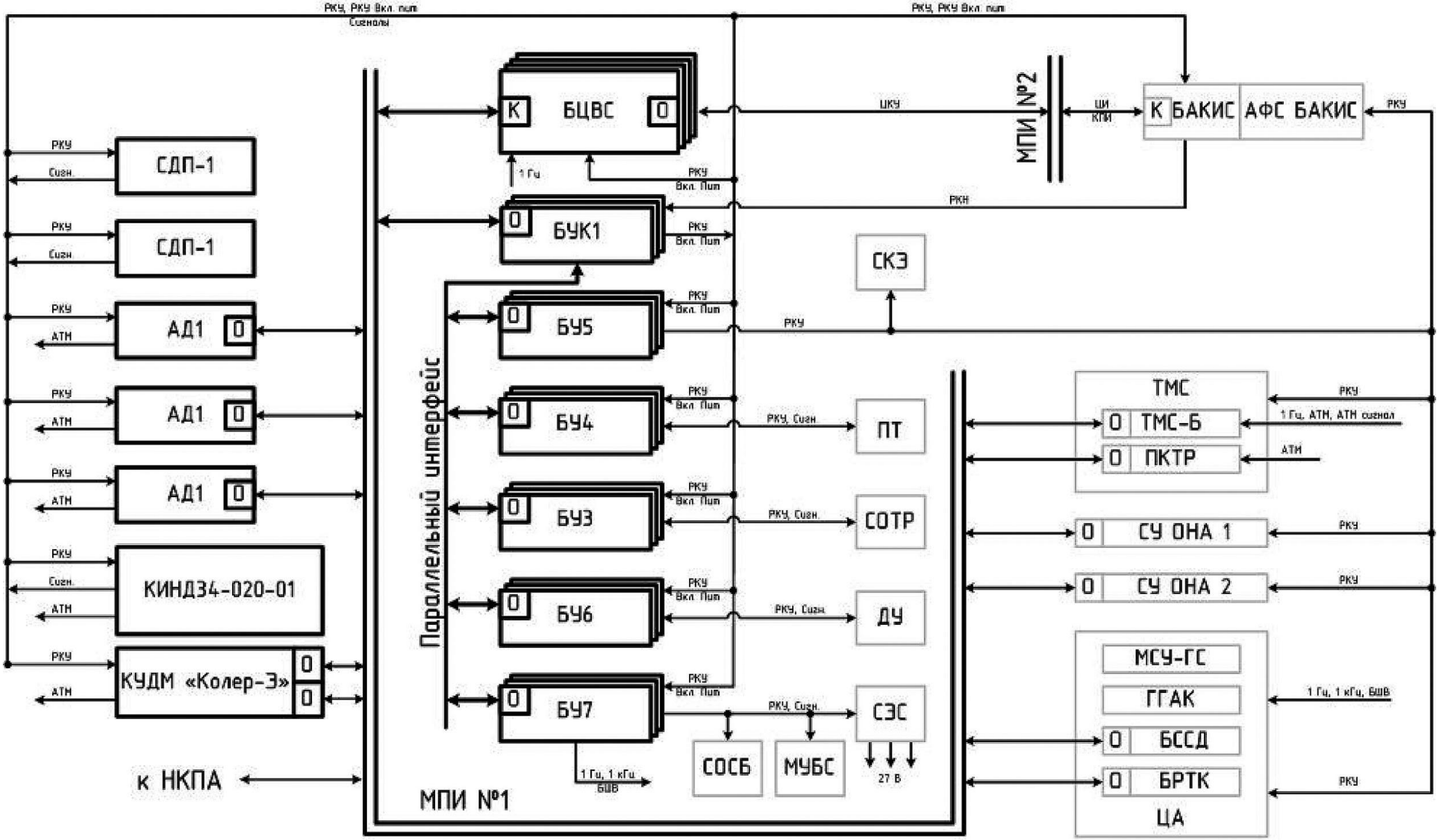
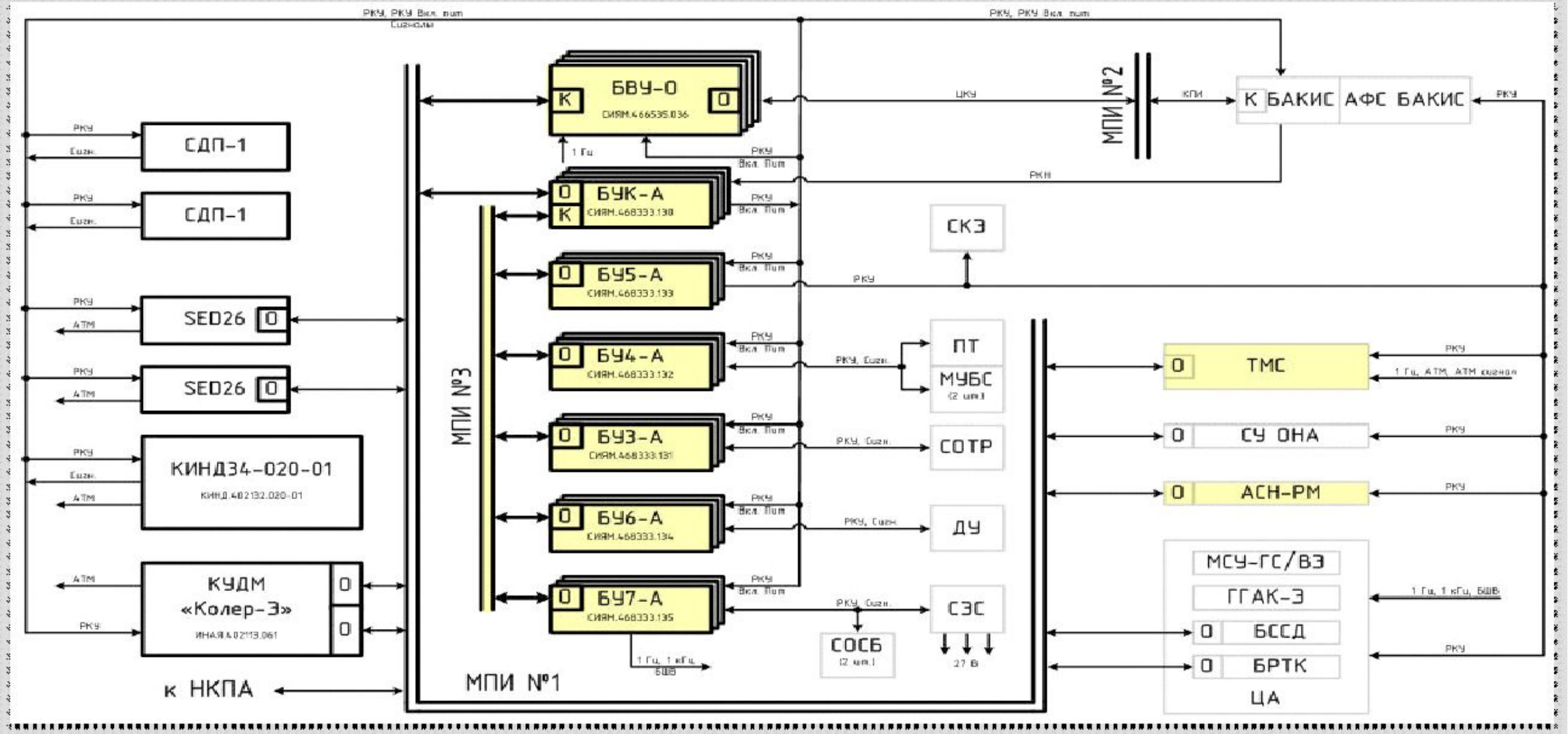
ПКУ БЛА практические занятия

