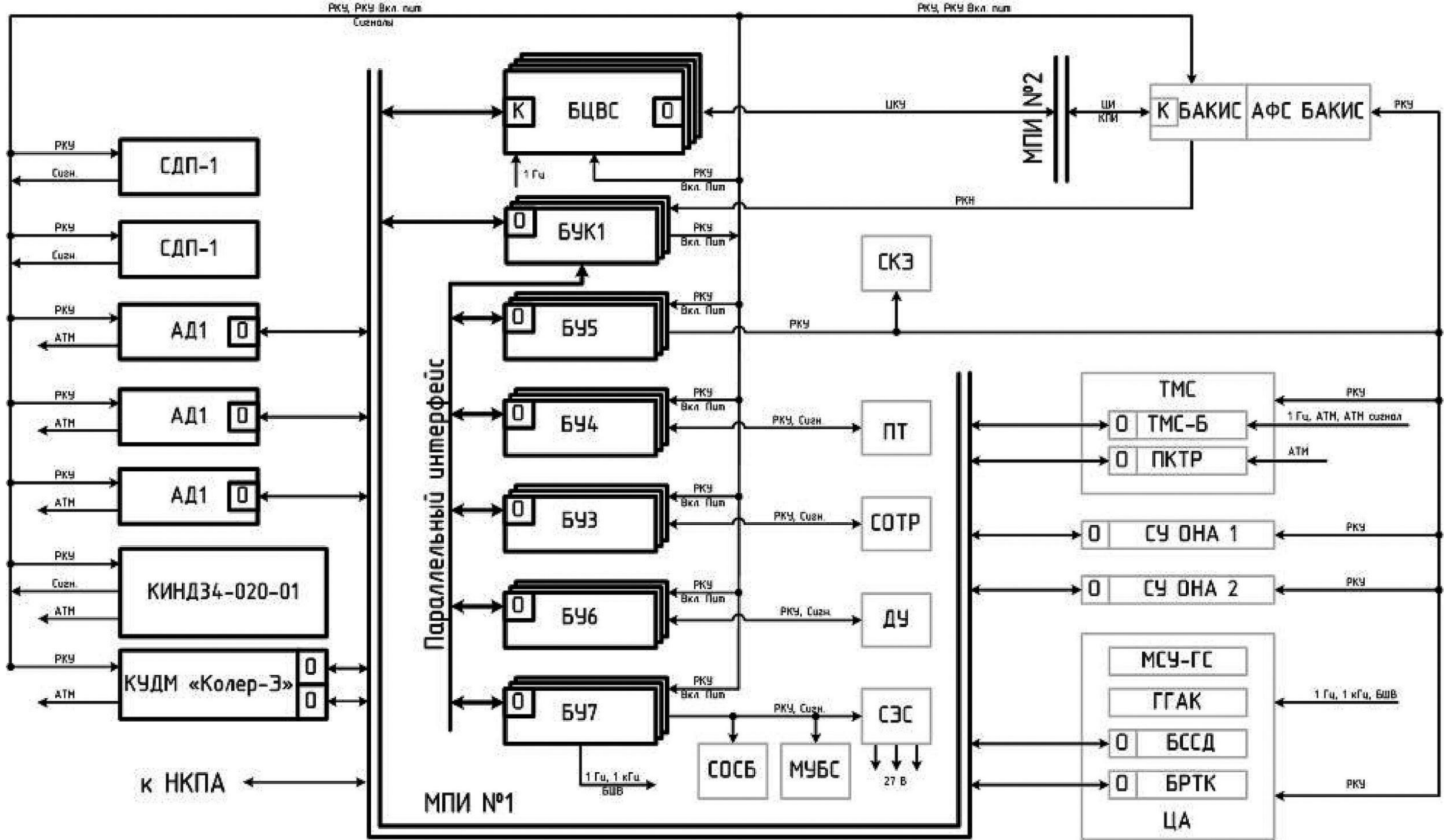


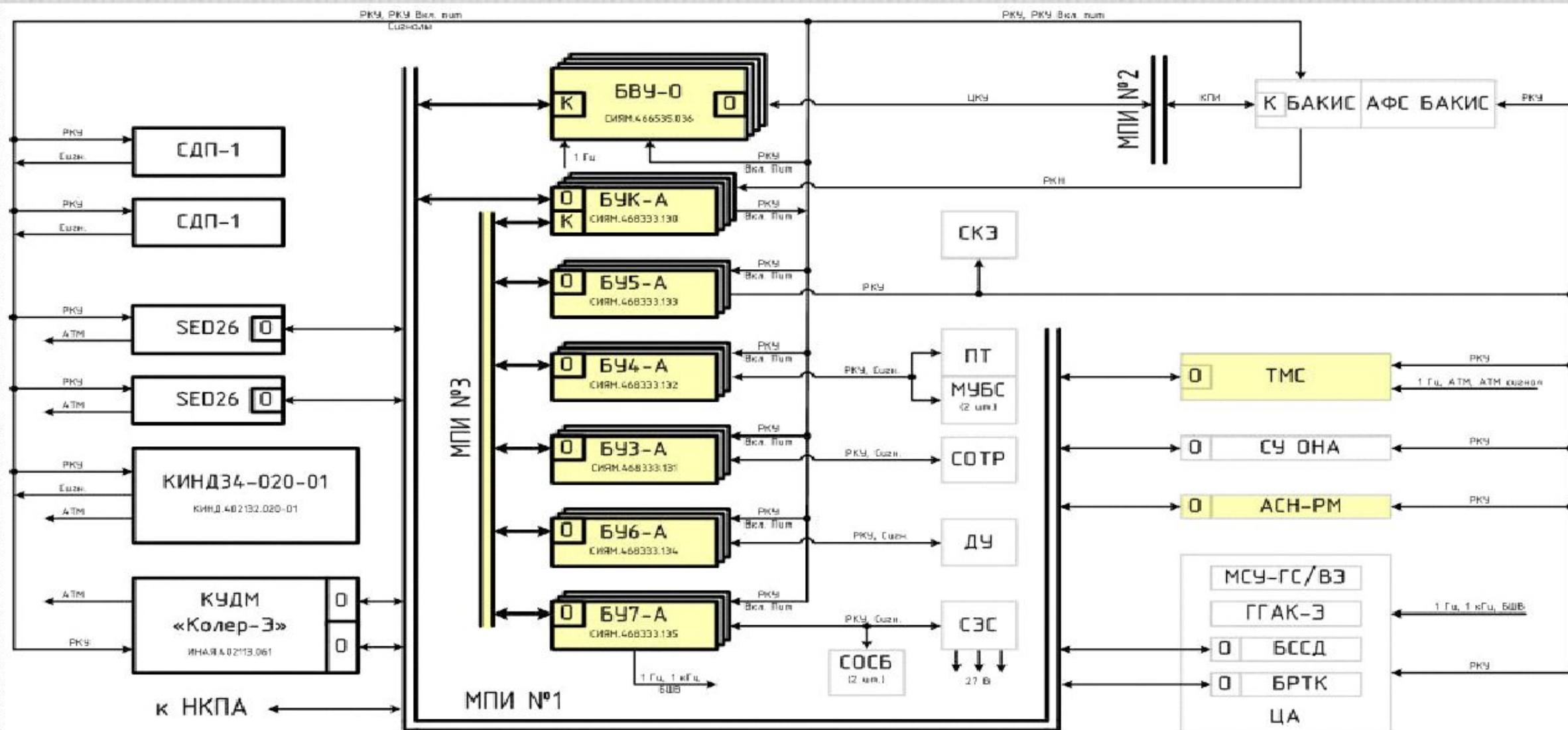
ПКУ БЛА практические занятия

Семинар 1

Разработка плана работ по созданию СУ (БКУ)

КА







Бортовая цифровая
вычислительная система



