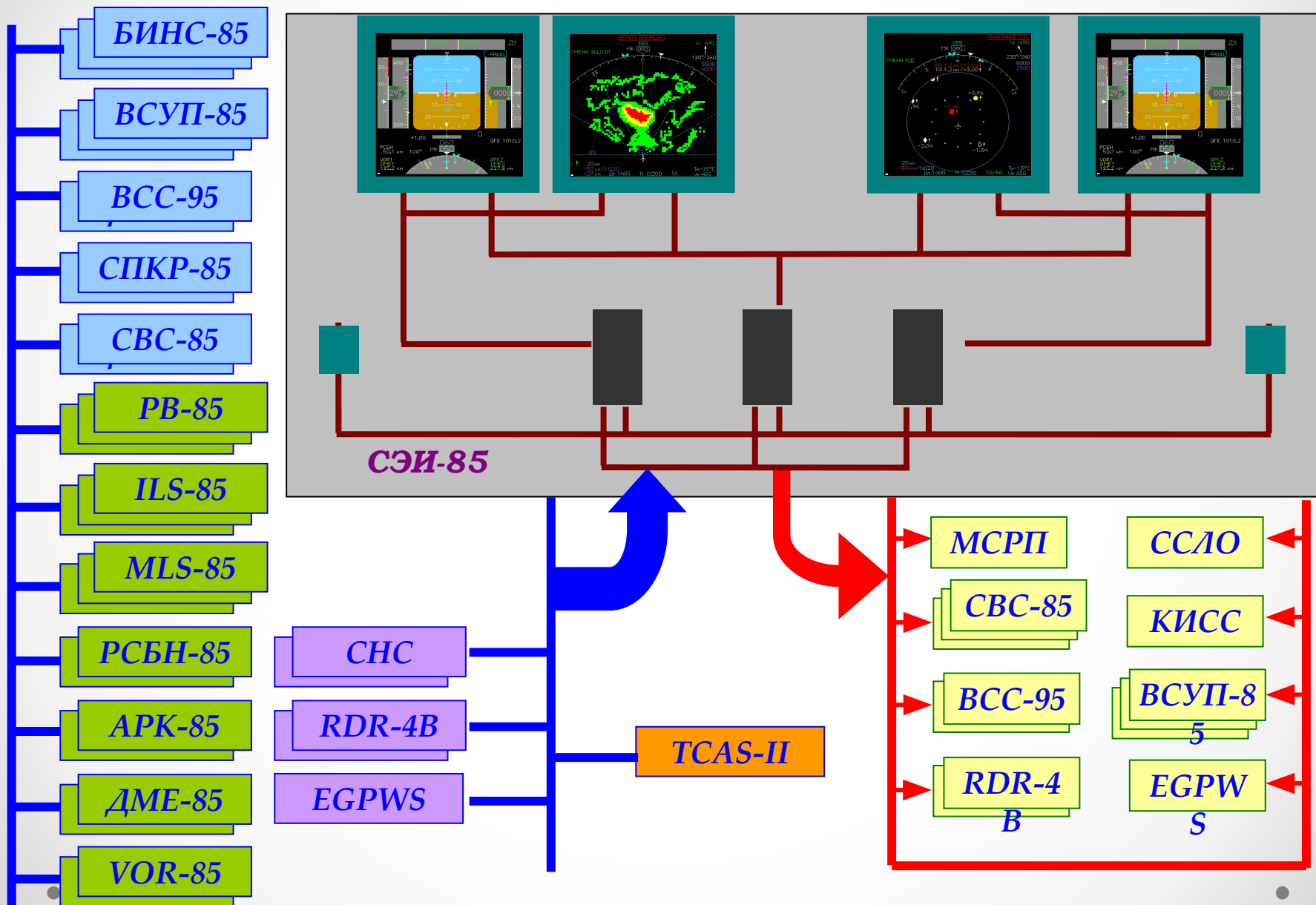
# Функции СЭИ

- принимает, обрабатывает и отображает на экранах индикаторов пилотажно-навигационную информацию от бортовых систем и датчиков;
- транслирует эту информацию в систему регистрации параметров полета (МСРП);
- обеспечивает пилотам возможность ручного ввода заданных значений барометрических давлений и высоты принятия решения с последующей передачей введенных значений другим системам самолета;
- осуществляет контроль достоверности входной информации с выдачей результатов контроля в систему сбора и локализации отказов (ССЛО).