Семинар 1

Разработка плана работ по созданию СУ (БКУ) КА


РКУ, РКУ Вкл. пит
Сигналы
РКУ, РКУ Вкл. пит
СДП-1
СДП-1
АД1
АД1
АД1
КИНД34-020-01
КУДМ «Колер-3»
РКУ
Сигн.
АТИ
К
БЦВС
0
1 Гц
РКУ Вкл. Пит
ЦКУ
МПИ №2
ШИ КПИ
К БАКИС
АФС БАКИС
РКИ
БУК1
БУ5
БУ4
БУ3
БУ6
БУ7
СКЭ
ПТ
СОТР
ДУ
СЭС
СОСБ
МУБС
27 В
1 Гц, 1 кГц БШВ
Параллельный интерфейс
МПИ №1
к НКПА
ТМС
ТМС-Б
ПКТР
1 Гц, АТИ, АТИ сигнал
СУ ОНА 1
СУ ОНА 2
МСУ-ГС
ГГАК
БССД
БРТК
ЦА
1 Гц, 1 кГц, БШВ


РКУ, РКУ Вкл. пит
Сигналы
СДП-1
СДП-1
SED26
SED26
КИНД34-020-01
КИНД.402132.020-01
КУДМ
«Колер-Э»
ИНАЯ.402113.061
к НКПА
БВУ-0
СИЯМ.466535.036
БУК-А
СИЯМ.468333.130
БУ5-А
СИЯМ.468333.133
БУ4-А
СИЯМ.468333.132
БУ3-А
СИЯМ.468333.131
БУ6-А
СИЯМ.468333.134
БУ7-А
СИЯМ.468333.135
МПИ №3
МПИ №1
МПИ №2
ЦКУ
КПИ
К БАКИС
АФС БАКИС
РКН
СКЭ
ПТ
МУБС
СОТР
ДУ
СЭС
СОСБ
27 В
ТМС
СУ ОНА
АСН-РМ
МСУ-ГС/ВЭ
ГГАК-Э
БССД
БРТК
ЦА

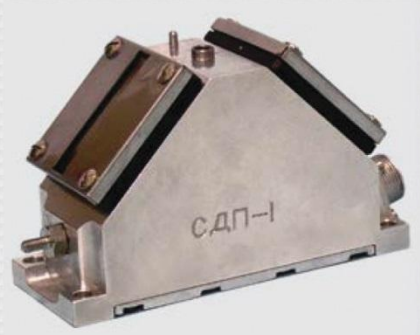
Бортовая цифровая вычислительная система

Типовой блок управления

Комплекс управляющих двигателей-маховиков

Астродатчик

Гироскопический измеритель вектора угловой скорости



Солнечный датчик положения

Основные задачи, решаемые бортовой системой управления КА

1. Определение ориентации в пространстве(грубое, точное, прецизионное).
2. Управление ориентацией КА в пространстве (стабилизация, переориентация, слежение) с заданной точностью.
3. Управление траекторией (орбитой) полета.
4. Взаимодействие с измерительными приборами и датчиками (ГП, АП, ДС и т.п.) и решение на борту навигационной задачи.
5. Взаимодействие с исполнительными органами КА (реактивные двигатели, маховики, гиродины, магнитные ИО) и создание управляющих сил и моментов.
6. Формирование телеметрической информации и её выдача в ТМС.
7. Прием через КРЛ от НКУ (ЦУП) командно-программной информации (КПИ) и её квитирование и отработка (ПЗ, КК, НП, МИП).
8. Ведение и раздача бортовым потребителям бортовой шкалы времени (БШВ).
9. Контроль работоспособности БСУ и смежных систем, парирование нештатных ситуаций и сбоев в аппаратуре.
10. Взаимодействие с бортовыми смежными системами(КРЛ, ТМС, АСН, СОСБ, СЭС, СОТР, ПЭ, привода раскрытия СБ и антенн, ЦА и т.д.)

Этапы разработки систем управления летательных аппаратов

1. Аванпроект (технические предложения).

2. Эскизный проект.

3. Технический проект.

4. Рабочий проект.

5. Изготовление и наземные испытания первого летного образца.

6. Летно-конструкторские испытания.

РЕГЛАМЕНТИРУЮЩИЕ ДОКУМЕНТЫ

- положение РК – 11 – КТ
- государственные стандарты (ГОСТ)
- общетехнические требования (ОТТ)
- отраслевые стандарты (ОСТ)
- нормативно-технические документы (НТД)
- стандарты предприятия (СТП)

Состав основных работ в части СУ(БКУ)

- согласование ТЗ и ИД на проектирование
- разработка ТЗ или ПРП на изделия к\а
- разработка протоколов электрического и информационного взаимодействия
- разработка схем деления аппаратуры и ПО
- разработка схемотехники аппаратуры
- разработка КД на аппаратуру СУ(БКУ),АРМ-ы, стенды,БКС ит.д.,разработка методик и ЭД
- разработка алгоритмов работы СУ(БКУ)
- моделирование работы СУ(БКУ) на стендах
- проектирование и отработка ПО
- проведение ПЗИ и ПСИ
- изготовление образцов аппаратуры (стендовых, для ПРИ,ресурсных испытаний,летных,ЗИП)
- проведение испытаний СУ(БКУ) в составе КА
- выдача заключения на пуск и проведение ЛКИ

Контроль работ

Внутренний контроль:

- отдел технического контроля (ОТК)
- военная приемка МО РФ
- метрологическая экспертиза
- нормоконтроль
- экологическая экспертиза

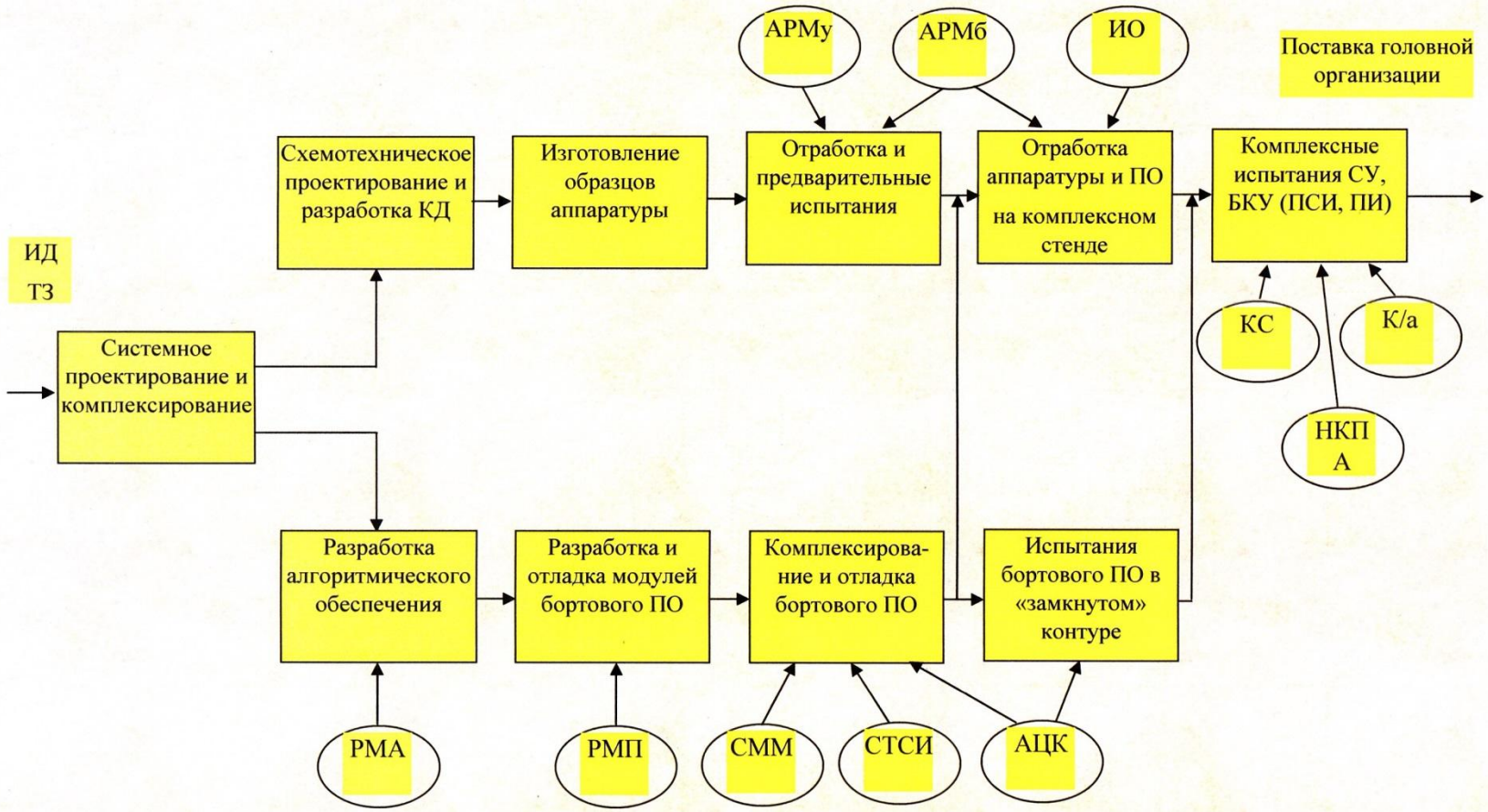
Внешний контроль:

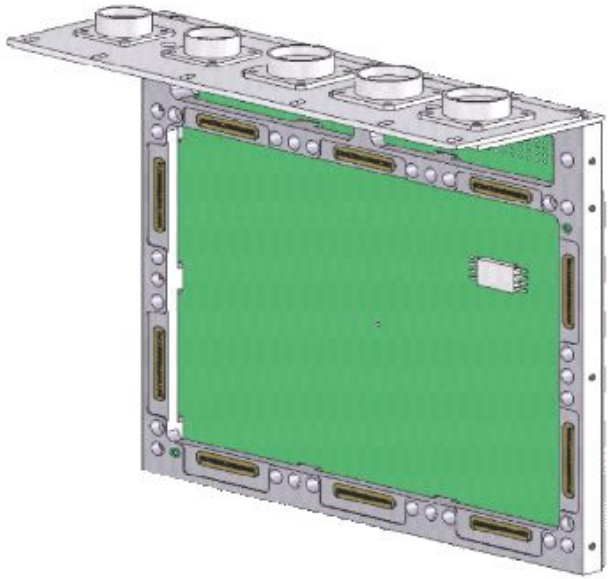
- Советы Главных Конструкторов (СГК)
- Головные НИИ (ЦНИИмаш и др)
- комиссии Роскосмоса, Росатома и МОРФ
- межведомственные комиссии (МВК)
- Государственные комиссии

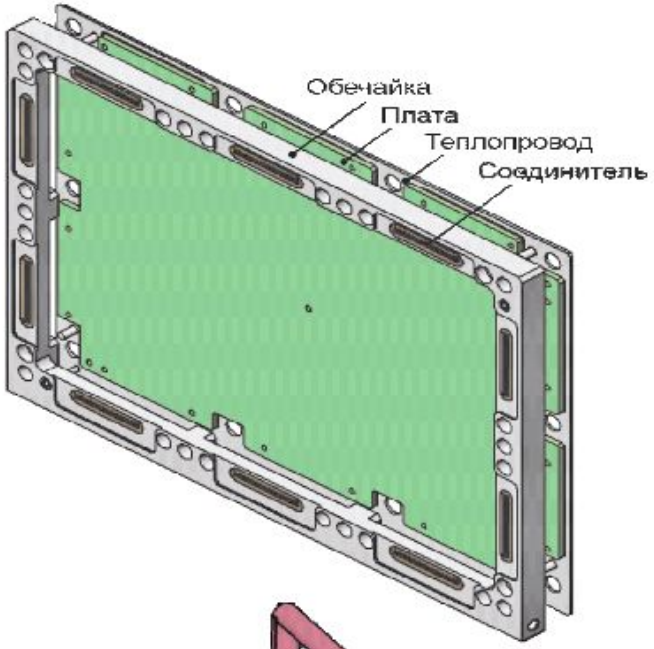
Работа с контрагентами

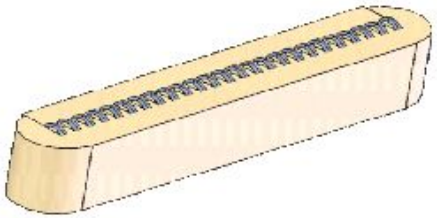
- определение кооперации
- участие к\а в разработке ЭП
- выдача кооперации ТЗ или ПРП
- заключение договора на работы к\а
- периодический аудит работ к\а
- входной контроль изделий к\а
- испытания в составе СУ(БКУ)
- испытания в составе ЛА(КА,РБ,БПЛА)
- выдача заключения к ЛКИ
- сопровождение ЛКИ
- сопровождение эксплуатации

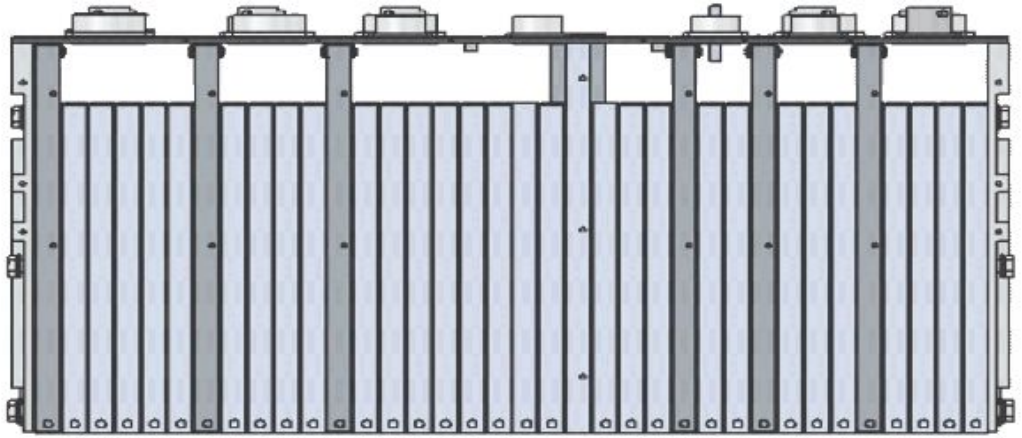
Типовая технология создания и отработки БКУ (СУ)