Типовой блок управления



Комплекс управляющих
двигателей-маховиков



Астродатчик



Гирскопический 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

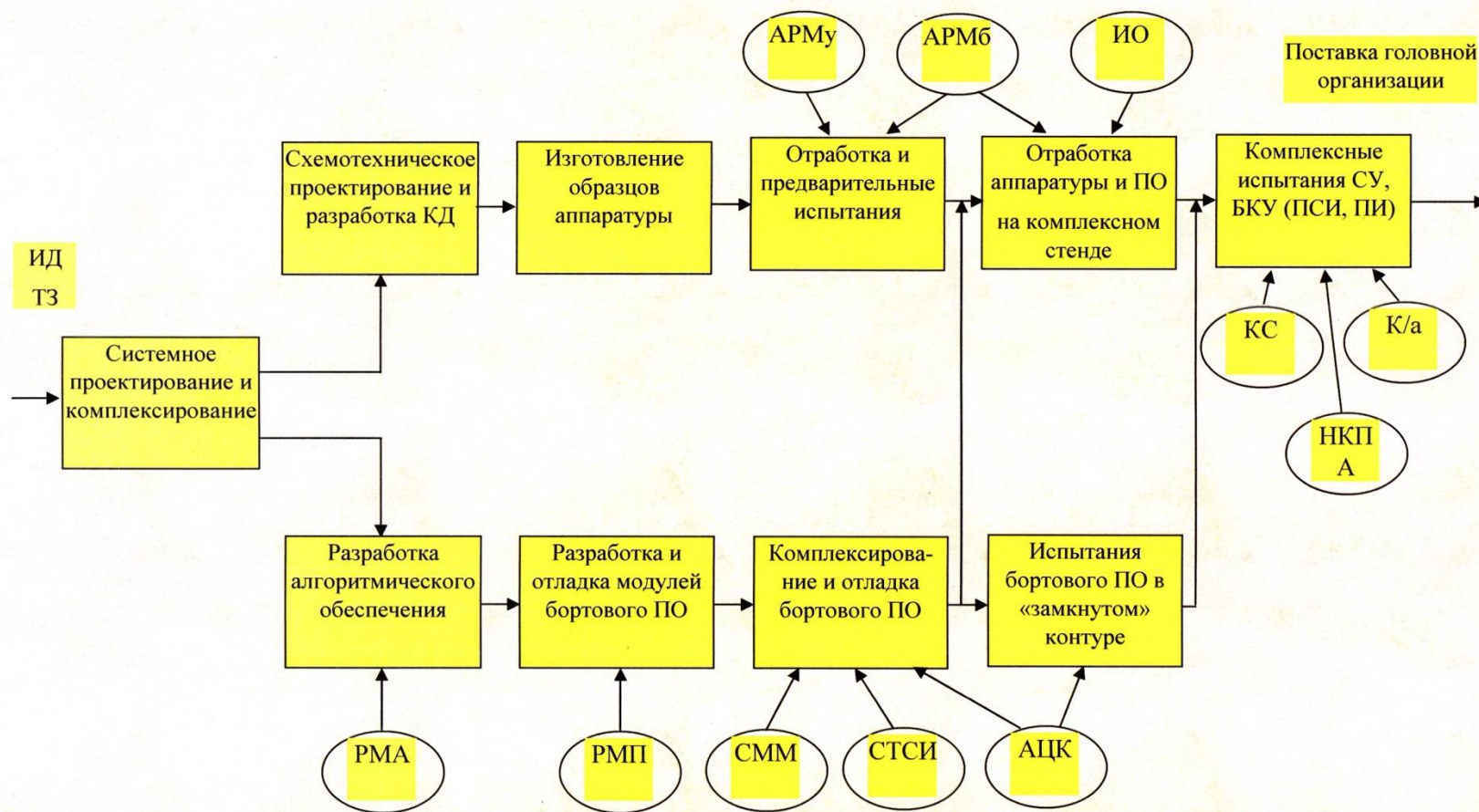
Внешний контроль:

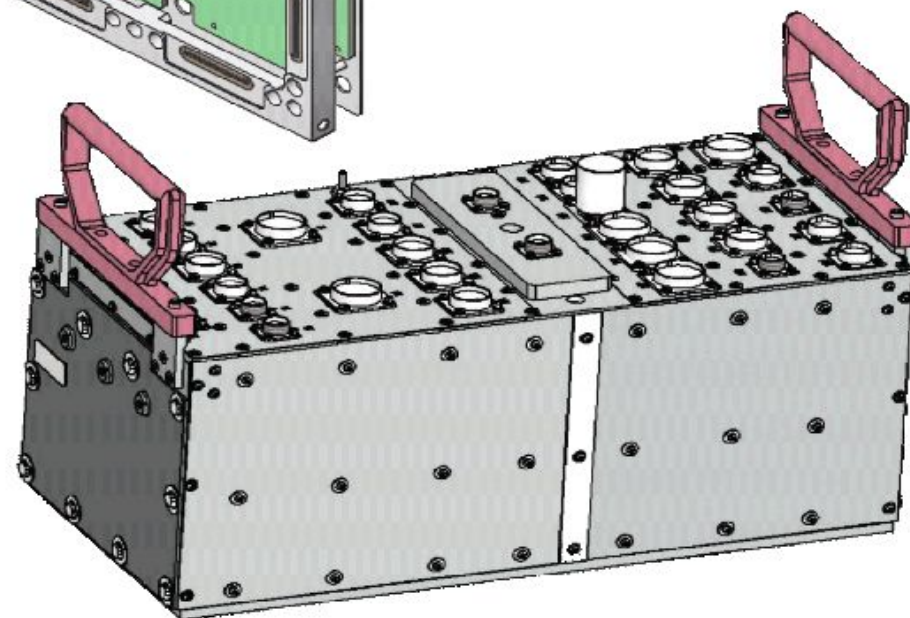
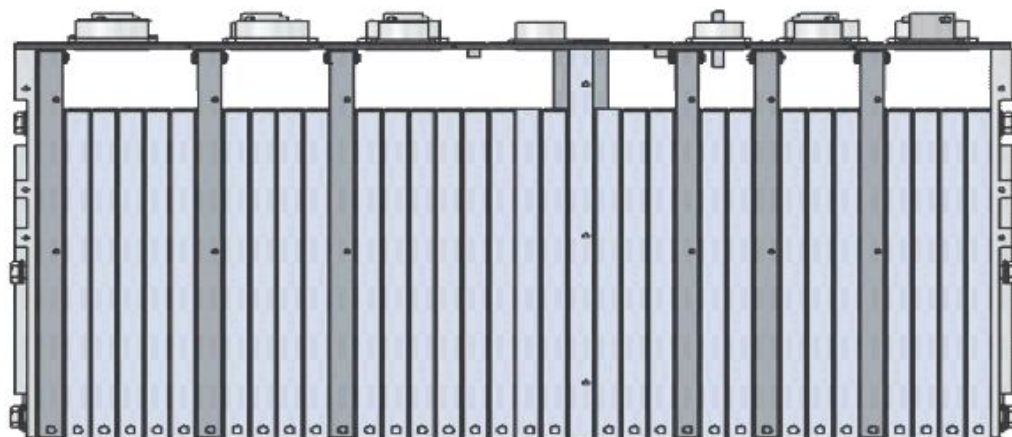
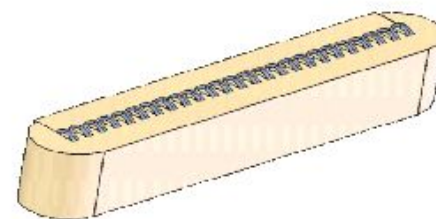
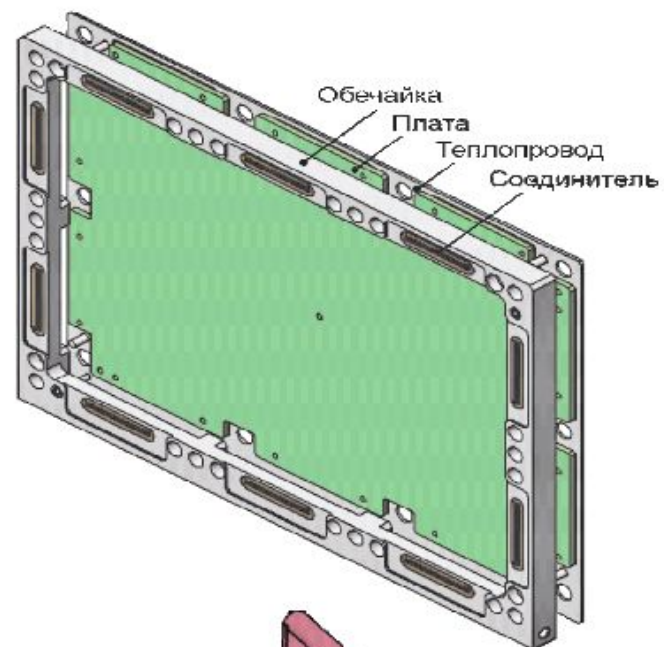
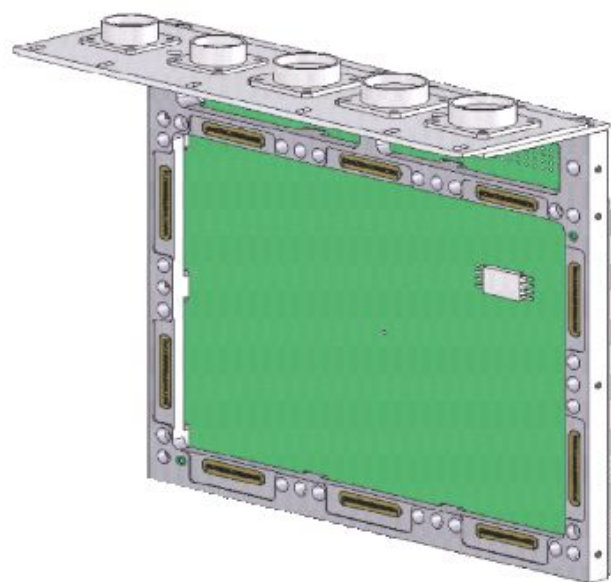
- Советы Главных Конструкторов (СГК)
- Головные НИИ (ЦНИИмаш и др)
- комиссии Роскосмоса, Росатома и МОРФ
- межведомственные комиссии (МВК)
- Государственные комиссии