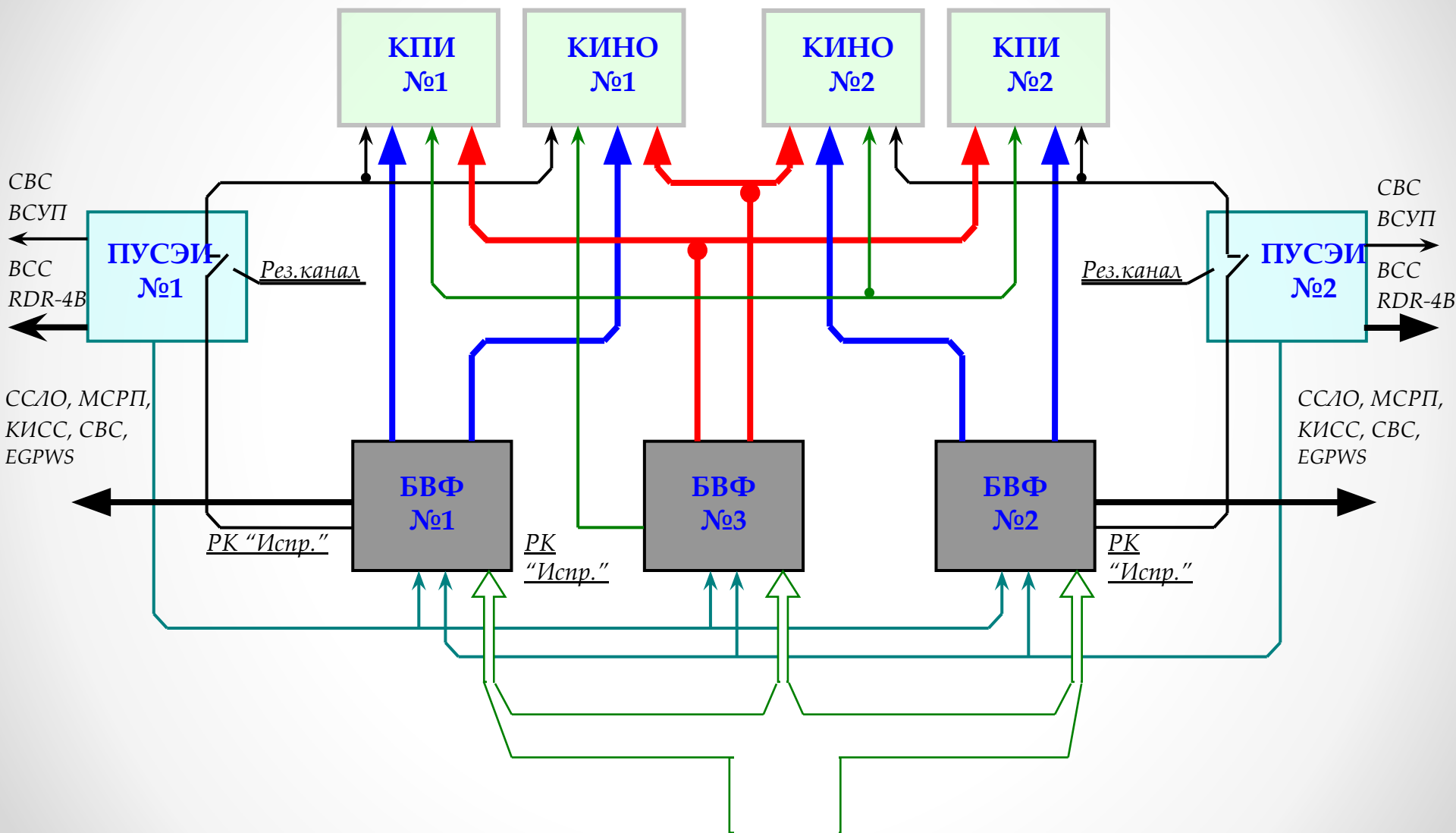
# Информция на экранах СЭИ

- 1) параметры углового положения самолета относительно его центра тяжести и траектории полета;
- 2) директорные команды и режимы автоматического управления полета;
- 3) высотнo-скоростные параметры и аэродинамические ограничения полета;
- 4) навигационные параметры, включая представление синтезированной карты и параметры траектории полета, по данным вычислительной системы самолетовождения;
- 5) метеоинформация по данным метеорадиолокатора;
- 6) карты местности с информацией об опасном сближении с землей;
- 7) параметры состояния воздушной обстановки вблизи самолета по данным бортовой системы предупреждения столкновения TCAS-II и УВД;
- 8) сигналы предупреждения об отказах датчиков и режимах работы пилотажно-навигационного оборудования.

