

Курс построен на основе учебного издания:

Геннадий Борисович Шипилевский, д. т. н., профессор.

Организация опытно-конструкторских работ и управление ими.

Конспект лекций для студентов специальности 190201 «Автомобиле-
и тракторостроение» (3 редакция).

СОДЕРЖАНИЕ

ГЛОССАРИЙ КУРСА.	2
Введение.....	5
1. Цели опытно-конструкторских работ	6
2. Правила и ограничения.....	12
3. Ресурсное обеспечение	22
4. Распределение ответственности	34
5. Оценка действий и последствия ОКР	43
6. Мониторинг хода ОКР и историография.....	51
7. Патентный поиск и патентная защита.	57
8. Некоторые принципы принятия решений	62
9. Роль руководителя ОКР.....	68
Заключение	73

ГЛОССАРИЙ КУРСА.

1. Техническое задание

Техническое задание является текстовым документом, устанавливающим требования к конструкции и характеристикам изделия, подлежащего разработке. Содержание технического задания обычно сводится к типовому набору разделов, описанному выше в главе «Правила и ограничения».

Разработка технического задания обычно является первой стадией ОКР. В ряде случаев выпуск этого документа предшествует официальному началу ОКР, особенно при её выполнении на договорной основе.

Порядок составления, согласования и утверждения технического задания не имеет единой регламентации и в основном соответствует принятым сторонами-участниками ОКР общим правилам. Техническое задание обычно считается действующим до момента официального признания ОКР выполненной. За срок его действия в него могут вноситься по согласованию между заинтересованными сторонами изменения и дополнения.

Если по результатам ОКР начинается производство нового изделия, техническое задание становится основой для разработки документа «Технические условия» (см. ниже).

2. Эскизный проект

Эскизный проект является в основном чертёжной предварительной проработкой конструкции изделия. В его состав обычно входят общий вид изделия и необходимые схемы.

В ходе эскизного проектирования выполняются необходимые расчёты, которые сводятся в расчётно-пояснительную записку. Предварительно определяется состав используемых комплектующих изделий.

В необходимых случаях по результатам эскизного проектирования изготавливается макет-муляж изделия для согласования габаритов и присоединительных размеров.

Обычно эскизный проект подвергается публичному обсуждению – защите. По результатам этой процедуры принимается решение о переходе к следующим стадиям ОКР.

3. Технический проект

Отличается от эскизного более подробной проработкой конструкции изделия. Часто эти стадии даже объединяют в одну – эскизно-технический проект.

4. Рабочий проект

Содержит полный набор чертежей и текстовых документов, необходимых для изготовления изделия в опытном производстве.

5. Полный комплект конструкторской документации

Состоит из рабочего проекта с дополнительным включением ряда документов, необходимых для подготовки и ведения производства. Примеры этих документов – чертежи технологической оснастки, инструкции по сборке и регулировке, чертежи тары и инструкции по консервации и упаковке, формы сопроводительных документов.

Обязательным документом комплекта являются технические условия. Они содержат перечень характеристик изделия, гарантируемых изготовителем, и описание методов, с помощью которых производится подтверждение этих характеристик. По духу закона изготовитель несёт полную ответственность за обеспечение гарантированных характеристик изделия (если, конечно, пользователь не нарушает определённых правил, которые изготовитель обязан сообщить).

Применение изделия в условиях, соответствующих указаниям изготовителя, не требует никаких согласований с ним. Тем не менее, возможно по согласованию между потребителем и производителем составление частных технических условий, в которых требования к изделию или к правилам его использования могут быть как ужесточены, так и ослаблены (с соответствующей корректировкой цены).

6. Отчётность по испытаниям образцов изделия

Как правило, относится к внутренним, конфиденциальным документам организации. Состоит из актов, протоколов и отчётов (в зависимости от объёма и сложности испытаний). Типовым содержанием каждого документа является краткое или развёрнутое описание объекта испытаний, указание цели испытаний, описание методов и условий проведения испытаний, изложение результатов испытаний и выводы в соответствии с целью испытаний. Часто такие документы заканчиваются рекомендациями по устранению недостатков, выявленных в результате испытаний.

Формат отчётных документов может быть регламентирован внутренними правилами.

Особым видом является отчётность по результатам сертификационных испытаний. Перечень изделий, подлежащих таким испытаниям, устанавливается в законодательном порядке. Для проведения таких испытаний привлекаются только специально уполномоченные организации, имеющие так наз. аккредитацию. В результате успешного прохождения таких испытаний изделие получает сертификат соответствия, подтверждающий, что оно по своим характеристикам, которые регламентируются в законодательном порядке (к таким относится всё, что связано с безопасностью и здоровьем людей, с влиянием на окружающую среду и т.д.), соответствует требованиям нормативных документов.

7. Сведения о патентной чистоте изделия

Как правило, оформляются для внутреннего пользования в виде отчёта о результатах патентного исследования. При этом обязательны ответы на два вопроса: не попадает ли разработанное изделие по своим признакам под

формулу какого-нибудь патента с продолжающимся сроком действия, и содержит ли разработанное изделие признаки, которые могли бы стать формулой нового патента.

Недостаточное внимание к этим вопросам может дорого обойтись разработчику. Попадание под действующий патент, особенно находящийся во владении конкурента, может принести большие убытки в результате судебного процесса. Пренебрежение к защите собственных решений, давшихся дорогой ценой проведенной ОКР, позволит любому желающему с гораздо меньшими затратами воспроизвести такие же решения в собственном производстве.

Введение

Опытно-конструкторские работы (в дальнейшем – ОКР) представляют собой деятельность проектного характера, в результате которой появляется новый научно-технический продукт в виде комплекта текстовых и чертежных документов, характеризующих новый объект. Это основная, но не единственная цель таких ОКР.

По существу, ОКР представляют собой особый вид инвестиционной активности, при которой основные затраты производятся, как правило, внутри предприятия (фирмы), где существуют специализированные подразделения – конструкторско-исследовательские центры, бюро, лаборатории и т.п. При этом масштабы этих инвестиций у ведущих фирм могут достигать нескольких процентов ежегодного объёма продаж.

Понятно, что рациональное использование таких немалых средств для достижения требуемых результатов имеет для руководителей фирмы и её специализированных подразделений особое значение. Обычно такие подразделения имеют установленный годовой бюджет и в его рамках должны обеспечивать непрерывное обновление производимых изделий в соответствии с меняющимися требованиями рынка, стремясь при этом не только сохранить завоеванную в конкурентной борьбе позицию, но и укрепить ее. Однако не исключается, что каждая новая ОКР организуется как отдельный проект со своим бюджетом, и сумма таких бюджетов и является бюджетом подразделения в целом. Это заставляет конструкторскую организацию находиться в непрерывном поиске задач, представляющих реальный интерес для фирмы в целом.

Исходя из этого, **стратегическая цель каждой ОКР в конечном итоге состоит в создании нового, более совершенного объекта производства.**

Достижение этой цели обеспечивается правильной организацией, чётким выполнением и своевременной реализацией результатов ОКР. В свою очередь, каждое из этих понятий насыщено конкретным содержанием из последовательности определённых принципов (из них, пожалуй, не требует раскрытия только содержание термина «реализация», которое сводится к тому, что созданный объект должен использоваться в соответствии с его назначением).

К ОКР мы относим разработку конструкции некоего объекта, включающую проектирование, изготовление и испытания опытного образца (или образцов).

1. Цели опытно-конструкторских работ

*Если не знаешь, куда плыть,
ни один ветер не будет попутным.
(Старинная поговорка).*

Уже было сказано, что ОКР являются одним из видов инвестиционной деятельности. Понятно, что целью таковой является получение достаточной прибыли от вложенных средств. Но это цель из разряда общих, стратегических, и её необходимо конкретизировать. Прежде всего, можно указать, что здесь могут быть реализованы цели как на ближайшее время, так и на достаточно отдалённую перспективу.

Ближайшие цели ОКР могут быть связаны с одной единственной потребностью: **разработать новый объект производства**. Он нужен для того, чтобы ещё лучше удовлетворять желания потребителя и тем самым повысить конкурентоспособность своего предприятия. При этом производство нового объекта может быть, как единичным (штучным), так и массовым.

Стимулов, определяющих целесообразность проведения ОКР, может быть достаточно много. В ряде случаев это прямой заказ потребителя или лица, представляющего его интересы. Такие заказы, как правило, поступают от некоторых государственных учреждений, например, оборонных, правоохранительных и других. Однако они составляют относительно небольшую долю объема ОКР, выполняемых в целом в мире или в отдельной стране, хотя для какой-то конкретной фирмы и могут быть преобладающими.

Большую же часть объёмов ОКР составляют работы, которые фирмы организуют по собственной инициативе. При этом и она появляется по вполне определённым причинам. Основной из них является **непрерывный прогресс науки и техники**, позволяющий своими достижениями существенно улучшать объекты производства по их потребительским свойствам, делая эти объекты всё более привлекательными для потребителя и тем самым укрепляя свои рыночные позиции в конкурентной борьбе. Здесь нельзя исключать и такой фактор, как изменяющуюся моду, к которой особенно чувствительны такие изделия, как автомобили и бытовая техника.

Следующая причина может быть связана с тем, что производство или эксплуатация ранее разработанного объекта выявляют определённые недостатки его конструкции, которые не удалось обнаружить в своё время.

Это могут быть недостаточная надёжность, чрезмерный расход ресурсов, например, энергии, недостаточное удобство управления или обслуживания, недостаточное соответствие изменившимся в сторону ужесточения законодательным требованиям безопасности или экологии. Может обнаружиться, что выпускаемое изделие недостаточно эффективно работает в какой-то сфере применения, в которой для него существует значительная потребность, но в то же время имеются специфические требования, не в полной мере учтённые при его разработке.

Серьёзной причиной ОКР может быть **необходимость снижения себестоимости производства** для сохранения или расширения своей

рыночной ниши или повышения рентабельности производства. Такой результат достигается совокупностью мероприятий, включая организационно-управленческие. Однако центр тяжести в этой совокупности лежит в области технологий, в которой далеко не везде можно обойтись только заменой одного процесса на другой или интенсификацией режимов. Зачастую требуются радикальные решения, при которых одновременно изменяются и конструкция изделия, и технология его производства. Например, при переходе от штампованных конструкций к литым (или обратно) существенно меняются конфигурация, размеры и массы деталей и сборочных единиц. Другой пример связан со стремлением снизить трудоёмкость процессов сборки, для чего соединения с помощью резьбового крепежа заменяют на соединения типа защёлки. В электрических цепях соединения с помощью винтовых зажимов заменяют быстросоединяемыми разъёмами и т.д.

Сюда же относится стремление применить в производстве более дешёвые материалы (как по первичной цене, так и по стоимости расходуемого количества – здесь необходимо отметить, что переход к более дорогому по первичной цене, но более качественному материалу позволяет расходовать его в гораздо меньшем количестве и в конечном итоге сэкономить. А может быть и так, что переход к более дорогому, но лучшему по качеству материалу настолько повысит потребительские качества изделия, что потребитель без возражений согласится платить за него дороже и рентабельность производства не только не снизится, но и может повыситься. Часто для этого требуется не только изменить соответствующую запись в чертеже детали или сборочной единицы и в технологической инструкции производства, но и изменить саму конструкцию детали или сборочной единицы. Наиболее ярко это проявляется при замене Металлов пластмассами или стальных конструкций алюминиевыми. Понятно, что здесь вместе с технологией изменяются и конфигурация, и размеры как самих изменяемых деталей и сборочных единиц, так и тех, с которыми они сопрягаются (а также допуски на эти размеры).

Бывает и так, что технологические цели не связываются с задачей снижения себестоимости, а сводятся **к повышению производительности производства для увеличения его объёма**. Это происходит тогда, когда изделие пользуется стабильным спросом на рынке, превосходящим достигнутые объёмы производства. Здесь, конечно, присутствует возможность экстенсивного развития при соответствующих капиталовложениях на расширение производственных мощностей (сооружение дополнительных помещений и оснащение их оборудованием). Однако более разумным может оказаться интенсификация производства на существующих мощностях за счет повышения производительности. А это по существу та же самая задача, содержащая и мероприятия конструкторско-технологического характера. Только здесь основным критерием эффективности решения будет снижение трудоёмкости и фондоёмкости производства.

Здесь стоит рассмотреть некоторые возможные особенности постановки ОКР в случае, если предполагается проектировать изделие, аналогичное выпускаемому. Оно может быть задумано как существенно отличающееся от выпускаемого по большинству особенностей. Однако

возможны и такие постановки, при которых отличия нового изделия будут относительно неглубокими. Такую постановку принято называть модернизацией, и она даёт некоторые преимущества по сравнению с радикальной переработкой изделия. Прежде всего переход на выпуск нового (модернизированного) изделия производится, как правило, в ходе производства без его остановки и без радикального изменения технологии, в том числе оборудования и оснастки. При этом некоторые составные части изделия просто не изменяются вообще. Минимальных изменений требует сервис модернизированного изделия, и оно легче и более охотно воспринимается потребителем.

Такая практика постоянной и частой модернизации имеет и такие преимущества, как меньшая потребность в разовых капиталовложениях, что по существу растягивает инвестиционный процесс по времени. Не случайно, что во многих отраслях производства и отдельных крупных фирмах постоянная модернизация стала основной формой ведения ОКР. Примеры такой практики могут быть показаны в военном самолётостроении, где на основе первой базовой модели принято создавать ряд модификаций для специфических применений. Можно привести примеры из практики отечественного автомобилестроения. Так, АО «Москвич» (бывший АЗЛК) в течение ряда лет последовательно переходил от модели М-402 до модели М-407, затем от модели М-408 к моделям М-412, 2138 и 2140. Так же поступал и поступает ВАЗ. Сейчас АМО ЗИЛ на основе базовой модели грузовика 5301 («Бычок») разрабатывает и ставит на производство ряд модификаций специального назначения, вплоть до автобуса. Аналогичную стратегию имеет и ГАЗ на основе автомобиля «Газель».

Цели ОКР на более отдалённую перспективу не связываются с постановкой создаваемого объекта на производство. В этом случае объект предназначается для пополнения научно-технического задела фирмы. Он подвергается исследованиям и испытаниям, результаты которых могут быть с пользой применены в последующих разработках. Проверяются возможности новых материалов, комплектующих изделий или конструктивно-технологических решений. Ищутся неизвестные ранее закономерности, расширяются пределы допустимых режимов работы.