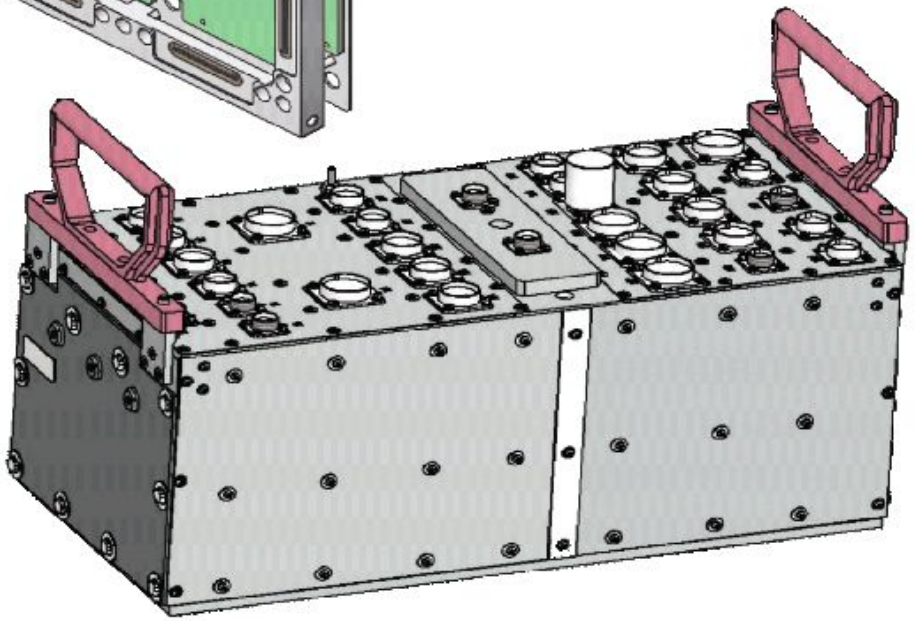




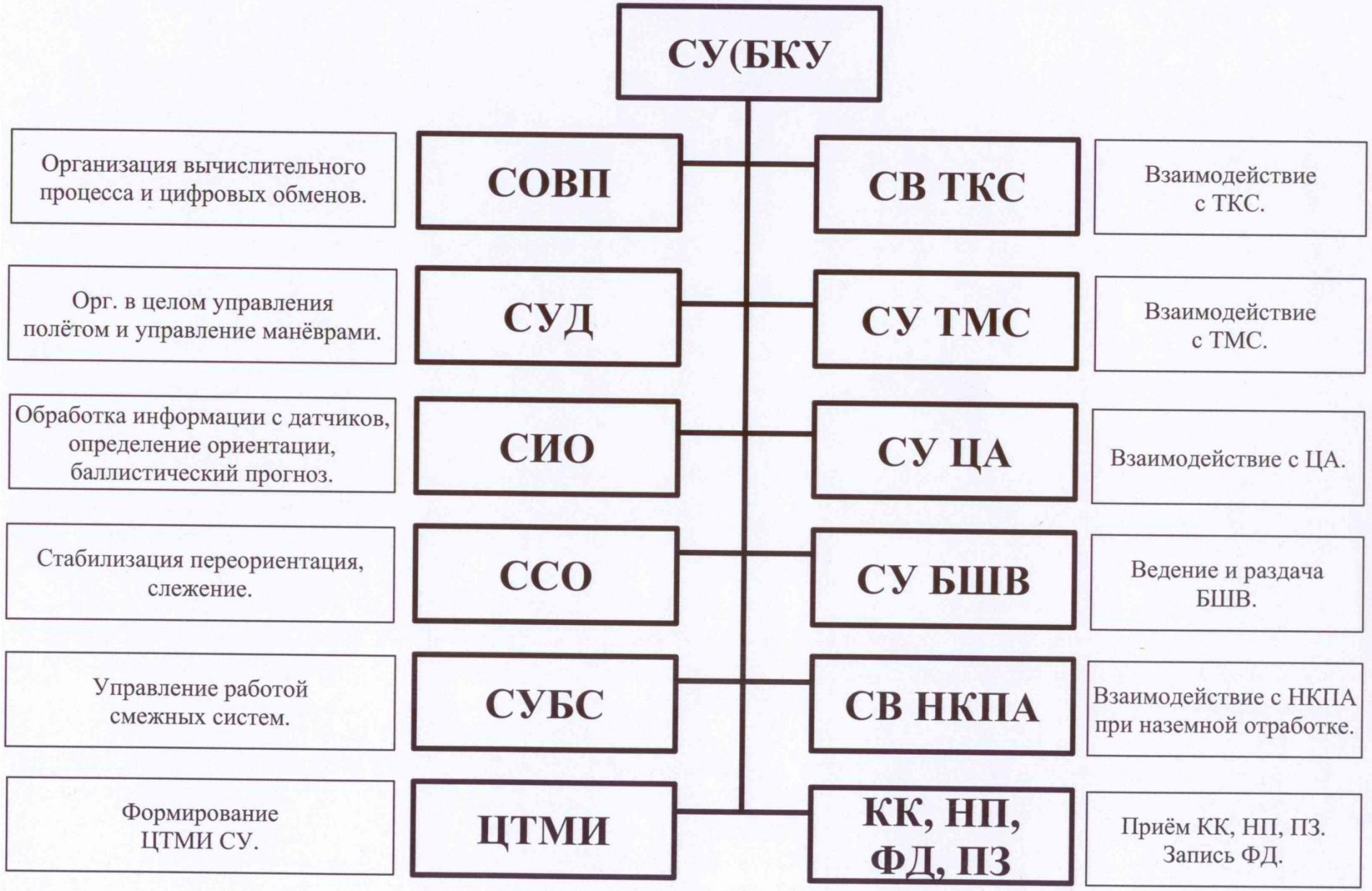

Обечайка
Плата
Теплопровод
Соединитель







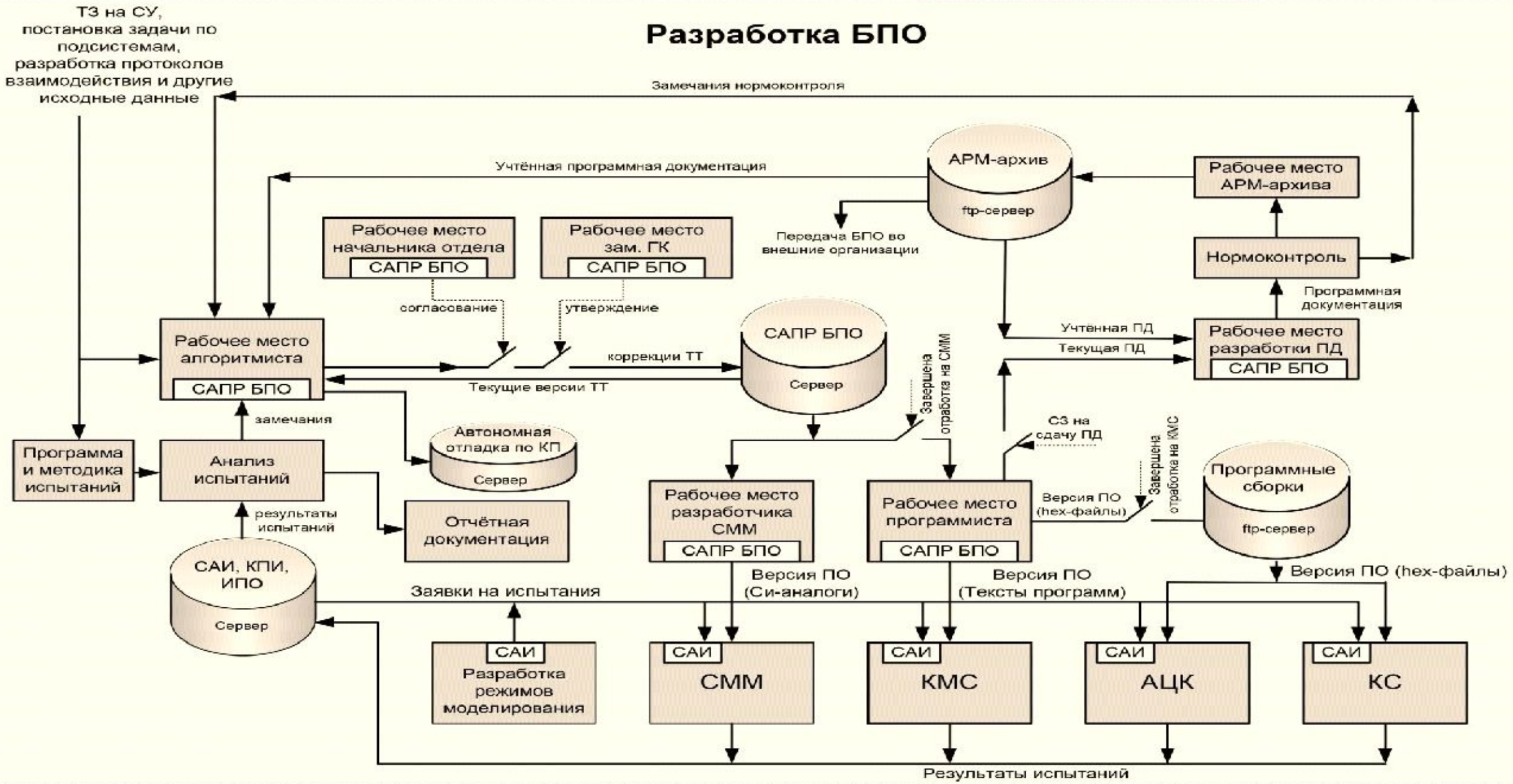
Подсистемы СУ(БКУ) КА.