# Взаимосвязи СЭИ -85 с системами КЦСПНО



# СТРУКТУРА СЭИ-85



СИСТЕМЫ  
КСЦПО

# Принцип работы системы

Система имеет три канала - два основных и резервный. Каждый основной канал включает блок БВФ (генератор символов), пульт и два индикатора, один из которых выполняет функцию КПИ, а другой - КИНО. Первый канал обеспечивает информацией одного пилота, второй канал - другого. Третий канал представлен блоком БВФ и находится в горячем резерве, при отказе блока БВФ первого или второго канала он заменяет отказавший блок.

По состоянию входных сигналов и команд от пультов системы блок БВФ определяет необходимое содержание форматов изображения на КПИ и КИНО, собирает и обрабатывает требующуюся для этих форматов изображения информацию, формирует и выдает в соответствующий индикатор файл, который содержит управляющие слова с указанием формата изображения, список и состояние переменных элементов изображения.

Переданный из блока БВФ файл поступает графическому процессору индикатора. По информации в этом файле графический процессор вызывает из запоминающего устройства постоянные элементы изображения, komponует их с переменными элементами и в соответствии с полученными результатами управляет цветом и движением луча электронно-лучевой трубки.



# Состав СЭИ



Блок вычисления и формирования БВФ предназначен для приема и обработки информации, формирования изображения на экранах индикаторов и выдачи кодовых сообщений и разовых команд. Блок расположен на стеллаже в техническом отсеке самолета.

Индикатор многофункциональный ИМ-8 предназначен для отображения текстовой и графической информации. Индикаторы расположены на приборной доске в кабине экипажа два перед левым пилотом, два перед правым пилотом.

Пульт системы индикации ПУСЭИ-2 служит для:

- вызова членами экипажа форматов изображения на экраны индикаторов и изменения содержания форматов изображения;
- ручного регулирования яркости отдельно для двух индикаторов (КПИ и КИНО), а также соотношения яркостей изображения и фона при наложении символов на изображение, полученное от метеолокатора или системы раннего предупреждения приближения земли (СРППЗ);
- \*ручной реконфигурации системы при отказах ее блоков;
- выставки на индикаторах системы нужных значений барометрических давлений на уровне океана и аэродрома, высоты принятия решения.

# Пульт системы индикации ПУСЭИ-2

**Пульт содержит:** два модуля кодовых сигналов МКС-3-1 и МКС-4-1; модуль вывода информации МВИ-2-3; модуль питания МП-12; лицевую панель с закрепленными на ней органами управления.

**Лицевая панель вырабатывает:**

1) сигналы о состоянии кнопок и положении переключателей, эти сигналы поступают на модули МКС для преобразования в код и выдачи блокам БВФ, а также другим системам самолета.

2) при нажатии соответствующих кнопок («БРИТ», «ОТКЛ ПУЛЬТ») вырабатываются разовые команды 2-го типа.

Некоторые кнопки фиксируются в нажатом положении; остальные кнопки без фиксации и сигнал о нажатии таких кнопок присутствует кратковременно - пока эта кнопка нажата.

Электрическое питание пульта осуществляется от системы электроснабжения переменного тока 115 В, 400 Гц, мощность, потребляемая пультом не более 25 ВА.

Электропитание средств подсвета осуществляется от двух регулируемых бортовых источников переменного тока 5,5 В, 400 Гц, мощность, потребляемая пультом не более 15 ВА.

Пульт выполнен в корпусе, габаритные и присоединительные размеры которого соответствуют требованиям ГОСТ 17046-81, тип корпуса 1. Габаритные размеры 146x208x230 мм.

Масса пульта не более 3,5 кг. Охлаждение естественное.

## Задачи ПУ СЭИ

- выставку барометрического давления и высоты принятия решения;
  - выбор режимов индикации КИНО;
  - переключение диапазонов отображения (карты, метеoinформации, рельефа местности и воздушной обстановки);
  - снятие информации: снятие изображения карты в режиме МНРЛС и СППЗ;
  - снятие изображения воздушной обстановки в режиме КУРС;
  - включение отображения посадочных параметров;
  - вызов/снятие на КПИ информации от радиотехнических систем;
  - снятие отказной информации;
  - вызов справочной информации;
  - выбор магнитного курса;
  - вызов (сброс) информации от радиотехнических систем;
  - вызов (дополнительно) параметров в британской системе единиц (приборной скорости, высоты барометрической, вертикальной скорости и расстояния до ППМ-НА и дальности до DME);
  - регулировку яркости графических изображений и фона неба, изображения метеообстановки и рельефа местности на правом индикаторе;
  - включение данных от АРК;
  - переключение индикации с КПИ на КИНО;
  - переключение на резервный БВФ (№ 3);
  - отключение пульта.
- При отказе пульта (выявленного встроенным контролем) переключение на управление системой от исправного пульта осуществляется автоматически, а при отказе органов управления пульта нажатием кнопки ОТКЛ ПУЛЬТ на неисправном пульте.