В самолётостроении такой вид ОКР применяется очень широко. Создаются экспериментальные летательные аппараты, предназначенные не для последующего тиражирования, а для получения информации о возможности и целесообразности новых схемно-параметрических решений, об особенностях поведения аппарата на ранее недоступных режимах полёта и т.п. Достаточно вспомнить самый первый советский самолёт с жидкостно-реактивным двигателем БИ-1 или американский экспериментальный самолёт Х-15. Без проектирования, изготовления и испытаний таких объектов самолётостроение просто не может развиваться.

В автомобилестроении также практикуется проектирование и изготовление экспериментальных машин. Они, как правило, не только демонстрируются на выставках и салонах, но и проходят испытания. Такие автомобили принято называть «концепт-карами». Правда, в них чаще всего новации связаны с художественно-конструкторскими решениями, с тем, что

принято называть дизайном.

Таким постановкам ОКР не чужды и другие отрасли машиностроения. Часто при создании экспериментальных машин не совсем ясно, будет ли такая машина обеспечивать получение ожидаемых эффектов или даже работать вообще. Тем не менее такие ОКР, называемые поисковыми, достаточно распространены, например, в тракторном и сельскохозяйственном машиностроении. Одним из возможных полезных результатов поисковых ОКР является появление новых технологий производства в отраслях-потребителях машин.

Практикуются ОКР по изготовлению и испытаниям экспериментальных образцов и в оборонных целях. Исследуются возможности создания новых видов вооружений и военной техники, изучается целесообразность их применения и при наличии таковой отрабатываются соответствующие методы.

Естественно, что разные цели ОКР приводят к различиям как в организации, так и в исполнении. Эти различия будут показаны ниже при рассмотрении других вопросов.

Сформулированная таким образом цель ОКР определяет её конечный результат – появление нового объекта производства или средства для получения новой информации. Такие цели, связанные с получением конечного результата, принято называть генеральными. Однако они не могут быть достигнуты каким-либо разовым действием. На пути к этому должны быть обязательно поставлены промежуточные цели, достижение которых является необходимыми шагами на пути к генеральной цели. Примерный состав таких промежуточных целей удобно показать на примере ОКР ближней перспективы – разработки нового объекта производства.

Для того, чтобы новый объект можно было считать разработанным и готовым к производству, необходимо получить полный комплект чертёжной и текстовой документации, который должен исчерпывающе и однозначно характеризовать этот объект и технологию его изготовления. При этом вероятность ошибки в этой документации должна быть сведена к минимуму (конечно, можно стремиться к полному исключению ошибок, но, к сожалению, в их числе возможны такие, которые выявляются только в последующем производстве или в эксплуатации). Получение такого комплекта и служит подтверждением того, что генеральная цель достигнута.

Следует особо отметить, что её достижение ещё не означает готовности к самому производству. Для этого должны быть выполнены и другие мероприятия, в частности, подготовлены необходимое оборудование и запас инструмента, приобретены первые партии материалов и комплектующих изделий и оформлены договоры с их поставщиками на дальнейшие поставки и т.д. Однако эти мероприятия можно считать выходящими за рамки ОКР, хотя их выполнение может по времени совпадать с её финальными этапами.

Теперь рассмотрим, что же является содержанием этого комплекта. Во-первых, в нём присутствуют чертежи всех без исключения

деталей и сборочных единиц, из которых состоит изделие. В них внесены все исправления, необходимость в которых была установлена в ходе испытаний и окончательной отработки технологии. Во-вторых, сама эта технология отработана по всем без исключения переделам производства на каждую деталь и сборочную единицу, включая методы сборки, регулировки, испытаний и контроля.

Фактически мы уже сформулировали цели, достижение которых необходимо для достижения генеральной цели и которые можно считать целями более низкого уровня по сравнению с ней. Процедура формулирования таких целей по существу может считаться декомпозицией цели более высокого уровня, и она производится многократно сверху вниз от генеральной вплоть до самых элементарных. При этом, естественно, каждая цель более высокого уровня может потребовать для своего достижения двух и более целей низшего уровня. Графическое изображение такого многоуровневого набора целей принято называть деревом целей и оно позволяет наглядно представить содержание проекта в целом (в нашем случае – всей ОКР) и взаимосвязь между его составными частями – целями разного уровня. Дерево целей в общем виде показано на рис. 1.

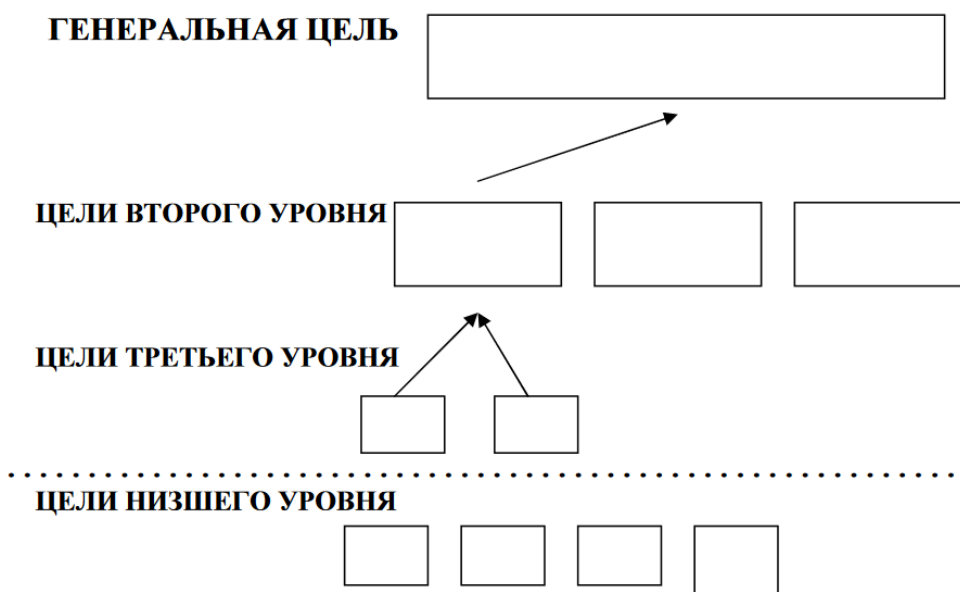


Рис. 1. Структура дерева целей

Для проектирования некоторых деталей и сборочных единиц требуется проведение расчётов типа кинематических, прочностных, тепловых и т.п. Расчёты требуют конкретных исходных данных, которые содержатся в нормативной документации типа технического задания, в справочной литературе или отчётах о проведенных исследованиях, для чего требуется проведение определённой расчётно-аналитической работы. Таким образом мы фактически дошли до самых истоков ОКР.

Формирование набора целей, в частности, в виде дерева «сверху вниз», является по существу началом планирования ОКР. Такое планирование принято называть целевым и оно удобно тем, что здесь меньше вероятность

упустить какой-нибудь компонент разработки. Это, однако, не исключает возможности формирования дерева целей «снизу вверх», начиная от целей низшего уровня. Такое планирование, которое называют нормативным, можно применять для ОКР по разработке объекта, аналогичного уже разработанному или тому, разработка которого уже планировалась.

Наличие набора целей, т.е. ожидаемых промежуточных и конечного результатов, позволяет определить действия, необходимые для получения этих результатов. Это, в свою очередь, позволяет определиться со сроками выполнения планируемой ОКР и с рядом других обстоятельств, о которых будет сказано ниже.

Необходимо добавить, что в ряде случаев структура дерева целей может иметь своеобразный вид. Это связано с двумя обстоятельствами.

Во-первых, при создании объекта будущего производства неизбежен этап доводки, содержащий анализ причин недостатков, обнаруженных при испытаниях опытного образца (образцов), и разработку и реализацию мер по устранению этих недостатков, включающих внесение изменений в конструкцию изделия и/или технологию его изготовления. Во-вторых, в мировой практике организации и выполнения крупных проектов давно используется практика комплексного проблемного подхода как альтернатива подходу объектному. В нашем случае, применительно к ОКР такого назначения, это будет означать, что **структура дерева целей строится по объектному принципу только до этапа разработки конструкции и изготовления опытного образца (образцов), а дальше она строится по принципу проблемному**. Примерами проблем, формирующих эту часть дерева целей, можно назвать надёжность изделия, его энергетическую экономичность, удобство управления и обслуживания и так далее.

Конечно, не исключено, что опытный организатор ОКР может предусмотреть достижение таких проблемных целей заранее, введя их в дерево целей уже на достаточно низких уровнях. В любом случае, рациональное сочетание объектных и проблемных целей делает прогноз успешного выполнения ОКР более достоверным.

Контрольные задания

1. Представьте себе устройство объекта Вашей диссертации – прибора, машины, станка. Выделите его основные составные части. Подумайте, с чего бы Вы начали конструировать такое же изделие. В каком порядке Вы бы расположили последовательность разработки остальных частей и изделия в целом?
2. Попробуйте после выполнения предшествующего задания составить дерево целей разработки этого изделия хотя бы на уровне основных составных частей.
3. Попробуйте развить дерево целей до самого низкого уровня хотя бы для какой-то одной составной части изделия.

2. Правила и ограничения

-- Как будем стричься?
– Хорошо будем стричься.
Нужное оставим, лишнее снимем.
(Из разговора в парикмахерской).

Определив генеральную и промежуточные цели ОКР, мы тем самым определили и действия, которые нужно выполнить для достижения этих целей. И тут же приходится определить, какими должны быть эти результаты и действия. Другими словами, после ответа на вопрос «Что?» немедленно возникают вопросы «Какие?» и «Как?».

Вопрос «Какие?», а точнее, «Какой?», относится к самому главному результату ОКР – к тому объекту или изделию, которое мы хотим спроектировать. Оно ведь должно быть вполне конкретным, имеющим вполне определённые характеристики и особенности. В отечественной практике ОКР принято устанавливать эти характеристики и особенности **в документе, который называется техническим заданием (ТЗ)**. Аналогичные документы существуют и в зарубежной практике.

Кто и как составляет этот документ и принимает окончательные решения по его содержанию в форме утверждения? Откуда берутся данные, необходимые для его составления? В каком формате выпускается этот документ? Здесь не существует всеобщего единообразия, хотя в некоторых областях установлены определённые правила (например, для ОКР, выполняемых в интересах Министерства Обороны Российской Федерации, где даже сам этот документ называется «Тактико-техническое задание»). Однако общие принципы составления и оформления этого важнейшего документа в отечественной практике ОКР имеются и должны быть рассмотрены подробно.

Как правило, проект ТЗ разрабатывают специалисты организации-разработчика, т.е. той организации, которая и будет вести намеченную ОКР. Для того, чтобы этот проект приобрел силу директивного, т.е. обязательного для исполнения, документа, он утверждается по меньшей мере руководителем этой организации. Может практиковаться утверждение и на более высоком уровне – руководством фирмы или вышестоящего ведомства. Если в намеченной ОКР имеется конкретный заказчик, может практиковаться совместное утверждение как с его стороны, так и со стороны разработчика. А тактико-технические задания Министерства Обороны утверждаются только его представителем в лице заинтересованного подразделения, а будущим разработчиком только согласовываются (хотя проект этого документа им и готовится).

Очень важен вопрос, по чьей инициативе разрабатывается проект ТЗ.

В своё время в СССР вступил в действие ГОСТ 15.001-73 «Разработка и постановка продукции на производство» (имел и более поздние редакции).

Согласно этому стандарту единственным основанием для разработки проекта ТЗ могло быть наличие технических требований заказчика. При всей кажущейся логичности этого правила – разрабатывать только то, что действительно кому-то нужно – оно либо просто обходилось, либо было

ненужным препятствием. Действительно, как можно было получить технические требования на какую-либо инициативную разработку, по которой даже не всегда изначально было ясно, кто может считаться заказчиком. Поэтому здравый смысл подсказывает целый ряд разумных оснований для подготовки этого проекта.

Во-первых, инициатива заказчика не исключается. Особенно часто это проявляется для ОКР оборонного или подобного характера. Но это характерно для крупных или сложных изделий. Часто разработчик таких крупных или сложных изделий выступает в роли заказчика более мелких и простых, которые он предполагает применить в качестве комплектующих взамен тех, которые имеются на рынке, но его не устраивают (иной раз такие отношения возникают и по материалам с особыми свойствами). Так, разработчик новой модели автомобиля или трактора может выдать технические требования на разработку новых двигателей, изделий электрического или гидравлического оборудования, колёсных дисков, шин и т.д., если у него есть основания считать такие разработки необходимыми.

Конструкторская организация, получившая технические требования заказчика, обязана тщательно изучить их, прежде всего для того, чтобы обрести уверенность в правильном понимании его нужд. При этом само содержание этих требований не подвергается никакой критике. Главное внимание уделяется тому, насколько эти требования могут быть реализованы в рамках возможностей разработчика. Затем прорабатывается возможность повышения уровня требований без существенного удорожания как самой разработки, так и последующего производства заказанного объекта. После этого разработчик составляет проект ТЗ и согласовывает его с заказчиком.

Как вытекает из сути процедуры подготовки проекта ТЗ, содержащиеся в нём характеристики объекта не могут быть хуже тех, которые предложены в технических требованиях заказчика. Однако не исключаются ситуации, когда желания заказчика либо вообще не могут быть реализованы на имеющемся уровне техники, либо при этом может оказаться слишком высокой цена разработки или производства. **Эта коллизия вынуждает начать совместную с заказчиком работу по уточнению его требований.** Здесь принято считать, что исполнитель обязан понимать заботы и трудности заказчика лучше, чем он сам. В любом случае проект ТЗ является результатом компромисса между требованиями сторон, однако для его достижения более гибкую позицию должен занимать разработчик, руководствуясь двумя известными правилами:

1. Клиент (заказчик, покупатель, потребитель) всегда прав.
2. Если клиент не прав, смотри правило 1.

Во-вторых, техническое задание может быть результатом инициативы самой конструкторской организации. Источники этой инициативы достаточно разнообразны. Появляются новые достижения науки и техники, в том числе изобретения, позволяющие разработать и производить более совершенные изделия. Опыт эксплуатации выпускаемых изделий указывает на необходимость устранения определённых недостатков, не замеченных при разработке. Появилась информация о том, что конкурирующая фирма готовит производство новых изделий, которые могут оказаться более

привлекательными для рынка. Наконец, напомним, что в числе мотивов для формирования целей ОКР могут быть стремления к более эффективному производству (снижение себестоимости, повышение объёмов).

Понятно, что хотя в этом случае формальный заказчик вроде бы отсутствует, разработчики ТЗ должны в полном объёме представлять, для кого и для чего будет вестись ОКР. Исходной информацией для таких представлений являются результаты маркетинговых исследований, которые обязана вести любая уважающая себя фирма. Часто затраты на такие исследования сопоставимы с затратами на сами ОКР, но практика показывает, что такой подход является единственно верным.