Работа с контрагентами

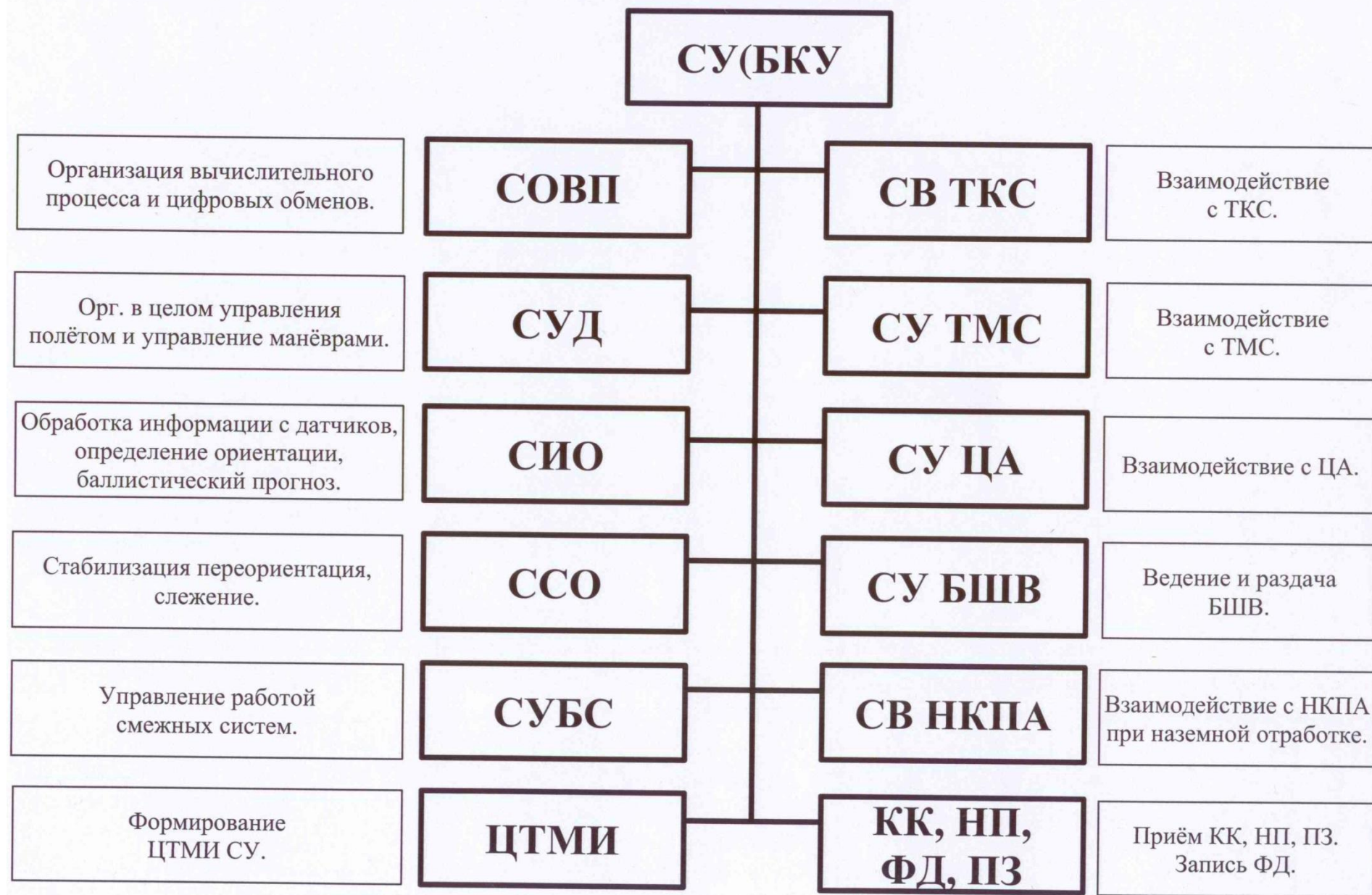
- определение кооперации
- участие к\а в разработке ЭП
- выдача кооперации ТЗ или ПРП
- заключение договора на работы к\а
- периодический аудит работ к\а
- входной контроль изделий к\а
- испытания в составе СУ(БКУ)
- испытания в составе ЛА(КА,РБ,БПЛА)
- выдача заключения к ЛКИ
- сопровождение ЛКИ
- сопровождение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

Типовая технология создания и отработки БКУ (СУ)





Подсистемы СУ(БКУ) КА.

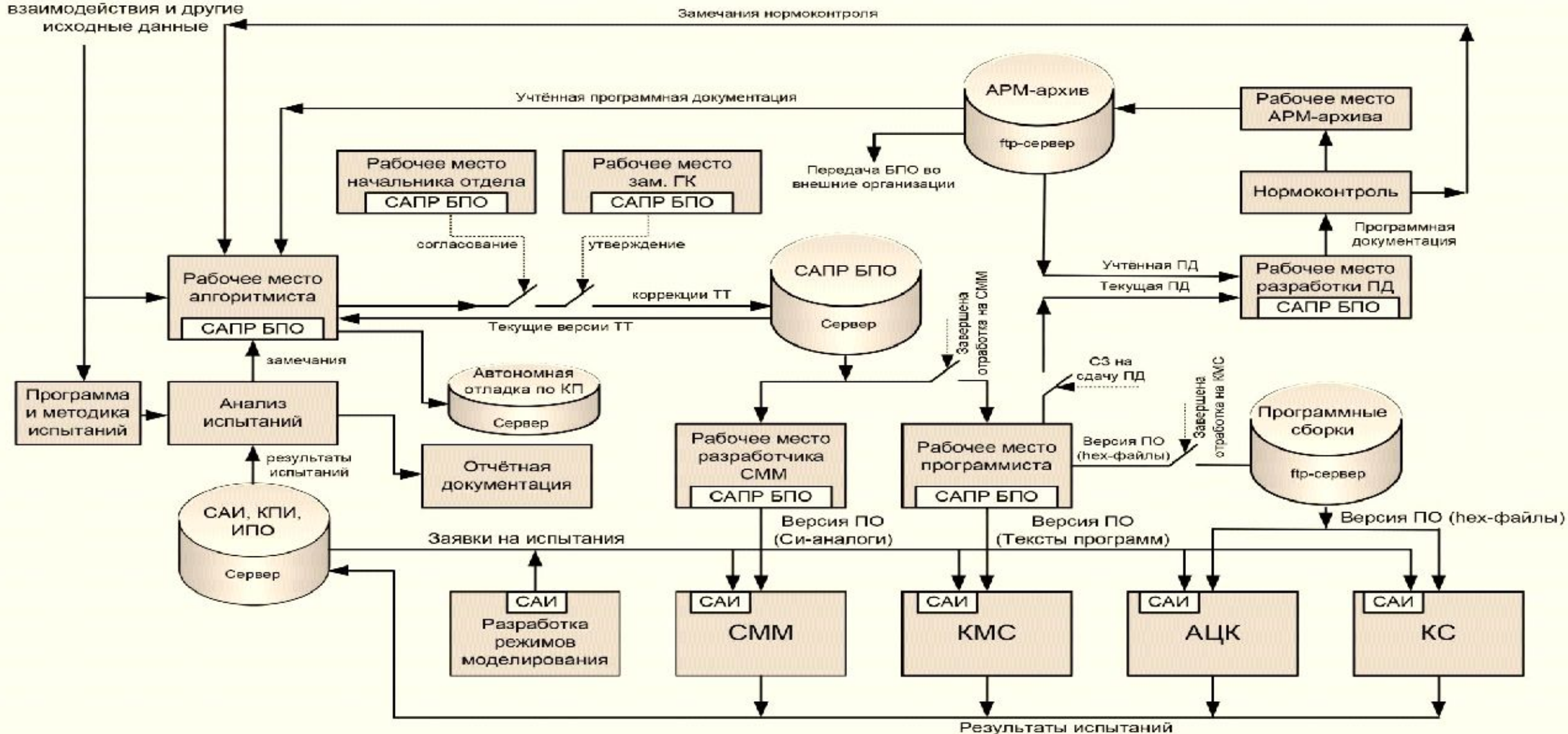


Виды наземных испытаний

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.