Виды наземных испытаний

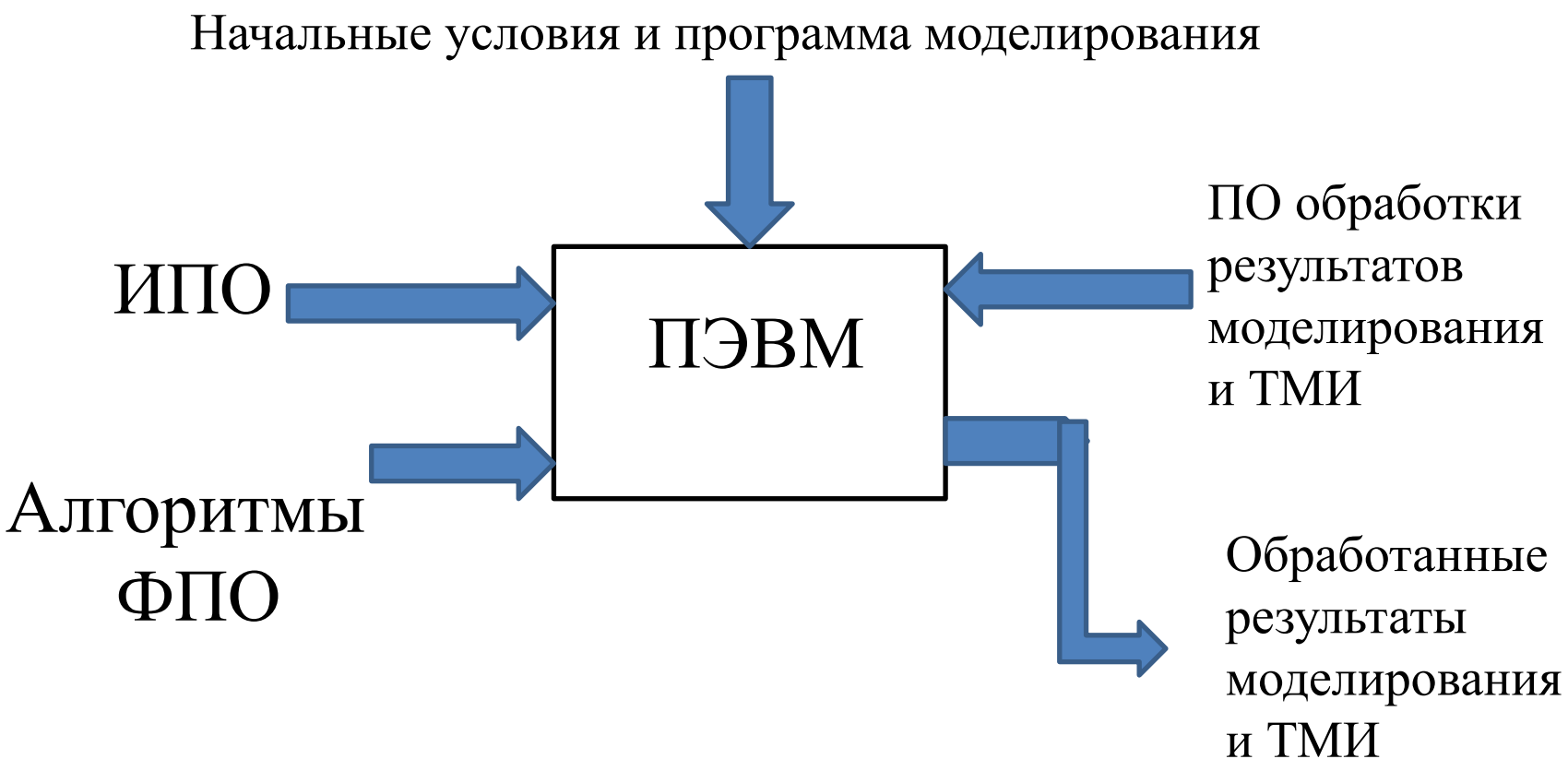
1. На воздействие механических факторов.
2. На воздействие термических факторов.
3. На воздействие климатических факторов.
4. Радиационные воздействия.
5. Электромагнитная совместимость.
6. Электростатические разряды.
7. Электрические.
8. Транспортные.
9. Химические.
10. Биологические.

Разработка БПО



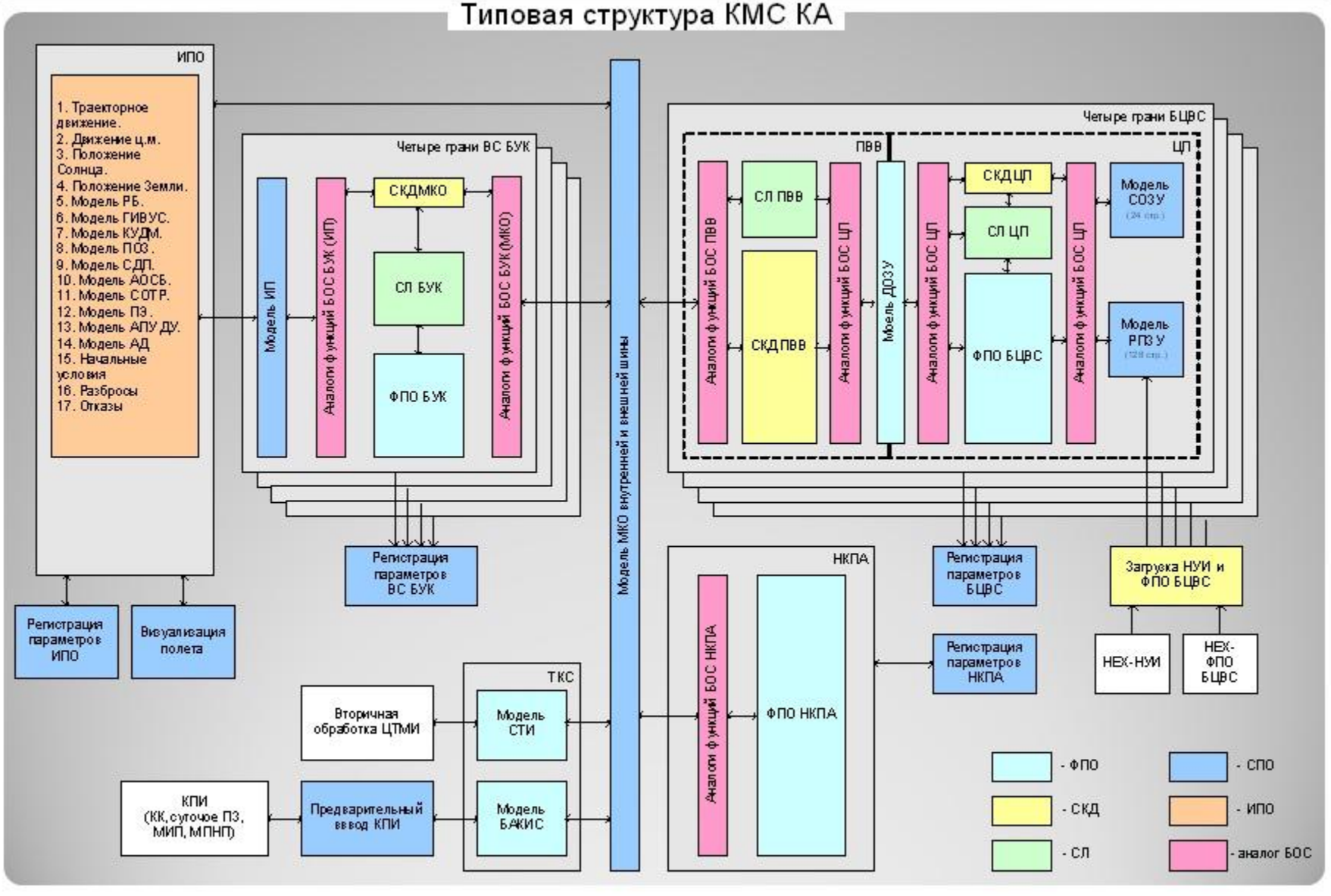
Рабочие места и стенды для отладки, отработки и испытаний алгоритмов и ПО СУ (БКУ)