Теперь рассмотрим, какие источники информации привлекаются для разработки проекта ТЗ. Здесь нет каких-либо приоритетов, и все возможные источники должны использоваться по максимуму.

Во-первых, это уже упомянутые технические требования заказчика, если они имеются.

Во-вторых, это результаты научно-исследовательских работ самой фирмы (если у неё есть соответствующие структуры), так и специализированных организаций, в том числе лабораторий высших учебных заведений.

В-третьих, это патентный фонд, содержащий описания изобретений, в том числе изобретений, сделанных сотрудниками фирмы.

В-четвёртых, это результаты испытаний и исследований специальных экспериментальных изделий, а также выпускаемых изделий (как на этапах подготовки производства, так и в эксплуатации).

В-пятых, это упомянутые результаты маркетинговых исследований, на чём стоит остановиться для более подробного рассмотрения.

В отличие от первых четырёх групп источников, в которых информация, как правило, изложена на понятном разработчикам и производителям языке конкретных технических терминов, результаты маркетинговых исследований могут содержать информацию в терминах пользователя (покупателя). Часто говорят, что это требования на бытовом уровне. К этому нельзя относиться высокомерно, так как рядовой пользователь не обязан обладать такой же подготовкой к пониманию технической терминологии, как специалист. Поэтому следует самим уметь переводить желания пользователя в конкретные технические характеристики будущего изделия.

Механизмы такого перевода разработаны и описаны в отечественной и зарубежной литературе. Наиболее эффективным является метод, получивший название «Quality Function Deployment» (структурирование функции качества). Его основными особенностями являются то, что исходная информация содержит требования пользователя именно на этом бытовом уровне, а также то, что в ходе процедуры перевода этих требований на язык технической терминологии ведётся сравнение своего положения с положением ближайших конкурентов на рынке выпускаемых изделий (того, которого хочется догнать или даже перегнать, и того, который догоняет нас). Кроме того, сам процесс получения информации о требованиях пользователя может иметь вид опросов, организованных с достаточной

представительностью. Наконец, этот метод позволяет органично перейти от технических характеристик будущего объекта ОКР к техническим требованиям на материалы и комплектующие изделия с одной стороны и на технологии производства с другой.

Более подробная информация о существе и особенностях этого метода имеется во многих зарубежных публикациях. В отечественной практике много сделал для его пропаганды Ю. П. Адлер в издававшемся им в 90-е годы журнале «Курс на качество».

Оформление ТЗ общих правил не имеет и скорее определяется правилами или традициями ведомства или фирмы. Документ может иметь вид обычного текста. Может быть принято оформление по правилам, установленным для текстовых документов в составе конструкторской документации по стандартам «Единой системы конструкторской документации (ЕСКД)», принятой в отечественной практике. При этом в любом случае в документе должны присутствовать подписи должностных лиц и специалистов, отвечающих за его составление, согласование и утверждение.

Содержание ТЗ также не может подчиняться единым правилам, однако определённые общие требования в этой части существуют. Обычно в начале документа указывают наименование, обозначение и назначение изделия, а также область и особенности его предполагаемого применения.

Далее идет раздел, который содержит технические требования, в числе которых указываются состав изделия (перечисляются все его составные части и при необходимости указывается назначение каждой) и требования к конструкции как изделия в целом, так и к каждой его составной части в отдельности. На содержании этого раздела («Технические требования») остановимся для более подробного рассмотрения.

Прежде всего, излагаются конкретные, в том числе количественные, требования к действию и характеристикам изделия в целом и его составных частей. При этом полнота перечисления и изложения этих требований должна быть достаточной для исчерпывающего представления особенностей и свойств будущего изделия. Указываются габаритно-массовые, энергетические и прочие ограничения. При необходимости оговаривается взаимодействие с другими изделиями.

Далее подробно описываются ожидаемые условия эксплуатации изделия. Указывается допустимый уровень виброударных нагрузок на изделие, как правило, в единицах «g» (для вибраций с указанием полосы частот, а для ударных нагрузок с указанием времени действия), при необходимости – по различным осям изделия. Температурный диапазон от самой низкой отрицательной до самой высокой положительной температур указывается как для работы изделия, так и для его хранения в нерабочем состоянии. Оговариваются максимально допустимая влажность и запылённость воздуха, окружающего изделие. При необходимости оговариваются такие условия, как радиационные воздействия (в том числе прямая солнечная радиация), наличие в окружающем воздухе химически активных веществ, крайние значения атмосферного давления, возможные биологические воздействия (грибковые микроорганизмы, насекомые, грызуны) и т.п.

Для внешнего энергоснабжения указываются особенности источников, например, по стабильности напряжений и частот электропитания.

Для каждого из этих воздействий указываются методы проверки.

Кроме того, для них устанавливаются критерии соответствия, на основании которых можно будет впоследствии решать, обеспечена ли достаточная стойкость изделия против этих воздействий. Как правило, в качестве таких критериев принимается сохранение изделием функций и характеристик, указанных в предыдущих пунктах раздела «Технические требования».

Обязательной частью раздела являются требования к надёжности изделия. Для разных изделий они могут формулироваться в различных терминах в зависимости от вида изделия, его назначения, требований заказчика и т.д. Здесь могут употребляться такие термины, как ресурс до капитального ремонта или выбраковки, вероятность безотказной работы за заданное время и т.д. При этом могут указываться режимы работы, при которых должны выполняться эти требования, например, относительная продолжительность включения, допустимая длительность предельных режимов нагружения или работы при крайних значениях условий эксплуатации.

Могут указываться методы испытаний для проверки выполнения этих требований.

Особой частью являются требования безопасности для людей и окружающей среды. Как правило, в этой области действуют национальные и международные стандарты, требующие безусловного выполнения и нарушение которых может быть связано с ответственностью по закону, от финансовой до уголовной. Поэтому при составлении, согласовании и утверждении ТЗ должно быть обеспечено исчерпывающее соответствие изделия всем таким стандартам записью соответствующих требований. При необходимости также указываются методы проверки соответствия.

В последние годы неотъемлемой частью многих ТЗ стали эргономические требования. Они возникают там, где использование изделия должно происходить с учётом человеческого фактора при применении изделия, управлении им или при его обслуживании. Частью этих требований являются упомянутые выше требования безопасности для людей, однако целью разработчика и изготовителя должно также являться придание изделию таких свойств и характеристик, при которых оно будет не только безопасным для здоровья и самой жизни, но и удобным в работе. Такой подход обязан исключить ситуацию, в которой изделие не обеспечивает в эксплуатации ожидаемых результатов именно потому, что оно неудобно в управлении или обслуживании. Для изделий, у которых покупатель и пользователь чаще всего совпадают (самый наглядный пример – легковой автомобиль), да и не только для них, эти требования попадают в разряд ключевых. Некоторые эргономические требования имеются в составе стандартов безопасности, например, требования по обзорности из кабин автомобилей и тракторов и требования к действию приборов внешнего освещения.

Часто эргономические требования объединяют с эстетическими, относящимися к внешнему виду изделия и (если изделие имеет внутренние

пространства – кабины, каюты, салоны и т.п.) к его интерьеру (интерьерам). При этом часто эстетические требования записывают в очень обобщённом виде, однако наличие таковых в составе ТЗ по меньшей мере вселяет уверенность, что в разработке изделия будут принимать участие специалисты по художественному конструированию – дизайнеры.

В последние годы уделяется большое внимание заключительному этапу жизненного цикла любого изделия – утилизации после окончания срока службы. Здесь имеются в виду требования в части влияния на окружающую среду тех частей изделия, которые не могут быть использованы в каких-то других целях и подлежат переработке или уничтожению. Поэтому в число требований включают запреты на использование материалов или компонентов, которые связаны с определёнными опасениями по такому поводу.

Раздел «Технические требования» завершается пунктами, содержащими специфические требования, часть из которых тем не менее присутствует в каждом ТЗ. Такими являются требования к упаковке и консервации для изделий, у которых с момента выпуска до момента начала использования может пройти неопределённое время. Понятен смысл требований по транспортировке и хранению. И, наверное, не требуется пояснять, что реализация этих требований увязана с конструкцией изделия.

В отечественной практике принято для некоторых изделий указывать требования по стандартизации и унификации. Ими оговаривается степень использования в изделии как стандартных составных частей, так и частей, уже применяющихся в ранее разработанных изделиях, находящихся на производстве. Наличие таких требований, особенно в части унификации, оправданно при разработке модификаций. При разработке же нового изделия эти требования вводить не стоит. Конструкторы сами решают, что они смогут применить для него наилучшим образом, не оглядываясь на заданные проценты.

В некоторых случаях вводятся такие специфические требования, как требования к составу комплекта ЗИП (запасные части, инструмент и принадлежности), требования к разработке специального технологического оборудования типа стендов для сборки, регулировки и испытания частей изделия и изделия в целом, требования к разработке учебно-тренировочных средств для обучения и т.д. Понятно, что наличие таких требований определяется самим характером будущего изделия и особенностями его применения. При этом такие требования могут быть как частью технических требований к изделию, так и выводиться в отдельные разделы.

По существу, такие разделы являются уже не требованиями к изделию, а определяют требования к характеру ведения самой ОКР. В их числе указываются состав этапов ОКР и намеченные сроки выполнения. Устанавливаются экономические (ценовые) ограничения на производство изделия. Для разработок оборонного характера указываются меры по соблюдению государственной тайны. Этот перечень может быть продолжен, однако **важнее понять, что здесь всё определяется спецификой изделия, в том числе его назначением, особенностями конструкторской организации и многими другими факторами.**

Упомянув о сроках выполнения этапов ОКР, мы по существу от ответов на вопрос «Какой?», относящийся к изделию, перешли к ответам на вопрос «Как?», относящийся к правилам и ограничениям ведения самой ОКР. Действительно, намечая сроки выполнения разработки, руководитель конструкторской организации или другое лицо, принимающее решение о ней, устанавливает временной лимит для получения требуемого результата и тем самым составляет основную часть плана выполнения ОКР. Ведь понятно, что её результаты необходимы не вообще, а в совершенно определённое время, потому что цели, ради которых она начинается, тоже должны быть достигнуты без опозданий. Так что **календарный план выполнения ОКР следует считать одним из главных правил.**

Следующее правило относится к **составу ОКР. В нём должны быть предусмотрены все её основные компоненты: выпуск комплекта конструкторской документации (КД), изготовление образца (образцов) изделия в опытном производстве, испытания составных частей и образца (образцов) в целом и корректировка КД по результатам изготовления и испытаний.**

Однако следует иметь в виду цели ОКР, которые могут внести определённые поправки в этот перечень. Так, при проектировании штучного уникального изделия типа тяжёлого пресса или прокатного стана вряд ли стоит планировать изготовление предварительного образца. А если изделие разрабатывается как экспериментальное, вряд ли будет производиться корректировка КД по результатам его испытаний или исследований, если только не окажется, что изделие просто не работает и его нужно переделать.

Теперь рассмотрим некоторые правила выполнения компонентов (этапов) ОКР. Что касается выпуска КД, то здесь существуют правила комплектности и оформления, в основном у нас опирающиеся на уже упомянутую ЕСКД. При этом могут существовать в виде стандартов предприятия собственные правила и нормативы. Они могут касаться очень многих особенностей, начиная от обозначений размеров, допусков и технологических указаний и кончая ограничениями по применению материалов, стандартизованных или нормализованных изделий. Чисто фирменными являются правила изготовления чертежей и текстовых документов по бумажной или компьютерной технологиям проектирования.

По содержанию самой КД какие-либо общие правила указать трудно.

Тем не менее стоит обратить внимание на важную тенденцию современного производства, которая проявляется в том, что высокое качество будущего изделия закладывается уже при его проектировании. И здесь речь не идёт о том, что проектирование должно быть достаточно квалифицированным и безошибочным – это подразумевается само собой (и гарантируется многими способами, например, тщательной доводкой конструкции изделия и отработкой технологии перед началом его производства). Имеется в виду, что конструкция изделия такова, что она обеспечивает минимальный ущерб от возможных ошибок в производстве или при использовании. Такой подход обеспечивает изделию особенность, которую в русском переводе можно назвать **«стойкостью от дурака» (по-английски «foolproof»).**

Примерами такого подхода могут быть конструктивные решения,

исключающие неправильную сборку или выход изделия из строя при несоблюдении полярности питания постоянным током (но они, конечно, не спасут, если изделие будут собирать с кувалдой или вместо аккумулятора подключат его к высоковольтной сети).

Применительно к изготовлению образцов в опытном производстве также трудно указать общие правила. Каждое производство по-своему уникально даже при том, что опытные производства гораздо более универсальны, чем основные (серийные). Тем не менее организаторам и руководителям ОКР необходимо понимать, что **опытное производство обладает рядом особенностей, которые требуют понимания и внимания.**

Прежде всего нужно **помнить о специфике технологических возможностей опытного производства.** В нем допускается больший вес малопроизводительных, но требующих более высокой квалификации операций, выполняемых вручную или на универсальном оборудовании. В то же время для опытного производства вряд ли применима технология, требующая дорогой трудоёмкой оснастки типа моделей для крупных или сложных отливок, тяжёлых штампов или сложных пресс-форм (если только эта оснастка с большой уверенностью не проектируется и изготавливается сразу для основного производства). Однако при проектировании таких объектов, как тракторы и автомобили, для изготовления некоторых деталей типа корпусов применяется исключительно литьё.

Поэтому по результатам изготовления образцов не стоит оценивать технологичность спроектированного изделия. Зато необходимо отслеживать, не исказит ли технология опытного производства результаты будущих испытаний образцов, причём в любую сторону – как в лучшую, так и в худшую. Так, в машиностроении, как правило, надёжность образцов несколько выше, чем изделий серийного производства (если не считать первичные отказы, из-за которых производятся изменения конструкции в ходе доводки). А в электронном приборостроении скорее наоборот – надёжность образцов, собранных с ручной пайкой, ниже, чем серийных изделий с машинной пайкой.

Наконец, говоря об испытаниях образцов, сразу же отметим очевидное разнообразие целей, методов и средств. Понятно, что испытания самолёта имеют мало общего с испытаниями образца бытового электроприбора. **В то же время все и всякие испытания имеют одну общую особенность – они должны быть по возможности исчерпывающими.** Это означает, что в результате проведенных испытаний должны быть получены все ответы на все вопросы. Общим и обязательным правилом является то, что каждые испытания начинаются с разработки программы-методики, проводятся в строгом соответствии с ней и заканчиваются отчётным документом с выводами, содержащими однозначные ответы на все поставленные вопросы и рекомендации для дальнейшей работы, в том числе по корректировке КД для изделий, предназначенных для производства.