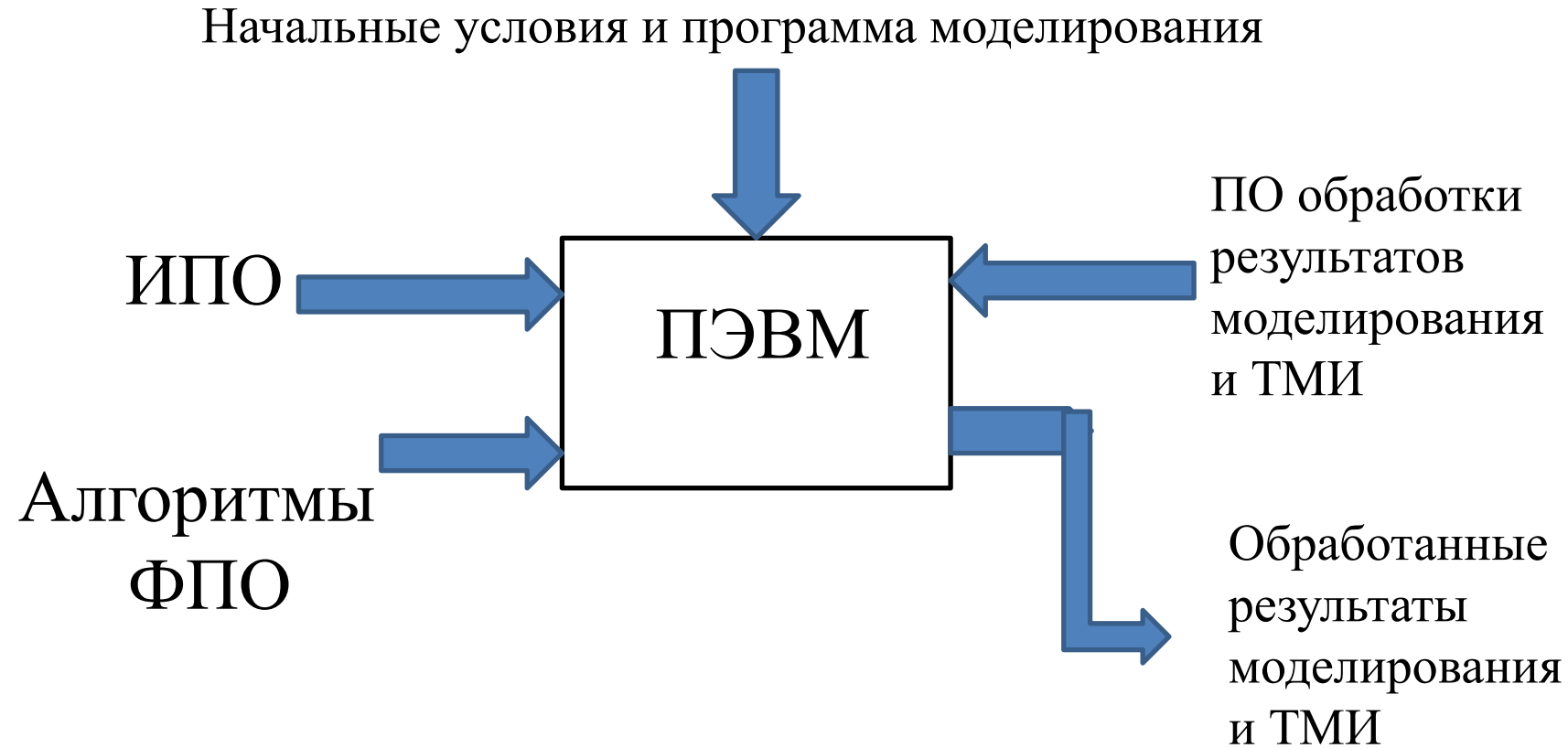
ТЗ на СУ,
постановка задачи по
подсистемам,
разработка протоколов
взаимодействия и другие
исходные данные

Разработка БПО



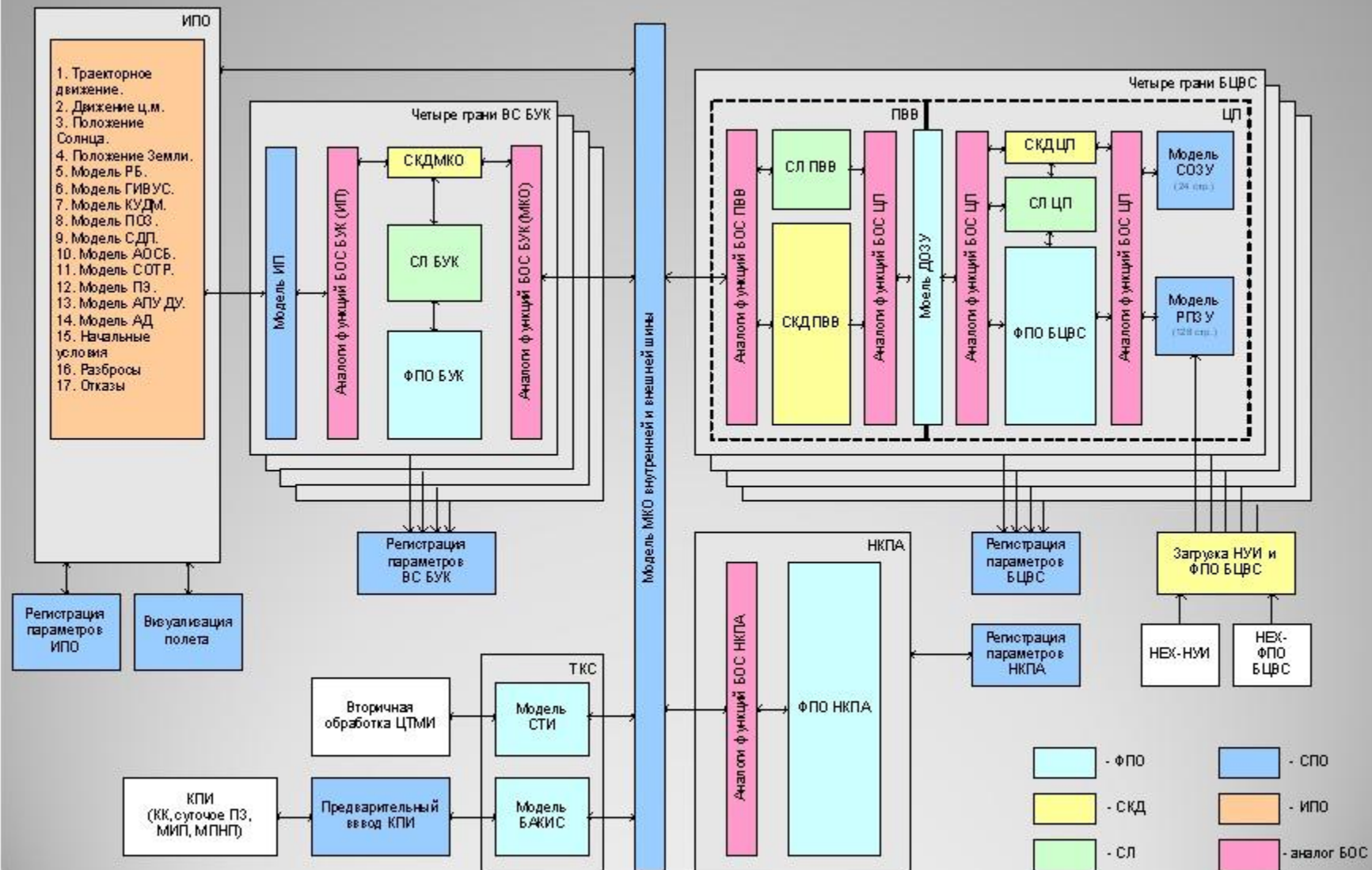
Рабочие места и стенды для отладки, отработки и испытаний алгоритмов и ПО СУ (БКУ)

