

ЛЕКЦИЯ 2

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПРОЕКТИРОВАНИЯ В СООТВЕТСТВИИ С ДЕЙСТВУЮЩИМИ ГОСУДАРСТВЕННЫМИ СТАНДАРТАМИ

Общие вопросы организации процесса проектирования

Организация процесса проектирования определяется степенью новизны и сложностью решаемой задачи. В

зависимости от степени новизны различают:

- **частичную модернизацию** существующего прибора (системы), приводящую к некоторому улучшению одного или нескольких показателей качества за счет изменения параметров, улучшения элементной базы, частичного изменения структуры и т.п.;
- **существенную модернизацию**, приводящую к значительному улучшению основных показателей качества прибора (системы) за счет существенного изменения параметров и структурной схемы, приводящих к большим конструктивным изменениям;
- **создание нового прибора** (системы), предназначенного для решения известных или принципиально новых задач и основанного на новых принципах действия, использование которых позволяет резко улучшить основные показатели качества.

При создании новых ОЭП процессу собственно проектирования - опытно-конструкторским работам (ОКР) - обычно предшествуют научно-исследовательские работы (НИР).

Целью НИР является решение проблемных вопросов, позволяющее обосновать возможность и целесообразность дальнейшего проектирования, получить необходимую исходную информацию и тем самым предотвратить значительные затраты на проведение проектных работ в

случае, когда поставленная задача не может быть решена предлагаемыми средствами.

В рамках НИР изучается состояние разработок по поставленной или родственным задачам. С этой целью анализируются все доступные источники информации, а также опыт промышленности. На основе выдвинутых теоретических положений разрабатываются макеты узлов и прибора в целом. После их изготовления и экспериментальных исследований дается заключение о возможности создания промышленного образца прибора и формулируются рекомендации по проведению ОКР.

Последовательность разработки и изготовления промышленных изделий в настоящее время регламентируется группой государственных стандартов, входящих в Единую систему конструкторской документации (ЕСКД).

ЕСКД устанавливает единый порядок разработки, выполнения, оформления, согласования, внесения изменений, учета и хранения конструкторской документации.

В соответствии с ГОСТ 2.103—68 проектирование ОЭП можно представить в виде последовательности этапов, в процессе которых разрабатывают ТЗ, техническое предложение, эскизный и технический проекты, рабочую документацию.

Перечисленные этапы позволяют обеспечить изготовление опытного образца, который затем испытывается. По результатам испытаний в конструкцию вносятся необходимые изменения и уточнения, и после окончательных испытаний дается заключение о возможности изготовления установочной серии приборов. В зависимости от потребностей народного хозяйства в данном приборе в дальнейшем осуществляется переход к мелко-серийному, серийному или массовому производству.

Следует отметить, что в зависимости от назначения и области применения прибора (системы), необходимых сроков разработки, а также в связи с внедрением современных методов системного и автоматизированного проектирования последовательность и содержание этапов могут изменяться. Например, если на этапе технического предложения получено полное представление о схемном и конструктивном решении прибора, этап эскизного проектирования может не выполняться, и разработчик сразу переходит к техническому проектированию. Для ускорения процесса проектирования иногда могут быть совмещены технический и рабочий проекты. Однако при создании большинства современных приборов указанная последовательность проектирования выдерживается. Рассмотрим содержание и особенности этапов с учетом специфики ОЭП.

Техническое задание

Проектирование любого промышленного изделия, в том числе и ОЭП, ведется на основании технического задания (ТЗ).

ТЗ — это документ, который устанавливает назначение и область применения, технические, качественные и технико-экономические требования, а также определяет необходимые стадии разработки конструкторской документации и ее состав.

ТЗ составляется организацией-заказчиком при возможном участии организации-разработчика с привлечением других заинтересованных организаций. После утверждения и согласования ТЗ принимается к выполнению.