Второе общее правило – испытания должны иметь ясную цель.

Именно она определяет содержание программы-методики. Для образцов изделий, намеченных к производству, в первую очередь должно быть проверено соответствие образца требованиям, записанным в ТЗ. При этом

должны быть выявлены недостатки конструкции, вызывающие несоответствие этим требованиям.

В ряде случаев возникает цель получения экспериментальных данных для внесения в рабочую, технологическую или эксплуатационную документацию сведений, которые не могут быть получены предварительным расчётом с достаточной достоверностью. К ним, например, могут быть отнесены диаметры дроссельных отверстий в гидравлических или пневматических системах, жёсткости некоторых пружин, сопротивления и ёмкости в электрических цепях, положения настроечных элементов некоторых механизмов. Для получения этих данных организуются специальные испытания (отметим, что им в основном подвергаются составные части изделий, хотя не исключаются ситуации, в которых приходится испытывать изделия и целиком). В последующем на основании таких испытаний в технологию производства изделий могут вводиться контрольно-сдаточные испытания с целью правильной настройки изделия или его составной части, как с помощью регулировок, так и с помощью сменных элементов (жиклёры, термокомпенсирующие пакеты биметаллических пластин, пружины, резисторы, конденсаторы и т.п.).

Третье общее правило заключается в том, что испытания должны приводить к достоверным результатам. Это также обеспечивается программой-методикой через условия проведения испытаний, применяемые средства сбора и обработки получаемой в их ходе информации, а также предусмотренные объёмы испытаний.

Наконец, результаты испытаний должны быть документированы в форме отчёта, акта или протокола. В них обязательно должны присутствовать ответы на вопросы, содержащиеся в программе и методике испытаний, в том числе по соответствию испытанного объекта предъявляемым к нему требованиям.

Планирование, а точнее, вся организация ОКР может сопровождаться некоторыми частными ограничениями. Они могут относиться к содержанию ТЗ и к порядку выполнения этапов ОКР. Здесь можно показать только отдельные примеры. Так, при разработке модификаций выпускаемого изделия стремятся свести к минимуму число изменений базовой модели. При разработке нового изделия стремятся не только использовать в нем детали и узлы предшествующей модели, но и по возможности обеспечить так называемую технологическую преемственность, при которой используются те же самые технологические процессы и оборудование. Особенно это относится к дорогостоящим его видам.

Разумеется, всё сказанное выше не исчерпывает всех особенностей составления ТЗ и организации ОКР. Важно только понимать, что все сведения о том, каким должно получиться изделие и по каким правилам и с учётом каких ограничений должна вестись ОКР, должны быть известными до ее начала. Только тогда от неё можно ожидать получения запланированного результата.

Контрольные задания к разделу «Правила и ограничения»

1. Проанализируйте объект вашей разработки. Что не устраивает Вас в свойствах этого изделия? Какие характеристики этого изделия Вы бы изменили, если бы были его главным конструктором? Составьте список этих изменений.
2. Сравните это изделие с известными Вам аналогами. Если оно будет изменено по Вашему усмотрению, как оно станет отличаться от них?
3. Попробуйте составить список признаков, характеризующих условия эксплуатации этого изделия. Оцените предельные значения этих условий. Подумайте, как могли бы выглядеть испытания, подтверждающие работоспособность изделия в этих условиях.
4. Как бы Вы сформулировали требования по безопасности для записи в техническое задание на разработку этого изделия?
5. Составьте примерный список документов, которые должны быть выпущены совместно с рабочими чертежами изделия при различных целях ОКР (По Вашему выбору).

3. Ресурсное обеспечение

*Из чего же, из чего же, из чего же
Сделаны наши мальчишки?
(Детская песенка).*

Дальше в этой песенке объясняется, из чего же на самом деле они сделаны. Потом очередь доходит и до девочек. А из чего же делается опытно-конструкторская работа? Как и всё на свете, и она требует каких-то ресурсов. Попробуем рассмотреть, что это за ресурсы.

Уже упоминалось, что ОКР представляет собой один из видов инвестиционной активности. Раз так, то первый вид потребных ресурсов уже фактически назван – это финансовые ресурсы. Строго говоря, это не только первый, но и главный вид ресурсного обеспечения. Действительно, на свободном рынке достаточное финансовое обеспечение гарантирует доступ к практически любым другим ресурсам, хотя и не всегда, и не полностью. Об этом мы поговорим чуть позже, а пока попробуем оценить минимальную потребность в финансировании ОКР.

Первую её часть составляют расходы на содержание самой конструкторской организации (или конструкторского подразделения фирмы).

Они складываются из заработной платы персонала и расходов на содержание производственного помещения, включая расходы на электроэнергию, отопление, водоснабжение и т.п., а также на производственные нужды организации (канцелярские принадлежности, почтовая, телефонная и другие виды связи, командировки, ремонт и обслуживание помещений и оборудования). Эта часть практически постоянна за каждый период времени, если только при организации ОКР не предусматривается радикальное изменение численности персонала, переход в другое помещение и т.д. Поэтому её можно оценить умножением планируемой длительности ОКР в принятых единицах, например, в месяцах, на среднюю сложившуюся норму.

Следующую часть составляют расходы на изготовление образца (образцов). Здесь уже могут быть несколько разные подходы, связанные с характером организации опытного производства.

Опытное производство может быть частью конструкторского подразделения. Тогда в стоимости его изделий учитываются только затраты на материалы, комплектующие изделия, энергию, инструмент, а также на амортизацию сооружений и оборудования. Заработная плата персонала и другие расходы учитываются в составе аналогичных расходов всего подразделения.

Однако опытное производство может иметь и самостоятельный статус, и просто быть частью основного производства. Тогда стоимость изготовления образцов калькулируется по общим правилам и нормативам с учётом тех же самых материалов, комплектующих изделий, инструмента и т.п. На неё накладываются так называемые цеховые расходы.

Расходы на испытания образцов оцениваются также различными

способами. Если аналогичные изделия уже испытывались и затраты на проведение испытаний известны, можно принять их за ориентировочную норму, скорректировав её в зависимости от возможных различий в трудоёмкости испытаний и других факторов (изменения условий, применение более дорогих средств и т.д.). Если же изделия такого рода раньше не испытывались, производится детальное калькулирование с учётом всех составляющих (заработная плата персонала, расход материалов и энергоресурсов, транспортные расходы, амортизация сооружений и оборудования, связь и т.д.).

Наконец, последней частью минимального финансирования являются резервы. В их составе должны быть предусмотрены средства на оплату услуг, которые могут понадобиться в ходе ОКР в виде привлечения соисполнителей за пределами фирмы. В числе этих услуг может быть научное сопровождение ОКР, которое будет рассмотрено ниже. Может понадобиться выдача заказов на разработку новых материалов и комплектующих изделий другим фирмам.

Не исключается необходимость проведения испытаний, особенно для сертификации будущего изделия, силами посторонних уполномоченных организаций.

Кроме того, необходим резерв для развития материальной базы организации или подразделения. Может понадобиться приобретение дополнительных технических средств для проектирования, изготовления или испытания изделий и их составных частей, причём потребность в этих средствах может выявиться уже в ходе начатой ОКР.

Зачастую в ходе подготовки производства изделия проводится рекламная кампания, включающая издание и распространение рекламных материалов (проспекты, буклеты, видеоролики), представление изделия на выставках, ярмарках и салонах, организацию презентаций, выкладку в Интернете. Для массовых изделий составляются и издаются типографским способом материалы типа инструкций, описаний, руководств по ремонту и т.п. Понятно, что далеко не всегда имеются возможности сделать все это своими силами на высоком профессиональном уровне, и для этих целей лучше обращаться к специалистам. Конечно, эту часть затрат можно не считать относящейся непосредственно к ОКР, однако участие специалистов конструкторского подразделения фирмы в этой работе необходимо.

Следующим видом ресурсного обеспечения является время. Потребность в нем оценивается уже на стадии планирования ОКР по последовательности этапов. Планирование ОКР по времени может вестись на основе двух разных подходов, которые в какой-то степени аналогичны подходам к составлению дерева целей. Здесь различие между ними состоит в том, что первый дает ответ на вопрос «Через какое время после начала будет закончена планируемая работа?», а второй отвечает на вопрос «Когда нужно начинать работу, чтобы закончить её в нужное время?». И здесь следует чётко понимать, что существует вполне определённый минимум, который для данного изделия никак не может быть снижен. И тут не поможет даже любое неограниченное финансирование, что станет понятным, если рассматривать этот ресурс в совокупности с другим ресурсом – людским.

Казалось бы, если считать финансирование неограниченным, что стоит нанять как можно больше людей, например, специалистов-конструкторов, и намеченная ОКР будет выполнена очень быстро. Однако здесь действует тот же принцип, согласно которому даже девять женщин не выносят ребёнка за месяц. Это относится ко всем этапам ОКР.

На стадии выпуска КД, особенно на принципиально новое изделие, первым делом решаются задачи общей компоновки и схемно-параметрических решений изделия. Пока это не сделано, нельзя приступать к разработке узлов. Только после её окончания можно начать разработку сборочных единиц и детализовку. Только имея полный комплект чертежей деталей и сборочных единиц, особенно так называемых корпусных или базовых, которые зачастую проектируются разными группами конструкторов, можно производить сверку на сопрягаемость. И только после этого можно выдавать чертежи в опытное производство (иной раз, правда, практикуется выдача чертежей и по мере изготовления, однако при этом устанавливается и тщательно отслеживается особый порядок обеспечения сопрягаемости). Эта неизбежная последовательность, наложенная на оценённые заранее состав и сложность изделия, и позволяют оценить потребные на выполнение этого этапа время и количество людей. Удобным инструментом для такой оценки является сетевое планирование.

Изготовление образца или образцов также требует времени. Каким бы мощным не было опытное производство, естественная технологическая последовательность определяет тот минимум времени, который никак не удастся сократить. Оценка этого минимального времени может быть сделана на основе как целевого, так и нормативного подходов по намеченному составу изделия и его сложности, наличию готовых компонентов для сборки, имеющегося опыта и прочих факторов, известных производственным работникам. Реальное время изготовления будет, естественно, больше по таким причинам, как задержки выпуска чертежей и поставок материалов и комплектующих изделий, выявление и исправление ошибок в чертежах, поломки оборудования и ещё целый ряд других, столь же неприятных, как неизбежных. Оценка времени, необходимого для изготовления образца с реальными запасами, должна пристыковываться к планированию выпуска КД, особенно, если особенность ведения данной ОКР позволяет передавать чертежи в опытное производство по частям. Такое совместное планирование может также вестись в форме сетевого графика, конечным событием которого будет предъявление изделия на испытания.

Ну и сами испытания также требуют времени. Наверное, вряд ли стоит стараться указать на какие-то общие правила его оценки. В этом плане у самолёта и кофемолки будет мало общего. Всё же одна общая особенность в этом вопросе наверняка может быть указана – **планирование процесса испытаний есть поиск компромисса между желанием провести испытания как можно быстрее и получением твёрдой уверенности в том, что изделие спроектировано и изготовлено так, как задумано.**

Современная наука и техника знают целый ряд приёмов, облегчающих достижение этого компромисса. Это планирование испытаний, позволяющее добиться требуемой достоверности при минимальной длительности за счёт

оптимального варьирования условий, числа повторностей и т.д.

Это методы ускорения испытаний за счет форсирования режимов, когда испытываемый образец подвергается нагрузкам, превышающим ожидаемые в эксплуатации по уровню и частоте приложения. Наконец, это всё более эффективные средства сбора и обработки информации, получаемой в ходе испытаний.

Немаловажным фактором, влияющим как на длительность, так и на достоверность испытаний, является состояние той экспериментальной базы, на которой они будут вестись. Здесь и укомплектованность персоналом нужной квалификации и оборудованием, наличие всех необходимых средств для имитации условий будущей эксплуатации, опыт рациональной организации и проведения испытаний, особенно аналогичных объектов, и т.д. Многие фирмы для этих целей имеют и развивают собственные возможности. Однако существуют и специализированные испытательные организации, которые способны быстро и качественно дать оценку представленных им образцов. Возможность привлечения таких организаций уже отмечалась, в том числе в увязке с сертификацией, при оценке потребности в финансировании.

Как бы то ни было, руководитель, планирующий ОКР и оценивающий потребное для неё время, имеет выбор. Либо ожидаемая длительность испытаний оценивается по существующим возможностям, либо в уже ходе выпуска КД и изготовления образцов принимаются меры по совершенствованию методов и средств испытаний с целью как сокращения длительности, так и повышения достоверности.

В целом планируемая длительность ОКР зависит от того, является ли её объект новым или такие объекты уже проектировались, тем более не раз. Конечно, во втором случае всё гораздо проще, и можно просто повторить уже составлявшиеся и успешно выполненные планы. Но повторить не бездумно, а творчески, учитывая изменение ситуации. Так, планируя разработку нового автомобиля, руководитель может принять примерно такое решение: набор двигателей и коробок передач оставим таким, как у предыдущей модели, и не будем тратить здесь время и силы, а вот применённая там впервые оригинальная передняя подвеска требует улучшений, так что здесь стоит пораньше разобраться в причинах, рассчитать, спроектировать, изготовить и испытать несколько других вариантов. Да и с кузовом предыдущей модели чертежи выдали на подготовку производства без запаса времени, и технологи в спешке не сразу отработали оснастку, пришлось доделывать уже в ходе производства, так что и здесь лучше не откладывать.

Обеспечение ОКР требуемым персоналом уже было упомянуто. Теперь этот аспект можно рассмотреть более подробно, отметив, что он имеет две согласующихся стороны – количественную и качественную - и наиболее ярко проявляется при планировании выпуска КД.

Понятно, что для скорейшего выполнения этого этапа численность персонала, непосредственно занятого выпуском чертежей, не может быть меньше некоторого минимального уровня. Однако, как уже было сказано выше, и неограниченное увеличение этой численности не сократит длительность выпуска всей КД до нуля. Значит, в каждом случае существует некий оптимум, соответствующий кратчайшей

длительности этого процесса при минимальном числе занятых в нем специалистов.

Хорошо, если в составе конструкторского подразделения фирмы этих специалистов как раз примерно столько. Но так бывает только в исключительных случаях. В основном действительность всегда далека от идеала.