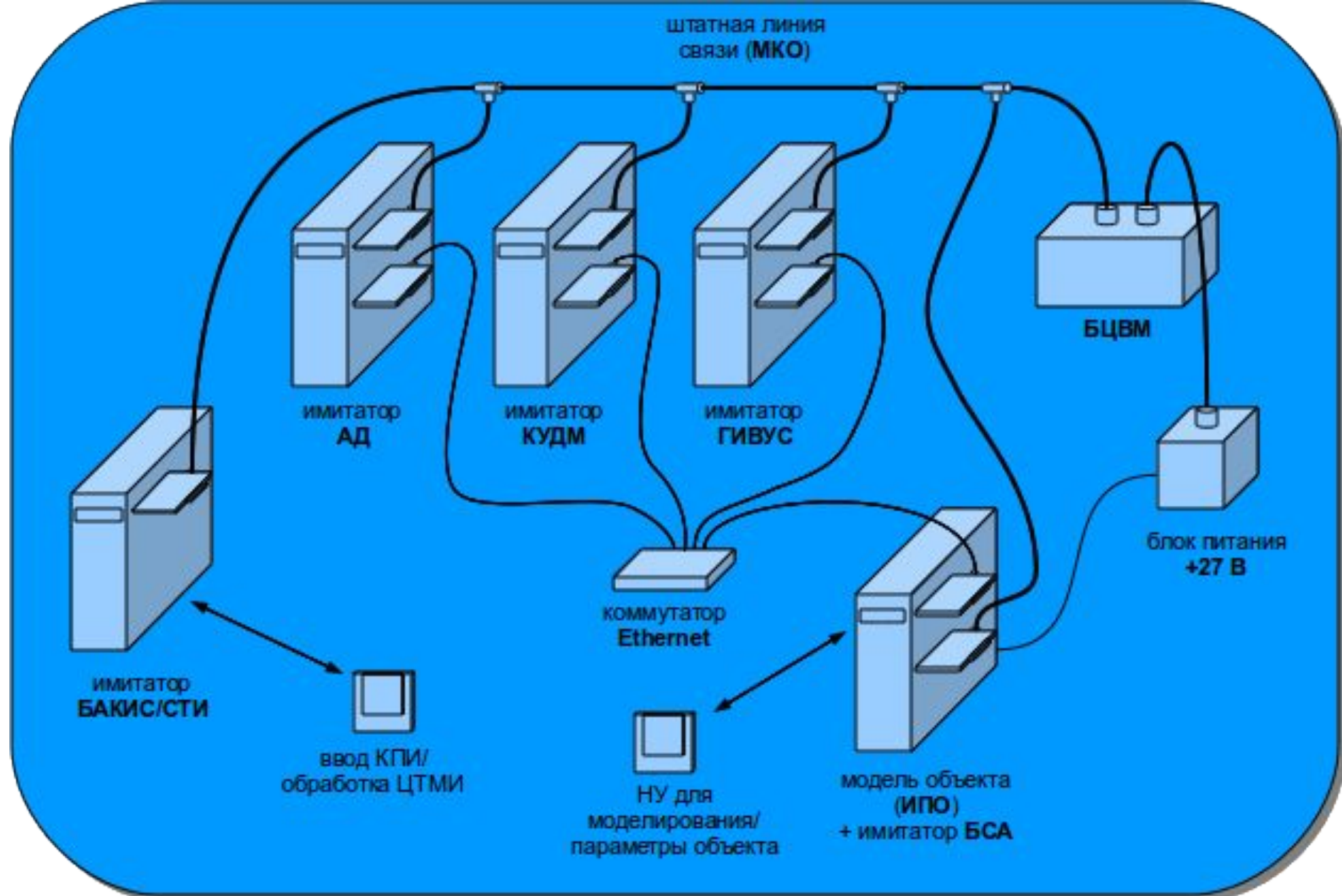
Название стенда	Назначение стенда
Рабочие места алгоритмистов (РМА)	Отладка алгоритмов подсистем СУ (БКУ): СИО, СУД, ССО, СУБС, СВ БАКИС, СУ СТИ, СУ ЦА и т.д.
Рабочие места программистов (РМП)	Разработка и отладка программных модулей бортового ПО
Стенд математического моделирования (СММ)	Комплексирование 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.