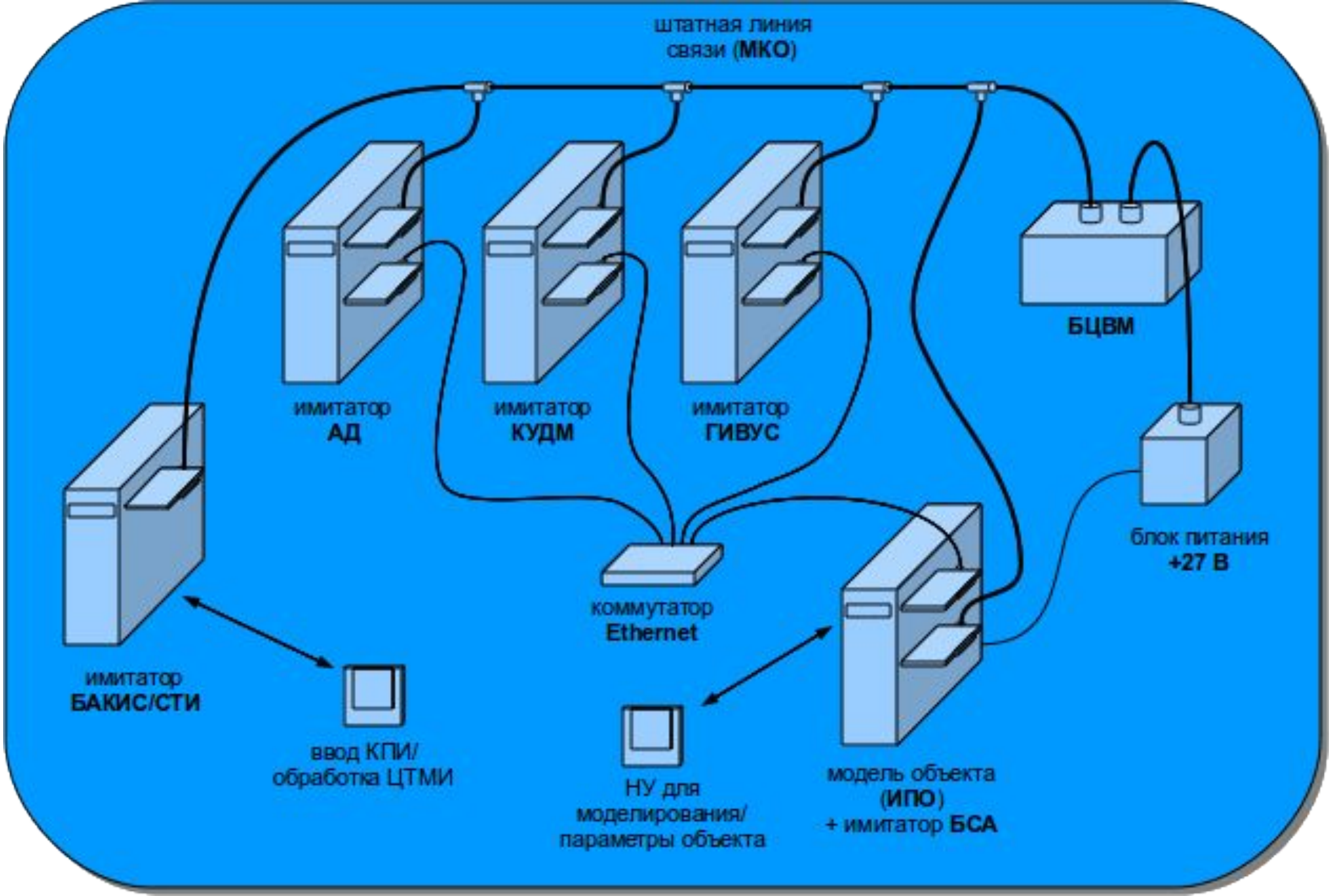
Название стенда	Назначение стенда
Рабочие места алгоритмистов (РМА)	Отладка алгоритмов подсистем СУ (БКУ): СИО, СУД, ССО, СУБС, СВ БАКИС, СУ СТИ, СУ ЦА и т.д.
Рабочие места программистов (РМП)	Разработка и отладка программных модулей бортового ПО
Стенд математического моделирования (СММ)	Комплексирование алгоритмического обеспечения СУ и отладка его в замкнутом контуре. Проведение точностных исследований.
Комплексный моделирующий стенд (КМС)	Комплексирование бортового ПО и отладка в замкнутом контуре с учетом эмуляции бортовых вычислителей
Автоматизированный цифровой комплекс (АЦК)	Отладка и отработка бортового ПО на реальном вычислителе в замкнутом контуре. Проведение испытаний бортового ПО по программе и методике испытаний с ОТК и ПЗ с выпуском отчета-заключения о готовности ПО к ЛКИ.
Комплексный стенд (КС)	Отладка и отработка СУ (БКУ) и его бортового ПО с реальной аппаратурой во взаимодействии со смежными системами или их имитаторами. Проведение испытаний СУ (БКУ) и бортового ПО по ТУ с ОТК и ПЗ с выпуском отчета-заключения о готовности ЛКИ.