# Режимы работы

СЭИ функционирует в двух режимах: рабочем; расширенного контроля. Рабочий режим устанавливается автоматически.

Режим расширенного контроля устанавливается при поступлении от ССЛО команды «Контроль». Окончание режима определяется моментом снятия команды «Контроль» и переходом СЭИ в рабочий режим.

Встроенные средства контроля СЭИ позволяют оценить собственную работоспособность с точностью до конструктивно-сменного блока.

Автоматическая реконфигурация системы осуществляется по результатам работы встроенных средств контроля и обеспечивает:

- 1) подключение резервного БВФ к индикаторам первого (второго) канала;
- 2) подключение исправного ПУ СЭИ к управлению тремя БВФ.

При отказе одного ПУ СЭИ обеспечивается возможность управления всеми БВФ с исправного пульта с отображением одинаковой информации на идентичных индикаторах.

# Выводы

В результате написания ВКР проведено исследование систем электронной индикации и принципов её построения. Изучен состав оборудования, его технические данные, структурные и функциональные схемы, режимы работы, сопряжение с другими системами, контроль, электропитание.

Установлено, что принцип работы СЭИ-85 состоит в том, что по состоянию входных сигналов и команд от пультов системы блок БВФ определяет необходимое содержание форматов изображения на КПИ и КИНО, собирает и обрабатывает требующуюся для этих форматов изображения информацию, формирует и выдает в соответствующий индикатор файл, который содержит управляющие слова, список и состояние переменных элементов изображения.

Переданный из блока БВФ файл поступает графическому процессору индикатора. Графический процессор вызывает из запоминающего устройства постоянные элементы изображения, компонует их с переменными элементами и в соответствии с полученными результатами управляет цветом и движением луча электронно-лучевой трубки. Ручное управление отображаемыми форматами и режимами работы системы осуществляется с пультов. С помощью пультов также осуществляется выставка и ввод заданных значений барокоррекций и высоты принятия решения, выдаваемых во взаимодействующие системы.

Рассмотрен состав СЭИ-85-2 самолета Ту-204, размещение блоков СЭИ на самолете, функции пульта управления индикацией ПУ СЭИ, приведен порядок выставки барометрического давления и высоты принятия решения с ПУ СЭИ.

Установлено, что СЭИ функционирует в двух режимах:

- 1) рабочем;
- 2) расширенного контроля.

Рабочий режим устанавливается автоматически при подаче на систему электропитания от бортовых источников.

Режим расширенного контроля устанавливается при поступлении от ССЛЮ разовой команды «Контроль». Окончание режима расширенного контроля СЭИ определяется моментом снятия разовой команды «Контроль» и переходом СЭИ в рабочий режим.

В работе рассмотрены также вопросы технической эксплуатации системы. Установлено, что поиск неисправностей необходимо начинать с проверки включения самолетных автоматов защиты, выключателей СЭИ и наличия напряжения питания 27 В постоянного тока и переменного напряжения 115 В 400 Гц на борту самолета. Перед проведением проверок для отыскания и устранения неисправностей необходимо провести расширенный контроль пилотажно-навигационного оборудования. Возможные неисправности СЭИ и методы их устранения в работе приведены в соответствующих таблицах.

В работе также рассмотрена комплексная система электронной индикации и сигнализации КСЭИС-148 самолета Ан-148, которая предназначена для:

- а) отображения летному экипажу на цветных экранных индикаторах:
  - пилотажной, навигационной, обзорной информации;
  - информации о функционировании силовой установки и бортового оборудования, отказах и неисправностях систем и комплексов;
  - справочной информации и рекомендаций по парированию отказов и неисправностей;
- б) управления режимами индикации экранных индикаторов;
- в) формирования сигналов звуковой частоты о достижении самолетом предельных и критических режимов полета.

Благодарю за внимание!

Курсант р173 группы

Мухин А.С.