ТЗ на проектирование ОЭП обычно состоит из нескольких разделов.

Вводная часть ТЗ содержит основание для проведения ОКР.

1. В разделе указываются назначение и область применения изделия.

2. Технические требования, предъявляемые к изделию.

К техническим требованиям относятся:

- 2.1- диапазон и точность измерений;**
- 2.2- дальность действия;**
- 2.3 - чувствительность или разрешающая способность;**
- 2.4 - выходные параметры прибора, обеспечивающие его стыковку с другими системами (если данный ОЭП входит в состав какого-либо комплекса), либо форма представления информации об измеряемой величине (напряжение, код, вход в ЭВМ и т.п.), если прибор решает самостоятельную задачу. При этом могут предъявляться требования к крутизне и диапазону линейности выходных характеристик прибора;**
- 2.5- спектральный диапазон работы, параметры и характеристики излучения исследуемого или измеряемого объекта;**
- 2.6- конструктивные требования к схемам и узлам прибора (кинематическим, электрическим, оптическим);**
- 2.7- габаритные размеры и масса прибора или отдельных его частей;**
- 2.8- требования по видам потребляемой энергии и мощности потребления;**
- 2.9- требования к тепловыделению прибора, а при необходимости охлаждения — параметры системы охлаждения;**
- 2.10 - требования по соответствию параметров прибора или его конструктивного исполнения определенным ГОСТам, ОСТам и другим нормативным документам.**

3. Полная характеристика условий работы изделия, среди которых можно назвать:

3.1- характер помех, определяемый либо конкретным указанием их энергетических, спектральных и пространственных характеристик, либо указаниями общего порядка (например, облачное небо, звездный фон, вид ландшафта и т.п.);

3.2 - параметры или характеристики, определяющие прохождение излучения для ОЭП, работающих в полевых или других неблагоприятных условиях (например, данные о среде распространения излучения и ее параметрах, метеорологической дальности видимости, наличии задымленности и т.п.);

3.3 - характер размещения прибора и в связи с этим различные динамические факторы условий эксплуатации (вибрация, перегрузки, ударные воздействия);

3.4- динамические свойства исследуемого объекта — частота колебаний, перемещения, распределение параметров по гармоническим составляющим и др.;

3.5 - метеорологические факторы — температурный диапазон, влажность, давление, воздействие осадков, пыли, морского тумана, солнечной радиации и др.;

3.6 - требования к защите прибора от воздействия полей и излучений;

3.7 - условия хранения и транспортирования;

3.8 - диапазон возможных отклонений параметров системы энергопитания и др.

4. Требования по надежности и работоспособности, в том числе:

4.1 - гарантийный срок службы прибора при обусловленных ТЗ условиях эксплуатации;

4.2 - периодичность проверок, аттестаций и профилактического ремонта;

4.3 - режимы работы, в частности, время непрерывной работа, периодичность включения и др.;

4.4 - время готовности прибора к работе от момента включения электропитания;

4.5 - требования к надежности работы в течение определенного времени с требуемой вероятностью безотказной работы;

4.6 - требования к жесткости, надежности крепления элементов и узлов, системе амортизации;

4.7 - требования к безопасности работы с прибором.

5. В ТЗ включаются также разделы, в которых излагаются требования по охране труда, технической эстетике, технологичности, отражаются технико-экономические показатели, специальные требования, учитывающие специфику построения, применения и изготовления прибора.

В одном из заключительных разделов ТЗ отражаются этапы создания прибора и состав технической документации, разрабатываемой на каждом этапе и ОКР в целом, другие аспекты проектирования, имеющие принципиальное значение. После оформления и утверждения ТЗ приступают непосредственно к проектным работам.

Следует отметить, что в процессе выполнения ОКР техническое задание может уточняться по взаимному согласованию заинтересованных сторон в случаях, если будет доказана необоснованность каких-либо требований, показана принципиальная невозможность обеспечения некоторых свойств и т.п.