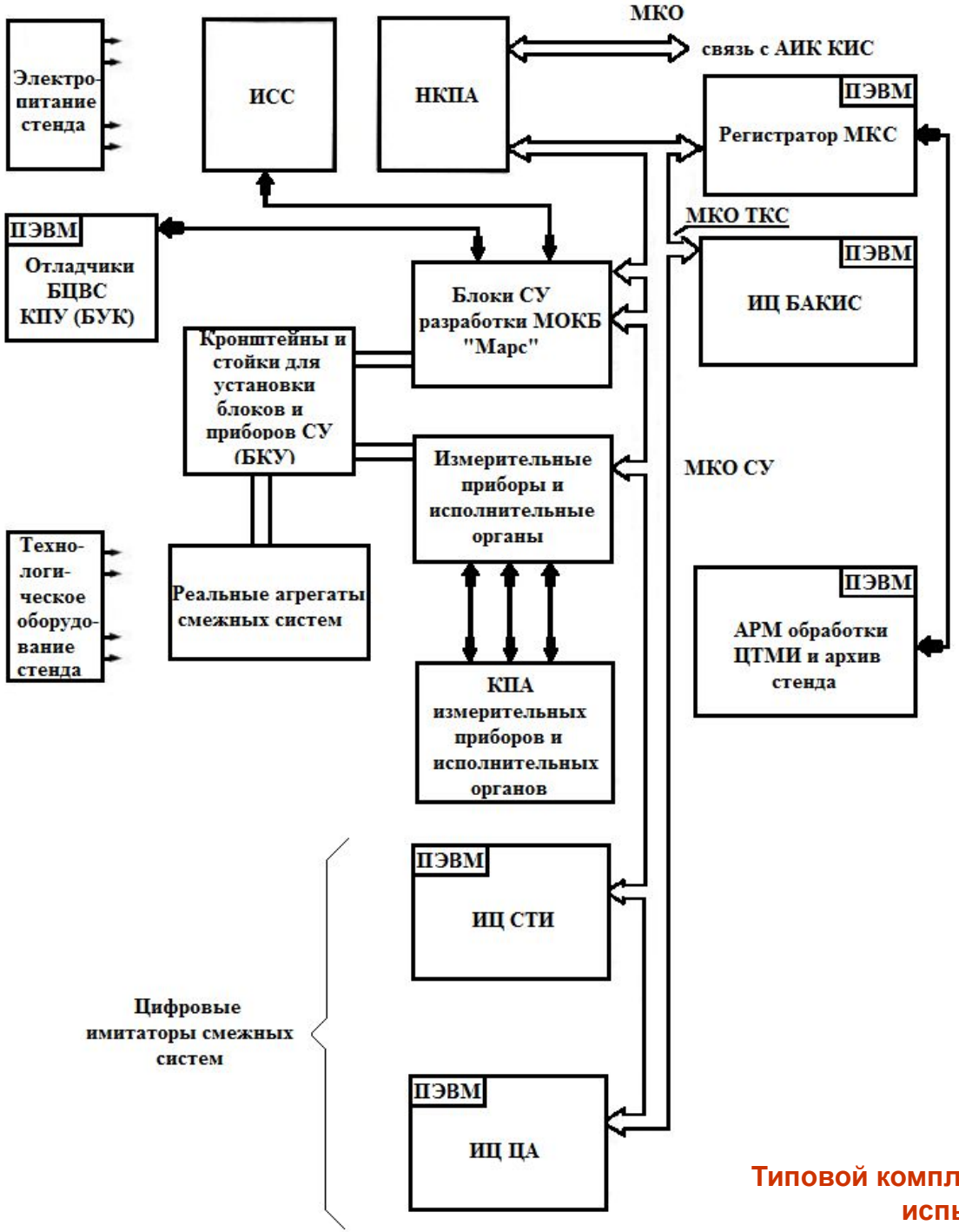


СММ – стенд математического моделирования

Типовая структура КМС КА

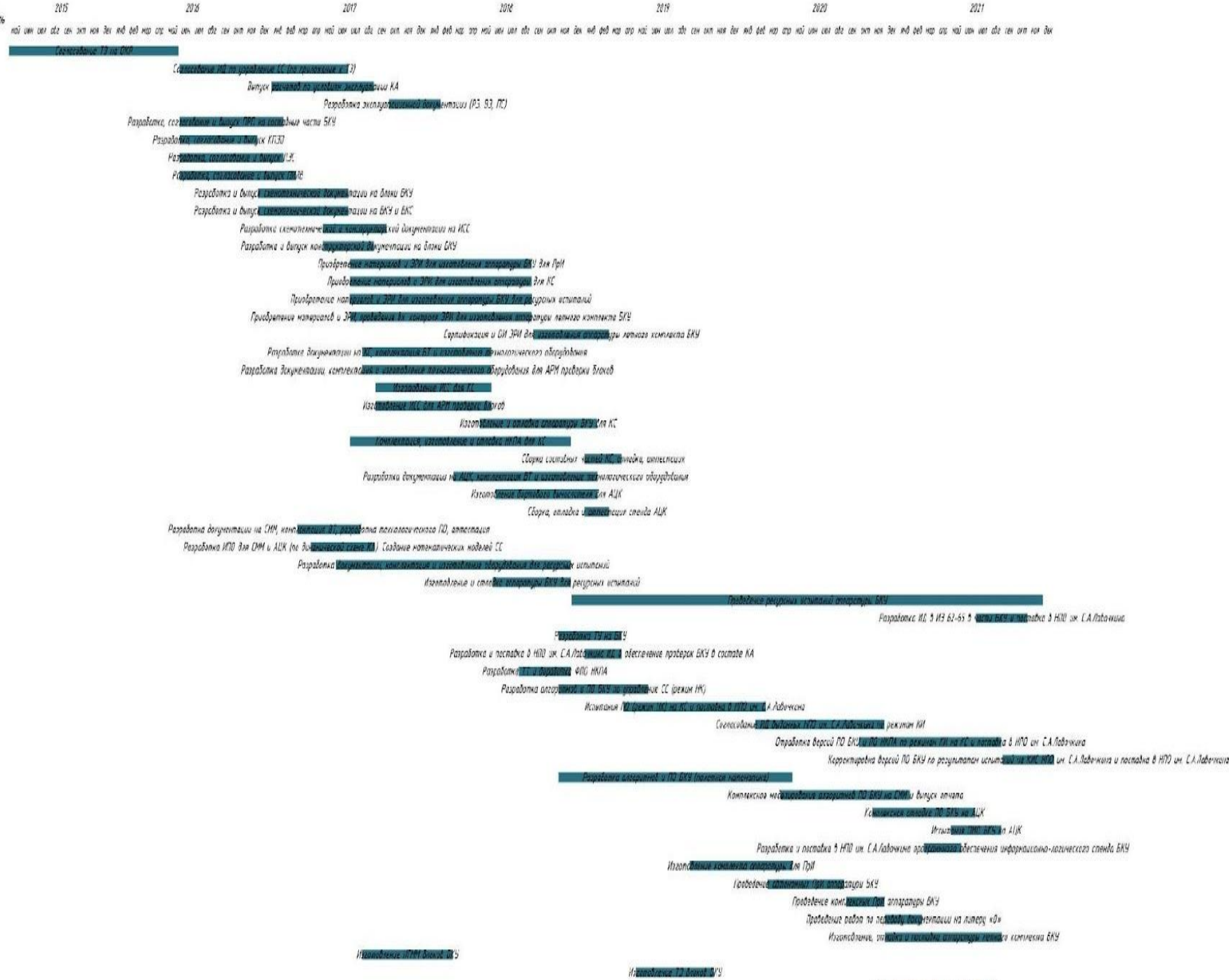



штатная линия
связи (МКО)
имитатор
АД
имитатор
КУДМ
имитатор
ГИВУС
БЦВМ
блок питания
+27 В
коммутатор
Ethernet
имитатор
БАКИС/СТИ
ввод КПИ/
обработка ЦТМИ
НУ для
моделирования/
параметры объекта
модель объекта
(ИПО)
+ имитатор БСА



Типовой комплексный стенд отработки и испытаний СУ(БКУ)