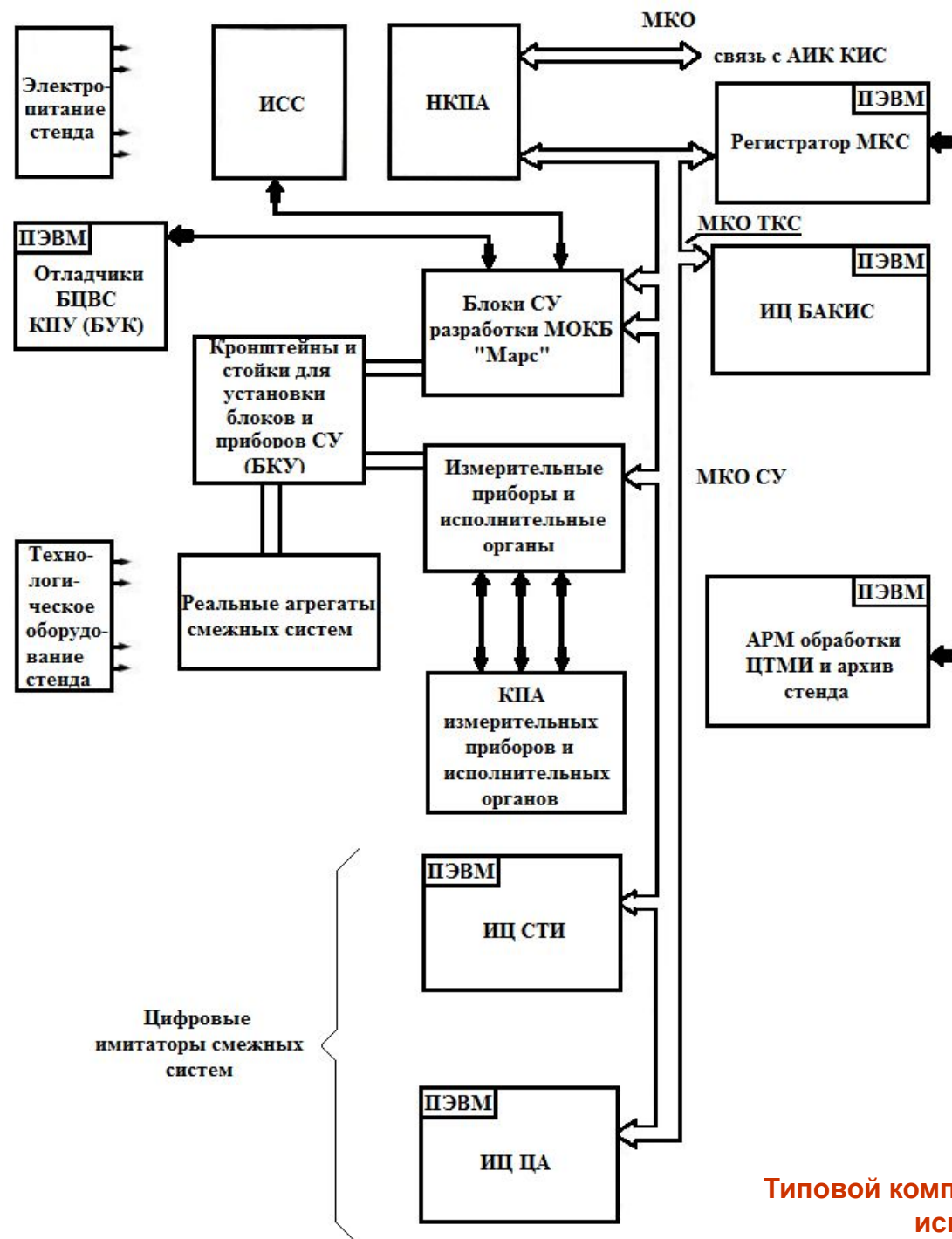


СММ — стенд математического моделирования

Типовая структура КМС КА







20
Типовой комплексный стенд отработки и испытаний СУ(БКУ)