Вроде бы не страшно, если нужно увеличить численность подразделения. При достаточном финансировании может быть дано поручение кадровой службе фирмы нанять недостающее количество. Но, во-первых, на это понадобится время – таких специалистов нужно найти и уговорить, затем оформить, затем ввести в курс дела. Во-вторых, может оказаться, что в поле зрения кадровой службы и привлекаемых агентств необходимые и незанятые специалисты просто не попадают. Особенно реальна такая коллизия, когда для планируемой ОКР требуются специалисты, которых до этого в составе конструкторского подразделения просто не было (например, фирма впервые собирается применить в своих изделиях электронные средства контроля и управления).

Так что здесь нужно быть готовым к определённым затруднениям и заранее принимать разумные меры. Одна из них заключается в том, что руководство конструкторской организации или подразделения еще задолго до начала планируемой ОКР на основе изучения тенденций развития соответствующей области техники либо готовит специалистов из числа своих сотрудников к работе с новыми средствами, либо нанимает дополнительно специалистов необходимой квалификации и поручает им предварительную проработку предложений по использованию их знаний и опыта в изделиях фирмы, намечаемых к разработке и выпуску. Здесь проявляется умение руководителя вовремя прочувствовать и загодя подготовиться к применению прогрессивных, иной раз революционных новшеств. А они появляются довольно часто.

Можно показать череду таких новшеств на примере тракторостроения за последние 50 лет. К началу 50-х произошел переход к массовой замене карбюраторных керосиновых двигателей дизельными. В конце этого десятилетия тракторы стали оснащаться электрооборудованием постоянного тока с аккумуляторами. Лет через 5–7 с появления раздельно-агрегатных гидросистем началась интенсивная гидрофикация тракторов.

Примерно тогда же произошел переход к массовому оснащению тракторов закрытыми кабинами. Наконец, с середины 70-х началось оснащение тракторов электронным оборудованием.

Практикуются и другие способы. К работе можно привлечь соисполнителей из числа научно-исследовательских и конструкторских организаций, компетентных в данной области. При этом понадобятся дополнительные затраты, так как такой соисполнитель неминуемо включит в стоимость своих работ такие составляющие, как прибыль и накладные расходы, которые при работе своими силами, как правило, не учитываются. Однако здесь может быть и выигрыш в качестве выполнения ОКР, когда привлекаемый соисполнитель обладает большим опытом успешных аналогичных разработок. Иной раз такой соисполнитель становится чуть ли не

монополистом в этой области, выполняя один за другим заказы на разработку определенного изделия. Так, в конце 70-х годов американская фирма «Warner & Brothers» разработала по заказам ряда крупных тракторостроительных фирм различные конструкции электронных приборных щитков.

В те же годы появилась информация о том, что в порядке подготовки к широкому применению электронных средств контроля и управления ряд компаний, специализирующихся на производстве тракторов и сельскохозяйственных машин, просто переманил к себе в полном составе целые коллективы специалистов из оборонно-космических фирм.

Более трудной является ситуация, когда в планируемой ОКР не могут быть заняты все сотрудники организации или подразделения. Ни один здравомыслящий руководитель не предложит увольнять «лишних», среди которых могут быть специалисты достаточно высокой квалификации и которые могут понадобиться завтра. Естественное и разумное решение заключается в том, что организация или подразделение должны вести одновременно несколько ОКР, начинающихся и заканчивающихся в разное время. Тогда человеческий потенциал, который, строго говоря, представляет собой главную ценность организации или подразделения, будет использоваться гораздо более полно. Но для руководителя это означает перевод планирования на более высокий, стратегический уровень – от планирования отдельной ОКР к планированию деятельности организации или подразделения на достаточно длинный период времени – на год или даже больше. Вообще постоянная и равномерная загрузка кадров – одна из основных забот руководителя.

Следующий вид ресурсного обеспечения – информационное. Какой бы высокой ни была квалификация руководителей и исполнителей, на всех этапах планирования и выполнения ОКР они не могут обойтись информацией, которая уже содержится у них в головах, рабочих записях или на дисках компьютеров. Всегда нужна информация свежайшая и полнейшая.

Конечно, информация – это товар, значит, его можно купить. Нужно только знать, какая и когда информация необходима, и где её можно получить. Поэтому информационное обеспечение призвано исключить какие-либо задержки работ или принятие ошибочных решений из-за недостатка или несвоевременного получения информации. Оно должно строиться по двум направлениям.

Первое направление связано с постоянным снабжением руководителей и исполнителей информацией о состоянии научно-технических достижений в своей и в смежных отраслях техники. Столь же важны сведения о действующих нормативных документах типа законодательных актов, международных и национальных стандартов и т.п. Необходимы сведения об имеющихся на рынке или готовящихся к освоению материалах и комплектующих изделиях. Наконец, ни один конструктор не работает без справочников и методических пособий.

Регулярное и полное снабжение такой информацией обычно поручается специальной службе в составе конструкторской организации. В состав этой службы входят библиотека (научно-техническая, учебно-методическая и справочная литература, официальные издания национальных

и международных законодательных и нормативных документов, периодика), архив (подлинники и рабочие копии выпущенной ранее КД, отчётные документы о результатах испытаний и исследований, внутрифирменные нормативные документы) и группа специалистов, в обязанности которых входит регулярный просмотр новых поступлений и уведомление руководителей и исполнителей о содержании в них сведений, которые могут представлять какой-то интерес. Этим специалистам может быть поручено и регулярное составление обзоров, в том числе по узким специальным вопросам.

Другое направление состоит в целевом поиске информации по определённой тематике. Это особенно характерно для случая планирования ОКР по разработке изделия, принципиально нового для фирмы или конструкторского подразделения. В этом случае руководитель может поручить провести такой поиск специалистам информационной службы с привлечением других компетентных сотрудников. Не исключается заказ на такой поиск, часто с аналитическим обзором и рекомендациями, компетентной научно-исследовательской организации.

На информационном обеспечении нельзя экономить. Ошибочные решения и задержки, вызванные неполнотой информации, обойдутся дороже. Однако здесь есть и определённая опасность избытка сведений, которыми можно завалить сотрудников. Да и сами источники этой информации сегодня столь многочисленны, что часто трудно разобраться, что стоит смотреть, а что можно пропустить. Иной раз просто неизвестно, где искать нужные сведения, если не удастся использовать для этого компьютерные базы данных. Так, лет 30 - 35 тому назад писалось, что для некоторых вновь синтезированных химических соединений легче заново провести исследование их свойств, чем отыскать результаты уже проведённых исследований. Правда, сейчас, в современных условиях очень много информации можно получить через Интернет.

У информационного обеспечения есть и другая, **не менее важная сторона – информационная безопасность** (в некоторых аспектах этого достаточно широкого понятия). Содержание и направление ОКР, проводимых фирмой (а также направление исследований, которые ведёт её исследовательский центр, если он имеется), относятся к важнейшим секретам фирмы, охраняемым со всей тщательностью, особенно от конкурентов. Ведь часто победителем в борьбе за рынок оказывается не тот, кто выпустил более совершенное изделие, а тот, кто просто оказался первым.

В этом смысле, наряду с обычной практикой, когда, например, вновь поступающие в фирму сотрудники дают обязательство неразглашения производственной тайны, или практикой засекречивания деятельности, представляющей государственную тайну, которую охраняют специальные службы, принимаются специфические меры. В помещения, где работают конструкторы, не допускаются посторонние без специальных разрешений и без сопровождения. Аналогичные меры принимаются по опытному производству и испытательным лабораториям, полигонам, аэродромам и т.п.

Организуется тщательный учёт экземпляров выпускаемой на бумаге документации. При компьютерном проектировании с использованием локальной сети она изолируется от внешних связей, а даже для внутреннего

доступа организуется ступенчатая система допуска с паролями. При необходимости использования почтовых, междугородних телефонных или компьютерных коммуникаций принимаются меры, исключающие или по меньшей мере затрудняющие доступ посторонних к содержанию сообщений. Задерживается или даже полностью исключается оформление патентов на изобретения, сделанные в ходе ОКР или при подготовке к ней (к этому вопросу обычно возвращаются после начала производства и продаж нового изделия, если хотят защитить заложенные в нем решения от несанкционированного использования).

Кроме ТЗ и КД, посторонним ограничивается доступ и к другим документам. Так, много информации можно извлечь из перечня договоров, заключенных фирмой на оказание услуг или поставки материалов, комплектующих изделий и оборудования. Совсем откровенной является документация о результатах испытаний образцов (акты, протоколы, отчёты).

Иной раз засекречиваются даже имена специалистов, приглашённых фирмой для ведения ОКР, особенно, если это известные люди, список которых сам по себе может дать достаточно полное представление о том, зачем их могут собрать в одном месте (такая мера, в частности, была в составе прочих мер секретности при организации «манхэттенского проекта» – создания американской атомной бомбы). Ну и, конечно, принимаются меры скрытности при перевозке образцов на места испытаний или презентаций.

Однако руководитель, организующий эту деятельность, должен стремиться к разумному компромиссу (как, впрочем, и всегда). Он должен постоянно помнить, что «враг не дремлет», и что промышленный шпионаж на фирменном или даже государственном уровне есть факт сегодняшней жизни, от которого не уйти никуда. В то же время есть опасность так усложнить работу собственных сотрудников избыточными мерами безопасности, что от этого фирма больше потеряет.

Очередной вид ресурсного обеспечения – материальное обеспечение.

Хотя, казалось бы, что на свободном рынке можно купить всё, что нужно, было бы достаточно денег, следует помнить, что ложка дорога к обеду. И смысл материального обеспечения как раз и заключается в том, что все необходимые расходуемые материалы, комплектующие изделия и оборудование должны присутствовать в распоряжении исполнителей не позже того времени, когда в них появится необходимость.

Конечно, можно заранее набить склады всем, что только может когда-нибудь понадобится. Однако кто может сказать, особенно в начале ОКР по принципиально новому изделию, что из таких запасов пригодится, а что будет просто выброшенными деньгами. В СССР существовала практика составления и подачи заявок на материально-техническое снабжение в плановые органы, причём заявки на будущий год подавались почти в самом начале текущего года. Если для продолжения уже идущего производства такие заявки можно было составить достаточно достоверно, то единственным, что можно было делать для ведения исследований и ОКР, было только записать туда на всякий случай всё, что придет в голову. Поэтому разумный руководитель никогда не пойдёт по этому пути.

Осуществляя уже упомянутое стратегическое планирование деятельности конструкторской организации или подразделения, руководитель оценивает ориентировочную потребность в материальных ресурсах. Те из них, которые постоянно и без ограничений имеются на рынке, не должны привлекать его внимание. Он просто поручает соответствующей службе (подчинённой ему или обслуживающей фирму в целом) на основании сложившейся практики по расходованию обычно расходующихся материалов поддерживать на складе постоянные минимальные запасы.

Имеются, однако, такие виды материальных ресурсов, которых пока нет на рынке или которые просто выпускаются изготовителями по заказам.

Если потребность в таких ресурсах установлена вовремя, той же самой службе должно быть поручено оформление договоров на поставку. При этом нужно отследить как соответствие сроков поставки (не поздно, но и не слишком рано), так и качество поставки по согласованным с поставщиком техническим условиям. К таким ресурсам относятся новые материалы и комплектующие изделия, а также отдельные виды оборудования для опытного производства или испытаний. Ну и, конечно, нужно понимать, что поставки таких товаров требуют времени.

Еще один вид ресурсов – производственные ресурсы. Под ними понимается весь набор средств производства, необходимых для ведения ОКР.

В части оборудования этот вид пересекается с материальными ресурсами. Но есть и специфика – здания, сооружения и т.п.

Правда, заботы о производственных ресурсах в основном возникают либо при начальном становлении вновь созданной конструкторской организации (или подразделения), либо при серьёзном её расширении. Нужно где-то впервые разместить персонал, опытное производство, исследовательские и испытательные лаборатории, треки, полигоны и т.д. При расширении нужно изыскивать дополнительные площади.

Но и давно существующая организация не может быть полностью избавлена от таких забот. Здания и сооружения ветшают. Оборудование изнашивается и устаревает. Так что ремонт и техническое перевооружение не должны выпадать из поля зрения руководителя, даже если у него для этих забот есть специальный заместитель или помощник.

Следующий вид обеспечения – административно-хозяйственное обеспечение. Оно по существу призвано создавать нормальную рабочую обстановку, и к нему нельзя относиться высокомерно.

Персонал должен вовремя получать зарплату, командировочные документы и переписку. Копирование документов должно происходить без задержки и с нужным качеством. Расходные материалы (канцелярские принадлежности, бумага, дискеты для компьютеров, картриджи для принтеров, плоттеров и прочей техники и т.п.) всегда должны быть в наличии.

Должны бесперебойно действовать фотография, переплёт документов для архива, телефонная связь и компьютерные сети. Должно быть обеспечено необходимое транспортное обслуживание. Помещения должны регулярно убираться. Должны быть постоянно исправными освещение, отопление, водоснабжение и канализация.

Понятно, что само по себе это не происходит. Необходимы

соответствующие службы, люди и их средства производства. Конечно, за этим также может следить тот же заместитель или помощник, но и руководитель не может оставаться в стороне.

Наконец, последний вид обеспечения – научное обеспечение ОКР.

В отличие от предыдущих видов обеспечения, которые в основном опираются на собственные силы фирмы, здесь правилом является привлечение специализированных научно-исследовательских организаций или высших учебных заведений. Только очень крупные фирмы позволяют себе иметь собственные исследовательские центры.

Когда-то считалось, что начало ОКР само по себе означает предшествующее проведение научно-исследовательских работ, достаточных для успешной разработки новых объектов. В своё время Госкомитет по науке и технике СССР при составлении программ с названием «Создать и освоить в производстве... (далее следовало название объекта)» в наборе типовых этапов разрешал этап И1 (а всего их могло быть до И17), который назывался «Провести научно-исследовательские работы и выдать техническое задание на разработку». То есть, там, где начали работать конструкторы, учёным вроде бы больше нечего делать. На самом же деле всё далеко не так.

Даже если ОКР носит характер ограниченной модернизации, всё равно используются новые материалы и комплектующие изделия с новыми свойствами, в каких-то узлах находятся оригинальные технические решения, приходится считаться с новыми требованиями заказчика или законодательства. И естественно ставится вопрос – в какой мере применявшиеся ранее методы расчёта, конструирования и испытаний пригодны для изменившихся условий. А если он даже не ставится, учёные по своей инициативе непрерывно разрабатывают и предлагают всё более совершенные методы, мимо которых разумный руководитель ОКР проходить не вправе.