Наименование этапа	Начало	Окончание	Длительность
1 Согласование ТЗ на ОКР	01.05.2015	30.05.2016	56,4н
2 Согласование ИД по управлению СС (по приложению к ТЗ)	01.06.2016	30.06.2017	56,6н
3 Выпуск расчетов по условиям эксплуатации КА	02.01.2017	28.08.2017	34,4н
4 Разработка эксплуатационной документации (РЭ, ВЭ, ПС)	02.10.2017	31.03.2018	17,6н
5 Разработка, согласование и выпуск ТРП на составные части БКУ	01.06.2016	30.01.2017	34,8н
6 Разработка, согласование и выпуск КТСЭО	01.06.2016	30.11.2016	26,2н
7 Разработка, согласование и выпуск ПЭС	01.06.2016	30.01.2017	34,8н
8 Разработка, согласование и выпуск ТМЛВ	01.06.2016	28.02.2017	39н
9 Разработка и выпуск схемотехнической документации на блоки БКУ	01.12.2016	30.06.2017	30,4н
10 Разработка и выпуск схемотехнической документации на БКУ и БКС	01.12.2016	30.06.2017	30,4н
11 Разработка схемотехнической и конструкторской документации на ИСС	01.05.2017	27.09.2017	21,6н
12 Разработка и выпуск конструкторской документации на блоки БКУ	01.05.2017	29.08.2017	17,4н
13 Приобретение материалов и ЭРИ для изготовления аппаратуры БКУ для ПрИ	03.07.2017	31.08.2018	61н
14 Приобретение материалов и ЭРИ для изготовления аппаратуры для КС	03.07.2017	31.08.2018	61н
15 Приобретение материалов и ЭРИ для изготовления аппаратуры БКУ для ресурсных испытаний	03.07.2017	31.08.2018	61н
16 Приобретение материалов и ЭРИ, проведение вх. контроля ЭРИ для изготовления аппаратуры летного комплекта БКУ	03.07.2017	31.08.2018	61н
17 Сертификация и ОИ ЭРИ для изготовления аппаратуры летного комплекта БКУ	03.06.2018	28.02.2019	25,6н
18 Разработка документации на КС, комплектация БТ и изготовление технологического оборудования	01.06.2017	30.05.2018	42,4н
19 Разработка документации, комплектация и изготовление технологического оборудования для АРМ проверки блоков	01.06.2017	30.05.2018	42,4н
20 Изготовление ИСС для КС	01.09.2017	30.05.2018	38,8н
21 Изготовление ИСС для АРМ проверки блоков	01.09.2017	30.05.2018	38,8н
22 Изготовление и отладка аппаратуры БКУ для КС	01.05.2018	30.01.2019	35,4н
23 Комплектация, изготовление и отладка НКПА для КС	03.07.2017	30.11.2018	74н
24 Сборка составных частей КС, отладка, интеграция	01.01.2019	29.03.2019	12,6н
25 Разработка документации на АЦК, комплектация БТ и изготовление технологического оборудования	02.03.2018	31.01.2019	48н
26 Изготовление бортового вычислителя для АЦК	07.06.2018	31.01.2019	34,2н
27 Сборка, отладка и аттестация стенда АЦК	01.01.2019	28.02.2019	8,6н
28 Разработка документации на СММ, комплектация БТ, разработка технологического ПО, аттестация	02.03.2017	28.07.2017	21,4н
29 Разработка ИПО для СММ и АЦК (по динамической схеме КА). Создание математических моделей СС	03.04.2017	30.08.2017	21,6н
30 Разработка документации, комплектация и изготовление оборудования для ресурсных испытаний	01.06.2017	30.11.2018	78,4н
31 Изготовление и отладка аппаратуры БКУ для ресурсных испытаний	01.06.2018	30.11.2018	26,2н
32 Проведение ресурсных испытаний аппаратуры БКУ	03.12.2018	03.12.2021	157н
33 Разработка ИД в ИЭ 62-65 в части БКУ и поставка в НПО им. С.А.Лавочкина	01.07.2021	29.10.2021	17,4н
34 Разработка ТУ на БКУ	01.11.2018	29.03.2019	21,4н
35 Разработка и поставка в НПО им. С.А.Лавочкина ИД в обеспечение проверок БКУ в составе КА	01.01.2019	29.03.2019	12,8н
36 Разработка ТТ и доработка ФПС НКПА	01.08.2018	30.11.2018	17,6н
37 Разработка алгоритмов и ПО БКУ по управлению СС (режим НК)	01.11.2019	30.05.2019	30,2н
38 Испытания ПО (режим НК) на КС и поставка в НПО им. С.А.Лавочкина	01.04.2019	30.02.2020	40н
39 Согласование ИД выданных НПО им. С.А.Лавочкина по режиму КИ	03.02.2020	30.11.2020	42,2н
40 Отработка версий ПО БКУ и ПО НКПА по режимам КИ на КС и поставка в НПО им. С.А.Лавочкина	01.10.2020	30.08.2021	47,6н
41 Корректировка версий ПО БКУ по результатам испытаний на КИС НПО им. С.А.Лавочкина и поставка в НПО им. С.А.Лавочкина	01.09.2021	30.12.2021	17,4н
42 Разработка алгоритмов и ПО БКУ (полетная математика)	01.11.2019	30.04.2020	78,2н
43 Комплексное моделирование алгоритмов ПО БКУ на СММ и выпуск отчета	01.04.2020	29.01.2021	43,6н
44 Комплексная отладка ПО БКУ на АЦК	02.11.2020	30.06.2021	34,6н
45 Испытания ПМО БКУ на АЦК	03.05.2021	30.08.2021	17,2н
46 Разработка и поставка в НПО им. С.А.Лавочкина программного обеспечения информационно-логического стенда БКУ	01.03.2021	28.05.2021	13н
47 Изготовление комплекта аппаратуры для ПрИ	02.05.2019	30.04.2020	34,8н
48 Проведение автономных ПрИ аппаратуры БКУ	02.03.2020	26.08.2020	26н
49 Проведение комплексных ПрИ аппаратуры БКУ	02.09.2020	30.11.2020	12,8н
50 Проведение работ по переводу документации на листер «О»	01.12.2020	26.02.2021	12,8н
51 Изготовление, отладка и поставка аппаратуры летного комплекта БКУ	01.12.2020	31.08.2021	39,2н
52 Изготовление НГПМ блоков БКУ	01.06.2017	28.02.2019	30,4н
53 Изготовление ТЭ блоков БКУ	01.05.2019	30.10.2019	26,2н
54 Изготовление и поставка УТР для БКС	01.12.2020	30.07.2021	34,8н



Задания для 1-го семинара:

«Разработка сквозного плана создания БКУ КА»

Разработать сквозной план-график создания БКУ КА. В пояснительной записке обосновать состав работ, выбор сроков реализации этапов работ, построить диаграмму Ганта, определить критический путь.

Вариант	Задание
1	Создание абсолютно нового БКУ КА
2	Модернизация БКУ КА с заменой астродатчиков
3	Модернизация БКУ КА с разработкой и внедрением нового блока БУК на базе импортозамещения.
4	Модернизация БКУ КА с введением взаимодействия с новой аппаратурой спутниковой навигационной системой (как смежная система)
5	Модернизация БКУ КА в связи с заменой реактивных двигателей стабилизации.
6	Модернизация БКУ КА в связи с разработкой и внедрением нового БВУ на базе импортозамещения.
7	Модернизация БКУ КА с заменой комплекса двигателей маховиков (КУДМ).
8	Модернизация БКУ КА в связи с внедрением новой аппаратуры СОТР.
9	Модернизация БКУ КА в связи с внедрением АСН в состав БКУ
10	Модернизация БКУ КА с введением взаимодействия со спутниковой навигационной системой (как смежная система)

11	Модернизация БКУ КА в связи с заменой реактивных корректирующих двигателей.
12	Модернизация БКУ КА в связи с заменой солнечных датчиков положения (СДП-1) на солнечные датчики с выходом на цифровой интерфейс.
13	Модернизация БКУ КА с заменой гироприбора на прибор с выходом на цифровой интерфейс.
14	Модернизация БКУ КА с разработкой и внедрением новой целевой аппаратуры КА.
15	Модернизируется БКУ КА с введением взаимодействия с новой аппаратурой телеметрической станции (ТМС как смежная система).
16	Модернизация БКУ КА в связи с заменой аппаратуры и логики работы СОСБ.
17	Модернизация БКУ КА в связи с разработкой и внедрением на борт КА нового БАКИС.
18	Тиражирование БКУ КА без доработок для следующего номера КА.
19	Модернизация БКУ КА в связи с увеличением количества радиокоманд управления от БАКИС, доступных БКУ.