6 Техническое предложение (ГОСТ 2.118-73)

В соответствии с **ГОСТ 2.118-73** техническое предложение разрабатывают в целях выявления дополнительных или уточненных технических и эксплуатационных требований к прибору, которые не были отражены в ТЗ и для обоснования которых целесообразно выполнить

предварительную конструкторскую проработку и анализ различных вариантов решения.

Наиболее типичными видами работ, проводимых на этапе технического предложения, являются:

- научно-технический поиск в целях подбора и изучения всех доступных материалов по проектируемому изделию;
- анализ полученной информации и выявление положений, позволяющих наметить варианты решения поставленной в ТЗ задачи;
- установление возможных вариантов схемы и конструкции прибора;
- сравнительная оценка выявленных вариантов по различным показателям, определенным ТЗ;
- проверка вариантов на патентную чистоту и конкурентоспособность, оформление заявок на изобретение;
- проверка соответствия возможных вариантов требованиям стандартизации, унификации, техники безопасности, эргономики и др.;
- предварительная оценка технологичности конструкции прибора.

В процессе выполнения указанных работ могут быть проведены различные расчеты, а также экспериментальные исследования с использованием математических моделей и макетов. Для изготовления макетов должна быть разработана конструкторская документация.

Результатом работ на данном этапе должны быть ТЗ, сформулированное с учетом положений, выявленных в процессе теоретических и экспериментальных исследований, а также конструкторская документация, дающая обобщенное представление о выявленных технических решениях.

На рассматриваемом этапе наряду с учетом конструктивных и эксплуатационных особенностей

существующих изделий аналогичного назначения необходимо иметь в виду тенденции и перспективы развития отечественной и зарубежной техники в данной области.

Следует уже при проведении данного этапа проектирования стремиться к выбору оптимального варианта прибора, так как это позволит избежать ненужных затрат на последующих этапах и ускорит проектирование. В случае невозможности такого выбора необходимо установить дополнительные требования к последующим этапам.

Конструкторская документация, выпускаемая на этапе технического предложения, включает обобщенные схемы ОЭП, упрощенные чертежи общего вида, габаритный чертеж, ведомость технического предложения, пояснительную записку, патентный формуляр.

Пояснительная записка в соответствии с **ГОСТ 2.106-68** в общем случае должна включать следующие разделы:

- введение (с указанием документов, на основании которых выполняется проектирование);
- назначение и область применения прибора;
- технические характеристики прибора;
- описание и обоснование выбранной конструкции;
- расчеты, подтверждающие работоспособность и надежность выбранного конструктивного решения;
- описание организации работ с применением разрабатываемого прибора;
- ожидаемые технико-экономические показатели;
- уровень оценки по показателям стандартизации, унификации, патентной чистоты и т.п.

Указанная структура пояснительной записки применима к любому этапу проектирования. При этом в зависимости от особенностей изделия и характера решаемых на том или ином этапе проектирования задач возможно объединение, исключение или введение новых разделов.

Пояснительная записка должна быть оформлена в соответствии с **ГОСТ2.105-79**. Чертежи и схемы выполняются с максимальными упрощениями, предусмотренными ЕСКД. После рассмотрения и утверждения технического предложения его материалы служат основой для проведения последующих этапов проектирования.

Проектирование устройства или прибора

Различают следующие основные уровни проектирования:

1. Функциональный уровень включает

- информационно-логический,
- системотехнический,
- схемотехнический,

2. Конструкторский уровень

- компоновка и эскизное конструирование
- техническое конструирование
- рабочее конструирование

3. Технологический уровень

- разработка техпроцессов
- технологические карты сборки, методики юстировки и контроля параметров
- изготовление опытного образца и его испытание

1. Функциональный уровень включает три уровня .