Поэтому такой руководитель предусматривает продолжение сотрудничества с учёными в ходе ОКР – научное сопровождение ОКР. Его предметом может быть разработка более совершенных методик расчётов прочности, устойчивости, надёжности и т.п. и участие в проведении этих расчётов. То же самое относится к методам испытаний, особенно, если в новом изделии придётся проверять степень выполнения требований, с которыми конструкторы встречаются впервые. Аналогичная ситуация возникает, когда в новом изделии ожидаются новые качества, оценка которых ранее не производилась. Так, в своё время нам пришлось всерьёз заняться методикой, которая позволяла бы при довольно краткосрочных испытаниях достоверно оценивать прирост производительности трактора за счёт автоматизации управления некоторыми его механизмами.

Часто в ходе испытаний образцов возникают необъяснимые отклонения характеристик объекта от ожидаемых значений или просто от нормы, в том числе по безопасности. Примерами таких ситуаций изобилуют испытания самолётов – достаточно напомнить о таких явлениях, как шимми переднего колеса трехколёсного шасси или флаттер. Здесь не обошлось без учёных, раз за разом находивших причины таких ситуаций и указавших способы борьбы с ними (к слову, от работ М. В. Келдыша по шимми пошла

цепь исследований, по результатам которых сегодня гарантированно обеспечивается устойчивость автомобилей).

Как правило, каждая конструкторская организация работает с практически постоянным кругом научно-исследовательских организаций или учебных заведений. Этот круг складывается по традиции, в том числе с учётом географической близости. Так, практически в каждом городе бывшего СССР, где имеется тракторный завод, имеется и крупный учебный институт, готовящий специалистов по тракторостроению (Минск, Харьков, Челябинск, Владимир, Волгоград и т.д.). Конечно, в конструкторских организациях этих заводов работает, в том числе среди руководителей, много выпускников этих институтов. Понятно, что здесь есть естественная основа сотрудничества, в том числе в форме проблемных лабораторий по тракторостроению в составе этих институтов. И зарубежные, особенно крупные фирмы стараются поддерживать контакты с ближайшими университетами и работающими в них учёными.

Успешное выполнение ОКР требует, чтобы всем видам ресурсного обеспечения было уделено должное внимание. Поэтому оценка потребности во всех видах ресурсов является одной из важнейших обязанностей руководителя. Однако здесь нельзя поступать по принципу «Запас карман не тянет». Чрезмерные запросы руководителя конструкторской организации или подразделения могут привести к тому, что или будут превышены возможности фирмы, или её руководство изменит свое отношение к целесообразности дальнейшего ведения ОКР в таком направлении или с таким руководителем.

Как видно, ресурсное обеспечение ОКР (как, впрочем, любого проекта) является важным и не простым делом. Оценка потребности в необходимых ресурсах, проведённая достаточно своевременно, позволит избежать серьёзных сбоев и задержек в ходе ОКР, не говоря уже об уменьшения угрозы полного провала из-за невозможности обеспечить её каким-то необходимым ресурсом («оттого, что в кузнице не было гвоздя»). Планирование этой потребности и организация самого обеспечения относятся к числу важнейших обязанностей руководителя ОКР.

И ещё раз нужно подчеркнуть, что самым главным и самым важным ресурсом для успешного ведения ОКР являются люди. Этот ресурс легко растратить и очень трудно пополнить.

Однако на этом его заботы не кончаются. Как уже говорилось, ОКР относится к деятельности проектного характера, а современные представления о таковой **неразрывно связаны с разработкой бизнес-плана**, являющегося необходимым для принятия решения о начале этой деятельности. Требуемые для проведения ОКР ресурсы в виде финансовых средств и времени выполнения обязательно войдут в расходную часть бизнес-плана для сравнения с ожидаемыми выгодами от результатов её реализации. И только положительные результаты этого сравнения могут дать «добро» началу планируемой ОКР.

Контрольные вопросы и упражнения для самопроверки к разделу «Ресурсное обеспечение»

1. Оцените примерную численность персонала конструкторской организации или конструкторского подразделения предприятия, знакомых Вам по предшествующей работе или по производственной практике. Теперь попробуйте, исходя из Вашего представления о среднем уровне зарплаты этого персонала, оценить годовой фонд зарплаты этих организации или подразделения.

2. Попробуйте выяснить, выпускники каких высших учебных заведений составляют большинство среди этого персонала.

3. Выясните в своей библиотеке или в библиотеке этой организации, какие научно-технические журналы выпускаются по проблематике, важной для ОКР, ведущихся в этой организации. Ознакомьтесь с содержанием этих журналов и решите, какие из них содержат больше информации, полезной для данных ОКР.

4. Для изделия – объекта Вашей диссертации попробуйте определить, какое оборудование необходимо для изготовления образца этого изделия в опытном производстве. Оцените, какие материалы и в каком количестве потребуются для этого.

5. Вспомните содержание последнего выполненного Вами курсового проекта. Какие теоретические знания понадобились Вам для его выполнения? Не возникло ли у Вас впечатления неполноты известных Вам теоретических сведений?

4. Распределение ответственности

- Кто сшил костюм?

- Мы.

(Из репертуара А. Райкина).

Никто, кроме руководителя, не может отвечать за правильность организации (а потом – за правильность выполнения) любой работы. Не являются исключением и ОКР.

ОКР – это серьёзная и сложная деятельность, складывающаяся из сотен, а может быть, и тысяч элементарных действий и результатов. Может ли руководитель, и только руководитель гарантировать безошибочное и своевременное выполнение этих действий и получение этих результатов?

Может, но только в том случае, если он должным образом распределил ответственность за достижение промежуточных целей (целей нижнего уровня по составленному дереву целей) между своими сотрудниками.

Современные принципы управления производственной деятельностью в числе многих понятий содержат понятие, которое по-английски называется «empowerment», что в ближайшем переводе на русский язык означает «делегирование полномочий». Содержание этого понятия имеет две стороны.

Первая означает, что каждый сотрудник организации или подразделения полностью отвечает за тот участок деятельности, который ему поручен. В соответствии с его должностным положением он сам обязан руководствоваться этим же принципом по отношению к своим подчиненным, и так сверху донизу. Благодаря этому в организации не остаётся ни одного не накрытого чьей-нибудь ответственностью участка. Всегда есть человек, отвечающий за своевременность выполнения любых необходимых действий и качество полученных результатов.

Для понимания другой стороны обратимся к историко-литературным аналогиям. В былые времена при королевских дворах Европы содержались мальчики для битья, которых секли, если юный наследник престола плохо учился. А в «Золотом телёнке» И. Ильф и Е. Петров создали гениальный образ зиц-председателя Фунта, регулярно садившегося в тюрьму за махинации своих нанимателей. Очень сомнительно, чтобы среди сотрудников организации или подразделения нашлись люди, согласные принять на себя такую роль мальчика для битья или зиц-председателя. Любой человек может отвечать только за свои действия или решения. Поэтому ответственность обязательно увязывается с правом принятия этих решений, которое может быть отнято у человека только в чрезвычайных случаях и вместе с ней.

Но отсюда вытекает и следующее обстоятельство. **Каждый сотрудник, имеющий в своем подчинении других сотрудников, отвечает не только за свои действия и решения, но и за то, насколько правильно он делегировал часть своих полномочий своим подчинённым.** Поэтому полезно попытаться рассмотреть некоторые особенности принципа «empowerment», не пытаясь, однако, выдать их за общие правила.

Первый уровень делегирования полномочий связан с заместителями руководителя. Распределение между ними ответственности за разные участки работы, как правило, является традиционным в каждой организации.

Если в ней одновременно ведутся ОКР по разным объектам, заместители могут быть ответственными каждый за свой или свою группу однотипных объектов. Может быть и так, что объекты хоть и разные, но достаточно близкие (только автомобили, тракторы или самолёты), и ответственность распределяется по группам однотипных проблем – узлы и агрегаты (также могут делиться на группы), общие компоновки, расчёты, вспомогательное или специальное оборудование, опытное производство и испытания, ресурсное обеспечение. Может быть и комбинация распределений, когда каждый заместитель отвечает и за свои объекты, и за свои проблемы.

Важно отметить, что в сфере ответственности руководителя остаются также вопросы координации деятельности своих заместителей и разрешение неизбежных противоречий между их решениями. Ведь если каждый из них ответственно подходит к решению порученных ему вопросов, но не согласовывает его со своими коллегами, объект может просто не получиться. Интересы общей компоновки могут предъявить трудновыполнимые требования к габаритам узлов и агрегатов, желание обеспечить прочность конструкции с лишним запасом может загнать в тупик компоновку, опытное производство будет требовать упростить конструкцию и изготовление деталей и узлов и так без конца. **Нахождение разумных компромиссов или принятие волевых односторонних решений целиком и полностью относится к компетенции руководителя.**

Дальнейшее делегирование полномочий «вниз» может быть организовано различными способами. Для сложившихся конструкторских коллективов в основном характерна иерархическая структура распределения ответственности. Каждому заместителю руководителя подчинена группа специализированных подразделений, решающих каждое свой круг однотипных вопросов (бюро, отделы, группы). В разных организациях они структурированы не одинаково. В тракторостроении среди этих вопросов, как правило, выделяются общие компоновки, агрегатирование, несущие системы, трансмиссии, ходовые системы, кабины, рабочее оборудование, гидравлическое оборудование, электрооборудование и т.д. В службе испытаний выделяются испытания отдельных узлов и систем и испытания тракторов в целом (здесь также может быть своя специализация – первичные испытания на собственной базе и сопровождение испытаний в специализированных организациях).

В этом случае заместители руководителя на ближайшем к себе уровне ответственности имеют руководителей соответствующих подразделений. Те, в свою очередь, могут выделить из числа своих ведущих сотрудников ответственных за решение отдельных, более мелких вопросов. Но и этот уровень ответственности может быть не последним, так как внутри подразделения эти вопросы могут потребовать групповых решений, для чего ведущие сотрудники могут быть поставлены во главе постоянных или временных групп из числа остальных сотрудников, каждому из которых может

быть поручено решение конкретных задач. Вот этот уровень, на котором сотрудник отвечает только за свои действия и решения, и является низшим.

В последнее время из практики конструкторских и других организаций, а также из литературы, особенно зарубежной, стал известным другой принцип делегирования полномочий – матричный или командный. Он исходит из того, что правильное решение любого, в том числе узкоспециализированного вопроса, требует комплексного подхода. А такой может быть организован только с привлечением специалистов необходимых различных профилей. Иерархическая структура ведения работ оставляет только один путь для комплексного подхода – разнопрофильные специалисты работают по указаниям своих руководителей, так что для получения этих указаний заинтересованный ответственный исполнитель вынужден обращаться «по команде» к своему руководителю и так далее до того уровня, на котором замыкаются подчинённости инициатора и необходимого специалиста. Если учесть, что этим уровнем может оказаться уровень руководителя организации, то понятно, что здесь трудно ожидать необходимой оперативности. Правда, в практике сложившихся организаций координация «по горизонтали» между заместителями, руководителями подразделений или даже ведущими исполнителями существует и не возбраняется, но кто поручится, что в каждый данный момент у них не могут быть разные представления о приоритетах по решаемым вопросам или по выбору решений.

Поэтому для достижения целей высшего или более низких уровней формируются временные команды из числа специалистов разных необходимых профилей. В каждой команде из наиболее опытных и знающих назначаются лидер и координатор. Первому поручается распределение ответственности по частям решаемой задачи («что делать»), а второму – координация действий членов команды и полученных ими результатов («как делать»). При этом каждый специалист организации может входить в несколько команд, играя в них разные роли – в одной он лидер, в другой координатор, в остальных рядовой (на этом уровне) исполнитель. При этом должностное положение каждого формально не имеет значения.

Такая структура распределения ответственностей образует матрицу, столбцы которой соответствуют количеству целей данного уровня, а строки – персональному составу исполнителей (можно с указанием должностей). На пересечениях столбцов и строк указываются роли каждого исполнителя в каждом столбце (пример такой матрицы в форме таблицы показан на рис. 2).

К преимуществам такого метода распределения ответственности относят прежде всего более гибкую и оперативную координацию при решении комплексных вопросов. Если сразу предусмотрено участие специалистов нужного профиля на соответствующих ролях, отпадает необходимость вынесения многих конфликтных ситуаций на более высокий уровень ответственности и принятия решений. Кроме того, этот метод позволяет проверить на выполнении ролей лидера и координатора всех специалистов, намеченных к повышению в должностях или претендующих на него. Им предоставляют возможность подтвердить готовность к работе на более

высоком уровне ответственности, после чего их должностной рост становится естественным и не вызывающим никаких недоумений.

Сотрудники	Обозначения ОКР			
	«Агат»	«Бук»	«Взлёт»	«Дельта»
Иванов В.А. – зам. гл. конструктора	лидер	координатор	исполнитель	исполнитель
Петров С.П. – зам. гл. конструктора	координатор	исполнитель	лидер	исполнитель
Смирнов Ю.А. – нач. бюро	исполнитель	лидер	исполнитель	координатор
Тулин Е.Т. – нач. отдела	исполнитель	исполнитель	координатор	лидер
Коваленко И.Р. – нач. бюро	исполнитель	исполнитель	исполнитель	исполнитель
Ахметов С.А. – нач. опытного цеха	исполнитель	исполнитель	исполнитель	исполнитель

Рис. 2. Матрица распределения ответственности на уровне организации

Естественно, что каждый участник команды, отвечающий за решение порученных ему вопросов, может организовать по такому же принципу команду из сотрудников, как непосредственно подчиненных ему, так и находящихся в подчинении у других. При этом, конечно, ему придется согласовывать привлечение «чужих» сотрудников с их руководителями, но при нормальных и здоровых отношениях внутри организации — это не должно встречать затруднений. Тогда вся работа структурируется по командному принципу вплоть до целей самого низкого уровня. Более опытные сотрудники становятся лидерами и координаторами своих команд и точно так же при успешном выполнении этих обязанностей набирают очки для последующего должностного роста.

Очевидно, следует сказать несколько слов о **рациональных принципах ведения командной работы.**

Первый из них заключается в том, что каждый член команды отвечает за получение ожидаемого от него результата и только сам выбирает способы и методы его получения (конечно, не выходя за определённые рамки). Эти методы и способы обсуждаются и тем более корректируются только тогда, когда в этом возникает необходимость (такие случаи будут рассмотрены ниже).