Наименование этапа	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1 Согласование ТЗ на ОНР	01.05.2015	30.05.2015	50,4ч	Согласование ТЗ на ОНР			
2 Согласование ИД по управлению СС (по приложениям к ТЗ)	01.06.2016	30.06.2017	50,6ч	Согласование ИД по управлению СС (по приложениям к ТЗ)			
3 Вывук расчетов по условиям эксплуатации КА	02.01.2017	28.08.2017	34,4ч	Вывук расчетов по условиям эксплуатации КА			
4 Разработка эксплуатационной документации (РЭ, РЗ, ПК)	02.10.2017	31.01.2018	17,6ч	Разработка эксплуатационной документации (РЭ, РЗ, ПК)			
5 Разработка, согласование и выпуск ПРП на согласованные части БКУ	01.06.2016	30.01.2017	34,8ч	Разработка, согласование и выпуск ПРП на согласованные части БКУ			
6 Разработка, согласование и выпуск КИ/ЗУ	01.06.2016	30.11.2016	20,2ч	Разработка, согласование и выпуск КИ/ЗУ			
7 Разработка, согласование и выпуск ПЗЛ	01.06.2016	30.01.2017	34,8ч	Разработка, согласование и выпуск ПЗЛ			
8 Разработка, согласование и выпуск ПМ/В	01.06.2016	28.02.2017	39ч	Разработка, согласование и выпуск ПМ/В			
9 Разработка и выпуск схемотехнической документации на блок БКУ	01.12.2016	30.06.2017	30,4ч	Разработка и выпуск схемотехнической документации на блок БКУ			
10 Разработка и выпуск схемотехнической документации на БКУ и БАС	01.12.2016	30.06.2017	30,4ч	Разработка и выпуск схемотехнической документации на БКУ и БАС			
11 Разработка схемотехнической и конструкторской документации на ИСС	01.05.2017	27.09.2017	21,6ч	Разработка схемотехнической и конструкторской документации на ИСС			
12 Разработка и выпуск конструкторской документации на блок БКУ	01.05.2017	28.06.2017	17,4ч	Разработка и выпуск конструкторской документации на блок БКУ			
13 Приобретение материалов с ЭРИ для изготовления аппаратуры БКУ для При	03.07.2017	31.08.2018	6ч	Приобретение материалов с ЭРИ для изготовления аппаратуры БКУ для При			
14 Приобретение материалов с ЭРИ для изготовления аппаратуры для ИС	03.07.2017	31.08.2018	6ч	Приобретение материалов с ЭРИ для изготовления аппаратуры для ИС			
15 Приобретение материалов с ЭРИ для изготовления аппаратуры БКУ для ресурсных испытаний	03.07.2017	31.08.2018	6ч	Приобретение материалов с ЭРИ для изготовления аппаратуры БКУ для ресурсных испытаний			
16 Приобретение материалов с ЭРИ, проведение ЭК, контроля ЭРИ для изготовления аппаратуры летного комплекта БКУ	03.07.2017	31.08.2018	6ч	Приобретение материалов с ЭРИ, проведение ЭК, контроль ЭРИ для изготовления аппаратуры летного комплекта БКУ			
17 Сертификация и ГИ ЭРИ для изготовления аппаратуры летного комплекта БКУ	03.04.2018	28.02.2019	25,6ч	Сертификация и ГИ ЭРИ для изготовления аппаратуры летного комплекта БКУ			
18 Разработка документации на ИС, комплектацию БТ и изготовление технологического оборудования	01.06.2017	30.05.2019	42,4ч	Разработка документации на ИС, комплектацию БТ и изготовление технологического оборудования			
19 Разработка документации, комплектация и изготовление технологического оборудования для АРМ проверки блоков	01.06.2017	30.05.2019	42,4ч	Разработка документации, комплектация и изготовление технологического оборудования для АРМ проверки блоков			
20 Изготовление ИСС для ИС	01.09.2017	30.05.2019	30,8ч	Изготовление ИСС для ИС			
21 Изготовление ИСС для АРМ проверки блоков	01.09.2017	30.05.2019	30,8ч	Изготовление ИСС для АРМ проверки блоков			
22 Изготовление и отладка аппаратуры БКУ для ИС	01.05.2018	30.01.2019	35,4ч	Изготовление и отладка аппаратуры БКУ для ИС			
23 Комплектация, изготовление и отладка ИИПА для ИС	03.07.2017	30.11.2018	74ч	Комплектация, изготовление и отладка ИИПА для ИС			
24 Сборка серийных частей ИС, отладка аппаратуры	01.01.2019	28.03.2019	12,6ч	Сборка серийных частей ИС, отладка аппаратуры			
25 Разработка документации на АЦК, комплектацию БТ и изготовление технологического оборудования	02.03.2018	31.01.2019	48ч	Разработка документации на АЦК, комплектацию БТ и изготовление технологического оборудования			
26 Изготовление оборудования вычислителя для АЦК	07.06.2018	31.01.2019	34,2ч	Изготовление оборудования вычислителя для АЦК			
27 Сборка, отладка и опробование стандарта АЦК	01.01.2019	28.02.2019	8,6ч	Сборка, отладка и опробование стандарта АЦК			
28 Разработка документации на СММ, комплектацию БТ, разработка технологического ПО, опробование	02.03.2017	28.07.2017	21,4ч	Разработка документации на СММ, комплектацию БТ, разработка технологического ПО, опробование			
29 Разработка ИПО для СММ и АЦК (по динамической схеме К+). Создание математических моделей СС	03.04.2017	30.08.2017	21,6ч	Разработка ИПО для СММ и АЦК (по динамической схеме К+). Создание математических моделей СС			
30 Разработка документации, комплектация и изготовление оборудования для ресурсных испытаний	01.06.2017	30.11.2018	70,4ч	Разработка документации, комплектация и изготовление оборудования для ресурсных испытаний			
31 Изготовление и отладка аппаратуры БКУ для ресурсных испытаний	01.06.2018	30.11.2018	76,2ч	Изготовление и отладка аппаратуры БКУ для ресурсных испытаний			
32 Проведение ресурсных испытаний аппаратуры БКУ	03.12.2018	03.12.2021	157ч	Проведение ресурсных испытаний аппаратуры БКУ			
33 Разработка ИД в ИЗ 61-65 в части БКУ и поставка в НПО им. С.А.Лавочкина	01.07.2021	29.10.2021	11,4ч	Разработка ИД в ИЗ 61-65 в части БКУ и поставка в НПО им. С.А.Лавочкина			
34 Разработка ИУ на БКУ	01.11.2019	29.03.2019	21,4ч	Разработка ИУ на БКУ			
35 Разработка и поставка в НПО им. С.А.Лавочкина ИД в обеспечение проверок БКУ в составе ГА	01.01.2019	29.03.2019	12,6ч	Разработка и поставка в НПО им. С.А.Лавочкина ИД в обеспечение проверок БКУ в составе КА			
36 Разработка ТТ и отработка ФПД ИИПА	01.08.2018	30.11.2018	17,6ч	Разработка ТТ и отработка ФПД ИИПА			
37 Разработка алгоритмов и ПО БКУ по управлению СС (режим НК)	01.11.2019	30.05.2019	30,2ч	Разработка алгоритмов и ПО БКУ по управлению СС (режим НК)			
38 Испытания ПО (режим НК) на ИС и поставка в НПО им. С.А.Лавочкина	01.04.2019	28.02.2020	40ч	Испытания ПО (режим НК) на ИС и поставка в НПО им. С.А.Лавочкина			
39 Согласование ИД функцим ИПО им. С.А.Лавочкина по режимам КИ	03.02.2020	30.11.2020	42,2ч	Согласование ИД функцим ИПО им. С.А.Лавочкина по режимам КИ			
40 Отработка версий ПО БКУ и ПО ИИПА по режимам КИ на ИС и поставка в НПО им. С.А.Лавочкина	01.10.2020	30.08.2021	47,6ч	Отработка версий ПО БКУ и ПО ИИПА по режимам КИ на ИС и поставка в НПО им. С.А.Лавочкина			
41 Корректировка версий ПО БКУ по результатам испытаний на ИС НПО им. С.А.Лавочкина и поставка в НПО им. С.А.Лавочкина	01.06.2021	30.12.2021	17,4ч	Корректировка версий ПО БКУ по результатам испытаний на ИС НПО им. С.А.Лавочкина и поставка в НПО им. С.А.Лавочкина			
42 Разработка алгоритмов и ПО БКУ (полная математика)	01.11.2018	30.04.2020	78,2ч	Разработка алгоритмов и ПО БКУ (полная математика)			
43 Комплексное моделирование алгоритмов ПО БКУ на ИМ и выпуск отчета	01.06.2020	29.01.2021	63,6ч	Комплексное моделирование алгоритмов ПО БКУ на ИМ и выпуск отчета			
44 Комплексная отладка ПО БКУ на АЦК	02.11.2020	30.06.2021	34,6ч	Комплексная отладка ПО БКУ на АЦК			
45 Испытания ПО БКУ на АЦК	03.05.2021	30.08.2021	17,2ч	Испытания ПО БКУ на АЦК			
46 Разработка и поставка в НПО им. С.А.Лавочкина программного обеспечения информационно-логического стандарта БКУ	01.03.2021	28.05.2021	19ч	Разработка и поставка в НПО им. С.А.Лавочкина программного обеспечения информационно-логического стандарта БКУ			
47 Изготовление комплекта аппаратуры для При	02.09.2019	30.04.2020	34,8ч	Изготовление комплекта аппаратуры для При			
48 Проведение автономных При аппаратуры БКУ	02.03.2020	28.08.2020	26ч	Проведение автономных При аппаратуры БКУ			
49 Проведение комплексных При аппаратуры БКУ	02.09.2020	30.11.2020	12,6ч	Проведение комплексных При аппаратуры БКУ			
50 Проведение работ по переводу документации на литеру «В»	01.12.2020	28.02.2021	12,6ч	Проведение работ по переводу документации на литеру «В»			
51 Испытания, отладка и поставка аппаратуры летного комплекта БКУ	01.12.2020	31.08.2021	39,2ч	Испытания, отладка и поставка аппаратуры летного комплекта БКУ			
52 Изготовление ИГММ Блоков БКУ	01.06.2017	28.02.2019	30,4ч	Изготовление ИГММ Блоков БКУ			
53 Изготовление ТЗ Блоков БКУ	01.05.2019	30.10.2017	26,2ч	Изготовление ТЗ Блоков БКУ			
54 Изготовление и поставка УТР для БАС	01.12.2020	30.07.2021	34,8ч	Изготовление и поставка УТР для БАС			

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 гиросприбора 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.