На информационно-логическом уровне определяется конкретная структура данного прибора, определяются связи функциональных устройств между собой и устанавливаются требования технических заданий на проектирование отдельных функциональных устройств, исходя из требований технического задания на прибор в целом. Техническое задание на проектирование того или иного устройства содержит требования к сигналам,

информации и командам, вырабатываемым этим устройством.

Таким образом, проектирование на этом уровне состоит из определения сначала структуры проектируемого объекта, а затем в определении оптимальных значений параметров этой структуры, т.е. составляющих ее элементов.

На системотехническом уровне — производится проектирование отдельных функциональных устройств, т.е. процесс разбивается на отдельные ветви. Каждое из функциональных устройств рассматривается здесь как структура, состоящая из взаимосвязанных функциональных блоков. Процесс проектирования заключается в определении оптимального состава и параметров блоков, например, оптической системы, приемника излучения, электронного тракта, системы отображения. Все эти отдельные блоки рассматриваются на этом уровне как преобразователи сигналов, безотносительно к их внутреннему устройству. Здесь определяются требования к преобразованию сигналов тем или иным блоком, т.е. к его передаточным и прочим характеристикам.

На схемотехническом уровне производится проектирование отдельных блоков, входящих в состав функциональных устройств, в соответствии с техническими заданиями, определенными на предыдущем уровне. Каждому блоку соответствует своя ветвь, причем, начиная с этого уровня, различные ветви имеют различную «специализацию» в соответствии с физической природой блоков, игнорируемой на предыдущем уровне.

Схемотехнический уровень является важнейшим при функциональном проектировании. В настоящее время он занимает наибольший объем работы и именно на этом уровне определяются основные параметры различных схем

прибора, в конечном итоге обеспечивающие правильную работу прибора в соответствии с техническим заданием.

Например, на этом уровне выделяется оптическая ветвь и производится расчет оптической системы прибора.

Исходными данными являются требования к оптической системе как к преобразователю сигнала, полученные на предыдущем, системотехническом, уровне проектирования. Сюда входят требования к различным характеристикам, описывающим качество изображения, например, к размерам и форме пятна рассеяния (изображения точки) или передаточным функциям оптической системы. К ним также относятся требования к светосиле оптической системы и ее увеличению. Должны быть заданы также геометрические параметры — размеры, показывающие расположение поверхностей предмета и изображения, размеры поля предмета и изображения, а также спектральный интервал длин волн. Кроме этого задаются различного рода ограничения, например, габаритные, по используемым материалам и т.п.

Целью проектирования оптической системы на этом уровне является определение как ее структуры, т.е. количества входящих в нее элементов и их типов, так и численных значений параметров этих элементов.

Большинство оптических систем являются «центрированными». С точки зрения разработчика на схемотехническом уровне такая оптическая система использует в качестве функциональных элементов оптические среды и оптические поверхности и полностью описывается такими параметрами, как радиусы кривизны поверхностей (при необходимости — коэффициенты асферики), осевые расстояния между поверхностями, показатели преломления или марки оптических материалов, из которых состоят среды, разделяющие эти поверхности, световые диаметры. Результатом проектирования является оптическая схема («оптический выпуск»), содержащая

Проектирование устройства или прибора



численные значения и допускаемые отклонения указанных параметров.

На электронной ветви схемотехнического уровня производится проектирование электронных схем блоков, преобразующих сигналы. Здесь, как и на оптической ветви, определяется структура схемы, т.е. состав и соединения ее функциональных элементов (резисторов, конденсаторов, транзисторов, интегральных схем и т.д.), а затем и значения их параметров.

На механической ветви производятся аналогичные действия по проектированию кинематической схемы какого-либо устройства прибора.

Таким образом в процессе схемотехнического проектирования разработчик определяет элементную базу будущего прибора.

Как показывает практика, очень часто проектирование новых элементов на этом уровне не требуется, и работа сводится к подбору элементов из имеющихся стандартных или покупных.

Результатом функционального уровня проектирования является функциональная схема прибора