Второй заключается в том, что каждый член команды при планировании своей деятельности (в том числе деятельности организованной и руководимой им команды) обязан считать приоритетными действия, результаты которых обеспечивают возможность результативных действий других членов своей команды. Другими словами, он обязан не допускать простоя своих коллег в ожидании от него его результатов. Даже обязанность информировать коллегу о готовности своей части работы лежит на её исполнителе. Более того, не дожидаясь окончания этой части, следует знакомить коллег с принятыми по ходу работы решениями и промежуточными результатами, чтобы каждый,

кому предстоит вести общую работу дальше, тратил меньше времени на изучение того, что будет для него исходной информацией.

Третий принцип заключается в полной прозрачности действий каждого члена команды для коллег. Каждый имеет право знать, как продвинулся его коллега на пути к цели и какими средствами и методами он пользуется при этом. Это необходимо для того, чтобы у каждого было ясное представление о продвижении всей команды к общей цели, чтобы рациональные приёмы работы, найденные одним, стали общим достоянием, и чтобы неожиданные затруднения одного преодолевались общими усилиями.

Необходимо отметить, что структура команд должна соответствовать структуре дерева целей. Поэтому тогда, когда цели низших уровней носят объектный характер, может быть принята одна матрица командной работы, а когда они становятся проблемно-ориентированными, может быть сделан переход к другой матрице.

Поскольку пока рассматривался вопрос персонального распределения ответственности, молчаливо предполагалось, что содержание самого понятия «ответственность» вроде бы не должно вызывать недоумения.

Американский автор упомянутой книги “The 7 habits of highly effective people” Stephen R. Covey объясняет смысл слова “responsibility” (ответственность) как “response-ability” – способность к реагированию, адекватному отклику на изменившуюся ситуацию.

Это означает, что возложение на определённого человека ответственности за что-нибудь связано с ожиданием от него правильной реакции на все возможные стимулы деятельности. Тем самым ему оказывается доверие и даётся возможность принимать решения, которые заранее считаются правильными. Утрата такого доверия будет означать в первую очередь лишение этого права. А все административные синяки и шишки – дело второстепенное. Поэтому принять на себя ответственность означает готовность решать вопросы и обещание, что их решения будут правильными.

При этом стоит отметить, что в отечественной практике ОКР сложилась система перестраховки при решении конструктивно-технологических вопросов. Согласно стандартам ЕСКД в основной надписи каждого документа должны присутствовать по меньшей мере три подписи лиц в строках «Разработал», «Проверил» и «Утвердил». До сих пор мне не совсем ясно, кто из них за что отвечает и как сохраняется этот порядок при компьютерном безбумажном оформлении чертежей. В то же время мне когда-то рассказали, что в известной французской моторостроительной фирме «Берлие» один человек только за своей подписью выпускает рабочие чертежи всех поршней и кокилей для их отливки и технологические инструкции на все операции по изготовлению поршней. Вот это и есть пример полной ответственности и весомого присутствия в команде.

Умение подбирать команду относится, на мой взгляд, к одному из главных качеств руководителя. История науки и техники показывает много примеров не просто удачного, а даже блестящего подбора команды. Достаточно вспомнить, как Эйнштейн и Оппенгеймер выбрали исполнителей «Манхэттенского проекта», а Курчатов – команду создателей советского ядерного оружия. Отдав должное обстоятельствам, позволившим

вести отбор лучших из лучших, согласимся, что собрать такие команды было не просто. Менее известно, кто входил в состав команд у таких крупных руководителей ракетных проектов, как Королёв, Янгель, Челомей или известные генеральные и главные авиаконструкторы Туполев, Ильюшин, Лавочкин, Микоян, Яковлев и другие. Однако можно не сомневаться, что это были талантливые и добросовестные люди.

Если руководитель по праву находится на своём месте, то его не должно пугать присутствие рядом с ним людей с высокими деловыми качествами, даже в чём-то превосходящих его. Если такие люди признают его руководство, значит, он этого стоит. И тогда наличие рядом с ним такой команды подтверждает его уровень как руководителя.

На этом можно завершить рассмотрение вопроса о персональной ответственности, возлагаемой на людей. Перейдём к ответственности корпоративной (коллективной), которую по определению несут специализированные службы или подразделения. Конечно, и у них есть руководители, отвечающие за деятельность этих служб. Однако она по своему содержанию практически не зависит от направления конкретной ОКР.

В каждой конструкторской организации есть **служба нормоконтроля**. Её представитель подписывает каждый документ, включенный в состав КД. Эта подпись означает, что в этом документе отсутствуют какие-либо нарушения действующих стандартов и правил, относящихся к оформлению, выбору значений каких-то определённых размеров или их допустимых отклонений, назначению материалов или видов обработки и т.д. В своё время на этот счёт действовали Государственные стандарты СССР (ГОСТ'ы), причём в тексте каждого была фраза: «Несоблюдение стандарта преследуется по закону». Сейчас в этом отношении законодательство помягче, и обязательными к исполнению оставлены только стандарты безопасности, экологии и других общественно значимых направлений.

Однако это не означает, что каждый конструктор или каждая организация вправе устанавливать свои правила, например, по оформлению чертежей.

Такие чертежи могут просто не понять в другом месте, поэтому по умолчанию ЕСКД признаётся действующей и все наши конструкторы продолжают работать в её рамках. Точно так же признаются ГОСТ'ы на материалы, их свойства и обозначения, что даёт возможность изготовителям и потребителям говорить на одном языке.

Несколько особо здесь стоят так называемые стандарты предприятия (завода, компании и т.п.). Они обязательны к применению и в основном имеют вид некоторых ограничений. Так, из числа возможных исполнений такой массовой крепёжной детали, как гайка, ограничивается выбор типов, размеров по резьбе и по высоте, материалов, покрытий и т.д. Это делается для того, чтобы сократить номенклатуру покупных изделий, материалов, специального инструмента, технологий и т.п. Часто такие стандарты носят название нормалей.

В конце 50-х приказом главного конструктора П. Н. Тарасова был введён в действие ряд нормалей ограничительного характера, в том числе нормаль по пружинам, разрешённым к применению при новом

проектировании. В это же время ОКБ получило задание воспроизвести в металле один из сохранившихся агрегатов самолёта-шпиона У-2, сбитого 1 мая 1960 года над Уралом. Агрегат разобрали, тщательно обмерили все детали и выпустили чертежи.

Однако служба нормоконтроля категорически отказалась пропустить один из них – чертёж пружины, не совпадавшей ни с одной из разрешённых по действующей нормали. Понадобилось специальным приказом главного конструктора дополнительно, в порядке исключения, ввести такую пружину в нормаль (кстати говоря, её потом применяли в других изделиях).

Вообще-то деятельность службы нормоконтроля имеет ещё и воспитательный характер. Её придирчивость и неуступчивость могут сначала раздражать, особенно неопытных новичков. Но спустя какое-то время её требования просто становятся и понятными, и нетрудными. Благодаря ей вся документация организации становится одностильной, как бы отражая лицо фирмы.

Следующая служба отвечает за учёт, хранение, производство и достоверность документации. Особо остановимся на последнем.

К сожалению, но, как правило, в процессе подготовки производства нового изделия и даже в ходе выпуска давно освоенного изделия возникает потребность вносить изменения в действующую КД. Не касаясь причин этого явления, скажем только, что эти действия могут производиться только с ведома, согласия и руками конструкторской организации. Оформляются специальные документы – изменения, и в соответствии с ними вносятся необходимые исправления в те или иные чертежи или текстовые документы. И здесь нужно отследить, чтобы эти исправления попали во все экземпляры документов, находящиеся в разных местах (часто вместо исправления старого выпускают новый документ, которым нужно заменить все экземпляры старого). Для этого нужно вести учёт всех разосланных по фирме и за её пределы документов и чётко выполнять процедуру корректировки или замены, не допуская, чтобы где-нибудь остался неисправленный или устаревший документ.

Наверное, нет необходимости после того, что было сказано в разделе о ресурсном обеспечении, пояснять ответственность и обязанности служб материального, информационного или административно-хозяйственного обеспечения. А вот служба инженерного обеспечения заслуживает отдельного рассмотрения.

Какая-то часть её обязанностей связана с поддержанием работоспособного состояния зданий, сооружений и оборудования, которым пользуется организация. Это очевидно, а неочевидно то, что эта служба должна отвечать за своевременное информирование руководства о появлении новых технических средств, которые могут оказаться более эффективными, чем применяющиеся, и совместно с руководством решать вопрос приобретения этих средств. Затем она обеспечивает монтаж, наладку и пуск этих средств и при необходимости организует обучение сотрудников.

К обязанностям этой службы у нас традиционно относят обеспечение безопасности работы. Оно складывается из контроля за состоянием зданий,

сооружений и оборудования, за соблюдением сроков и полноты ремонтно-профилактических мероприятий и за выполнением всеми сотрудниками правил безопасного ведения работ. Кстати говоря, обучение сотрудников этим правилам также входит в её обязанности.

Служба опытного производства также имеет неочевидные обязанности. Кроме того, что она отвечает за своевременное изготовление образцов в полном соответствии с КД, у неё есть ещё одна важная миссия. Она обязана оперативно информировать конструкторов об ошибках и неувязках в КД, которые обнаруживаются при разработке технологии или при изготовлении деталей или сборочных единиц (примеры таких ошибок бесчисленны, но всё-таки можно показать, что несоответствие между маркой стали и указанной термообработкой обнаружит технолог, он же или уже рабочий-станочник уткнутся в отсутствие какого-то размера, невозможность вставить ось диаметром 20 мм в отверстие другой детали диаметром 18 мм скорее всего обнаружат на сборке узла, а то, что рычаги или трубопроводы одного узла упрутся в корпус другого, будет установлено только при сборке всей машины). Конечно, конструкторы обязаны сами не допускать таких ошибок, но безошибочно действующие роботы ещё не скоро заменят людей. Поэтому опытное производство обязано немедленно посылать сигнал обратной связи о таких казусах.

Другая сторона ответственности опытного производства в лице его технологов – **своевременная предварительная оценка технологичности** разработанной конструкции, под которой понимается прежде всего возможность организовать производство нового изделия с минимальными затратами на замену оборудования и технологий. Затем должны оцениваться сложность и трудоёмкость изготовления нового изделия, в том числе по сравнению с выпускаемым, если такое имеется. Всё это нужно для того, чтобы конструкторы заранее знали, что может вызвать неудовольствие у технологов и руководителей основного производства и какие компромиссы нужно принимать сразу или готовить в запас.

Наконец, неочевидные обязанности (и ответственность) есть и у испытательной службы. Помимо проведения испытаний объектов и их составных частей и сопровождения испытаний во внешнем мире (у заказчика или в специализированных организациях), что имеет свои правила и традиции, у этой службы есть обязанность вовремя обнаруживать явные или скрытые дефекты изделия и давать конструкторам обоснованные рекомендации по их устранению. Для этого специалисты службы обязаны знакомиться с конструкцией изделия ещё на стадии чертежей и добиваться полного понимания его устройства и принципов действия. Часто даже говорят, что хороший испытатель знает работу изделия лучше, чем конструктор.

Ещё один вид ответственности – метрологическое обеспечение ОКР. Не скрою, наличие здесь слова «обеспечение» заставило выбирать, не описать ли этот вид в предыдущем разделе. Однако термин «ответственность» показался мне более весомым.

Эта ответственность возлагается на специалиста, исполняющего обязанности главного метролога организации или подразделения, и его сотрудников. Смысл метрологического обеспечения – обеспечение единства

измерений в КД, в опытном производстве и при испытаниях. Наверное, здесь вряд ли стоит подробно разбираться в этой проблеме. Отмечу только, что главный метролог работает на основании действующих нормативных документов, в том числе стандартов предприятия, и его указания обязательны для всех сотрудников.

А по существу главный метролог как раз и отвечает за то, чтобы его указания были правильными и выполнялись. Кроме того, в его обязанности входит контроль за своевременной поверкой действующих средств измерений и аттестацией вновь применяемых.

Главный вывод этого раздела состоит в том, что успех любой деятельности, в том числе и ОКР, зависит от того, насколько все её составные части накрыты ответственностью компетентных и авторитетных сотрудников, умеющих отвечать за порученное дело. А организация такой всеобъемлющей ответственности по всем составным частям и на всех уровнях целей является главной обязанностью первого руководителя. Опорой здесь могут служить его компетентность и умение не только подбирать нужных людей, но и доверять им принятие решений, особенно по выбору методов и средств, а также осуществлять такое же делегирование полномочий на более низкие уровни дерева целей.

Контрольные задания

к разделу «Распределение ответственности»

1. Попробуйте вспомнить или выяснить структуру известной Вам конструкторской организации по специализированным подразделениям и по подчинённости заместителям руководителя. Изобразите эту структуру в виде схемы.

2. Представьте, что Вам поручено организовать какую-то разработку. Кого из своих знакомых, например, из числа соучеников, Вы бы пригласили для участия в ней? Как бы Вы распределили обязанности между ними?

3. Представьте, что на Вас возложена ответственность за инженерное обеспечение знакомой Вам конструкторской организации. Что бы Вы стали делать в первую очередь?

4. Приходилось ли Вам знакомиться с деятельностью нормоконтроля? Как Вы оцениваете её?

5. Оценка действий и последствия ОКР

*Крошка сын
к отцу пришёл,
и спросила кроха:
-Что такое
хорошо
и что такое
плохо?
(В.Маяковский)*

*-А что я с этого буду иметь?
(Любимый вопрос одессита)*

Опытно-конструкторскую работу делает много людей. Они различаются по характерам, интеллекту, опыту и ещё по многим и многим признакам. Однако для того, чтобы эти естественные различия людей не мешали им делать общую работу, необходим некий свод единых правил, по которым можно будет оценивать результаты их работы (в отличие от правил и ограничений, относящихся к содержанию самой ОКР и показанных выше).

Кроме того, им всегда полезно знать, какие последствия могут наступить в зависимости от того, какими будут эти результаты. Такова особенность человеческого фактора, и с ней нужно считаться.

Эти правила обычно формируются безотносительно к направлению и содержанию данной конкретной ОКР и являются как бы кодексом поведения всей конструкторской организации на все времена. Правда, в каждом отдельном случае может появиться своя специфика, которая заставит внести определённые коррективы в этот кодекс. Главное же заключается в том, что эти правила должны быть чётко сформулированы для единого общего понимания и известны всем сотрудникам без исключения.

Первая часть этих правил должна относиться к обеспечению должного качества выполнения обязанностей. Здесь нужно понимать, что качество сегодня является общим принципом добросовестной работы везде и во всём, а применительно к ОКР в целом будет оцениваться тем, насколько точно выполнены требования технического задания. Поэтому для каждого исполнителя эти правила должны быть доведены в такой форме и с таким содержанием, чтобы каждый, пусть самый вроде бы незначительный результат мог оцениваться по тому, как он повлияет на качество ОКР в целом.

Требования технического задания, как правило, записаны в форме ограничений терминами «не более» или «не менее». Выполнение этих ограничений рассматривается как безоговорочное, но при этом отнюдь не возбраняется и даже должно поощряться любое перевыполнение, если оно будет достигнуто не за счёт других требований. Если разработчику узла или механизма удастся найти новые решения, благодаря которым этот узел или механизм станет компактнее, легче, проще в изготовлении или в обслуживании, не потеряв при этом надёжности или величины КПД, эти находки стоит приветствовать. Однако немедленно нужно проверить, как эти находки скажутся во взаимодействии с другими компонентами изделия на его

показателях в целом. Но, тем не менее, сама атмосфера организации должна быть исключительно благоприятной для поиска свежих, нестандартных решений, сфокусированных, однако, на общей цели создания объекта высокого качества.

Зачастую при этом может возникнуть коллизия, при которой такое решение может оказаться причиной неочевидных с первого взгляда ухудшений конечного результата. В этом случае последствия зависят от того, кто и когда обнаружит эти ухудшения. Если сам разработчик такого решения спустя какое-то время обнаружит его несостоятельность для данных условий, честь ему и хвала и никаких упреков. Скорей можно упрекнуть того, кто должен был и мог увидеть неприемлемость предлагаемого решения, но не сделал этого. В любом случае эти рассуждения являются подходом к двум правилам из системы оценки действий:

1. Творческий поиск поощряется.
2. Возможная ошибка от использования предложения, сделанного в результате такого поиска, ставится в вину не автору предложения, а тому, кто находится на более высоком уровне компетентности и обязан глубже и дальше просматривать последствия решений.

Теперь стоит поподробнее рассмотреть понятие «ставится в вину».

Его глубокий смысл состоит в том, что в систему оценки введён разумный компромисс. С одной стороны, нельзя допускать расхлябанности и всепрощенчества. С другой – люди, боящиеся под угрозой строгих наказаний совершить хоть малейшую ошибку, никогда не создадут ничего понастоящему прогрессивного, содержащего хоть что-нибудь неизведанное.

Поэтому и само понятие ошибки должно трактоваться как неправильное использование исполнителем тех знаний и умений, которыми он должен обладать для своей работы (а если он ими не обладает, то это уже ошибка того руководителя, который поручил ему эту работу). Так что последствия предлагаемого решения, выходящие за пределы этих знаний и умений, должны оцениваться с более высокого уровня компетентности, если он существует для данных обстоятельств (напомним примеры, приведённые выше при рассмотрении научного сопровождения ОКР – кому можно было поставить в вину появление на самолётах шимми передних колёс трёхколёсного шасси или флаттера?).

Здесь возникает ещё один аспект этой проблемы. Всегда в организации будут работать люди с разным уровнем опыта и знаний, и при этом даже самый высокий может оказаться недостаточным для новых подходов и применяемых средств. Поэтому принцип «непрерывного совершенствования», ставший практически базовым в передовом бизнесе развитых стран, в организации, обязанной по своему статусу и стремящейся постоянно находиться на острие научно-технического прогресса, должен трактоваться как наличие постоянно действующей системы повышения квалификации сотрудников в форме образовательно-тренировочных программ.

Как правило, ответственность за эту систему должен нести первый руководитель. Реализуемые в её рамках программы могут включать, например, изучение и освоение новых методов компьютерного проектирования, составление и обсуждение обзорных рефератов по тематике

организации, лекции ведущих специалистов (своих и приглашённых) по специальным вопросам. Учитывая сложившуюся у нас неэффективную практику изучения иностранных языков в обычных школах и высших учебных заведениях, не вредно включить в систему и этот вопрос.

Конечно, вопрос качества применительно к ОКР относится к достаточно тонким и деликатным. Ясно, что наличие в чертежах и текстовых документах грубых ошибок просто недопустимо и с этой точки зрения не рассматривается. А какой результат ОКР даже с безошибочно выпущенной документацией можно считать обладающим высоким качеством, сказать очень непросто. Скорей всего это выяснится значительно позже по тому, как поведёт себя при использовании объект, созданный в этой ОКР.

Следующий аспект оценки деятельности исполнителей связан со временем. Понятно, что ОКР спланирована по срокам достижения промежуточных и генеральной целей, и каждая задержка может привести к серьёзным затруднениям. Однако чрезмерное поощрение ускоренных темпов чревато появлением извечного конфликта с качеством, которое проявится большим количеством тех самых ошибок. Здесь полезно напоминать известную мысль: *«Если ты сделал быстро, но плохо, все скоро забудут, что ты сделал быстро, но долго будут помнить, что ты сделал плохо. Если ты сделал медленно, но хорошо, все скоро забудут про «медленно», но надолго запомнят, что ты сделал хорошо»*. **Поэтому особым уважением должны пользоваться люди, которые умеют делать быстро и хорошо.**

Два основных аспекта оценки – качество и скорость – производят целый ряд вторичных принципов. Они в какой-то степени больше моральные, чем организационные, но речь идёт о взаимоотношениях людей, делающих совместную работу, и здесь мораль не менее важна, чем всё остальное.

При командной организации работ очень важным является взаимодействие между членами одной команды и между разными командами.

Принципы этого взаимодействия описаны выше в разделе о распределении ответственности. Нарушение этих принципов, приведшее к задержкам или затруднениям в чьей-либо работе, следует считать серьёзным нарушением качества работы. Скорость её, как правило, в целом также снижается.

Общим принципом должно стать широкое и незамедлительное распространение новых прогрессивных приёмов работы. В их числе может быть отыскание и освоение новых программных продуктов планирования, расчёта и проектирования, а также нахождение и распространение информации о новейших достижениях науки и техники, которые могут оказаться полезными в данной ОКР. Такая инициатива должна поощряться и становиться известной всем без исключения.

Конструкторская организация чаще всего состоит из ряда профильных подразделений, специализированных на своих вопросах. При взаимодействии между ними или между их специалистами вполне возможна ситуация, когда специалист вносит предложение по вопросу, не относящемуся к его собственному «ведомству». Здесь должен работать принцип уважения к мнению со стороны, которое должно рассматриваться **как предлагаемая помощь, внимательно и оперативно, без высокомерия и неприятия** «не

глядя». Пусть это предложение или мнение окажется несостоятельным и будет опровергнуто, но профессионально, аргументированно и доброжелательно. Тогда у других не будет навсегда отбито желание «лезть в чужой огород», и не исключено, что когда-нибудь появится такое настолько ценное предложение, которое с лихвой окупит все издержки терпеливого рассмотрения каждого предложения, даже безусловно отвергнутого. При этом не должно существовать никаких искусственных ограничений и препятствий.

Нахождение и реализация лучших решений сразу, в ходе самой ОКР должны стать желательными и обязательными.

Хочу привести один пример того, как это правило намеренно отвергалось. Более 30 лет тому назад мне было поручено руководством министерства возглавить комиссию для разбора типичной для тех времён коллизии – один тракторный завод подготовил переход к производству новых кабин, но попросил для этого увеличить ему фонды на металл из расчёта по 400 килограмм на каждую кабину (поясняю для современного читателя – в те времена всё без исключений и остатков распределялось заранее в виде фондов, и появление такого запроса с итоговой цифрой в тысячи тонн повергло чиновников министерства и Госплана в ужас). С группой высококвалифицированных сотрудников ряда институтов и других заводов мы приехали на этот завод и стали разбираться в чертежах новой кабины и в ситуации с действующим производством. Через четыре дня напряжённой работы мы пришли к выводу, что новую кабину действительно нужно как можно скорее ставить на производство взамен старой, которая перестала соответствовать всем мыслимым стандартам и требованиям, но в чертежи был заложен такой избыток металла, что это просто лезло в глаза. Там, где можно было поставить лист толщиной 0,5 мм, был взят двухмиллиметровый. Там, где можно было заложить деталь, гнутую из листа, применялась толстостенная поковка. Там, где можно было придать детали форму, позволявшую вырубить её из листа с минимальными отходами, применялась форма, при которой 75 % заготовки уходило в отходы. Итоговая оценка показала, что на новую кабину действительно и оправданно нужно больше металла, но не на 400, а всего лишь примерно на 150 килограмм.

С результатами своей оценки мы пришли к главному конструктору завода. В ответ он отдернул штору на окне своего кабинета, показал нам стопу бумаг на подоконнике и сказал, что все эти бумаги содержат предложения по снижению расхода металла на кабину. Однако у них действует порядок, по которому такие предложения не рассматриваются до начала производства. Кстати, он добавил, что общая экономия по этим предложениям примерно совпадает с нашими оценками. Потом последовал вопрос уже в жалобном тоне: «А что мне делать, если трактор стоит на производстве 17 лет, а каждый год дают очередное задание по снижению металлоёмкости на 2 %?»

Этот пространный пример приведён как иллюстрация того, что может быть в организации при такой установке. Конструкторы настроены не на отыскание лучших решений, а на закладку скрытых резервов, которые потом можно будет понемногу извлекать за соответствующее поощрение.

Вред от этого можно даже не анализировать.

Выполнение принципов эффективной и добросовестной работы

должно стать обязательным, а их нарушение следует рассматривать как серьёзный проступок. Спрос за него должен быть тем больше, чем более высокое должностное положение или квалификацию имеет провинившийся. Во многом существование таких принципов, знание их всеми сотрудниками без исключений и безоговорочное выполнение зависят от первого лица организации, от того, насколько они исходят из его поведения в отношениях с сотрудниками.

Теперь рассмотрим другую сторону влияния человеческого фактора на рациональную организацию и качественное выполнение ОКР. На неё указывают практически все зарубежные авторы публикаций по менеджменту, особенно в той его части, которая относится к управлению проектами. Она сводится к тому, что каждый проект, в том числе и ОКР, должен содержать оценку последствий, вытекающих как из его успешного выполнения, так и из возможного провала (по существу, в виде стимулов и антистимулов).

Считается, что эти последствия должны быть сформулированы для разных уровней, начиная от каждого сотрудника конструкторской организации до самого верха фирмы (о последствиях на региональном или государственном уровне можно не беспокоиться). И они должны быть известны, по крайней мере, тем, кого они могут касаться.

В чём же могут состоять эти последствия для сотрудников, как в случае успеха, так и в случае неудачи? Прежде всего, практикуется и вполне оправданно материальное поощрение за вовремя и качественно выполненную работу. В этом нет ничего зазорного. Важно только, чтобы при таком подходе не было никаких признаков волокиты или самодурства, что просто извращает саму идею такого поощрения.

В былые времена советские министерства завели порядок поощрения за выполнение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ из централизованных фондов. Это было задумано, как стимул научно-технического прогресса через концентрацию усилий на основных направлениях и поощрение весомых результатов. Однако заложенные в этом порядке свойства быстро показали свою неэффективность.

Сначала на каждый год составлялся перечень работ, которые могли претендовать на такое поощрение, и указывалась его предельная величина.

Затем по результатам года делались представления для принятия министерством решений о выплате. И тут оказалось, что и на том, и на другом этапе решающим оказывалось мнение чиновников, зачастую не имевших ни малейшего представления о существовании работы и иной раз проявлявших неприкрытое самодурство.

Поэтому очень скоро были найдены рецепты гарантированного достижения требуемых результатов. На стадии составления перечня в него вносилось по максимуму всё, что можно. При этом само планирование работ шло под флагом отыскания для каждой темы или этапа такого названия, которое бы не вызывало у чиновников никаких сомнений в необходимости и прогрессивности. В итоге даже после исключения из представленного списка части позиций (как правило, не худших, а просто не понравившихся) в перечень кое-что всё-таки попадало. А так как все планы всегда выполнялись,

остальное было делом техники. Нужно было только точно ловить момент, с какими бумагами, когда и к какому чиновнику приходить за визой или подписью. Вместо стимула система стала спортом, в котором удавалось иной раз выиграть для себя и своих сотрудников некоторую сумму.

Отсюда следует, **что система материального поощрения работает только при двух обязательных признаках. Во-первых, величина этого поощрения должна стать известной всем сразу, при начале работы. При этом может быть показана возможная градация в зависимости от качества, скорости, наличия нарушений и т.д. Во-вторых, выплата причитающихся в порядке этого поощрения сумм должна быть незамедлительной и в полном объёме.** При этом выплата может происходить в форме обычного рядового факта, не привлекающего особого внимания – сделали и получили положенное. А можно придать этому акту и некоторую торжественность – смотрите все, что следует за хорошей работой.

Немаловажным стимулом может быть и должностной рост. Выше, при описании матричного (командного) принципа организации работы, уже упоминалось, что неоднократное успешное выполнение сотрудником ролей лидера или координатора, порученных ему в составе разных команд, вполне может считаться достаточным основанием для перевода его на более высокую должность. Для новых сотрудников, особенно малоопытных, качественное исполнение рядовой роли послужит поводом для поручений им более ответственных ролей координаторов или лидеров при очередном формировании команд. Соображения по этому поводу обсуждаются на уровне руководства и обязательно доводятся до заинтересованного сотрудника (а ещё лучше – для всех, чтобы последующие кадровые решения не были неожиданными ни для кого).

Обратный ход – понижение в должности – в организации с нормальными отношениями и здоровой атмосферой выглядит как чрезвычайное происшествие. Отечественное трудовое законодательство с крайним подозрением относится к таким коллизиям, и здесь руководителю следует быть очень осторожным. Насколько мне известно, в зарубежной практике такие меры не приняты. Сотруднику, впервые допустившему серьёзный промах, его руководитель (шеф, босс) заявляет: «Я сожалею». В следующий раз ему говорят: «Я очень сожалею», и на своём рабочем месте он находит конверт с деньгами под окончательный расчёт и с уведомлением руководства о том, что оно благодарит его за проделанную работу, но больше не нуждается в его услугах. И никакой профсоюз не заступится за него, тем более, что подписанный им при приёме на работу контракт такую ситуацию предусматривал.

Мы рассмотрели последствия на личном, персональном уровне. Однако не менее полезным считается указание последствий на более высоких уровнях. Для конструкторского подразделения фирмы и для самой фирмы эти последствия могут быть разными, в зависимости от ситуации. И дело не в конкретном содержании тех или иных изменений, которые могут произойти как следствие успеха или провала данной ОКР, а в том, насколько силен дух корпоративной гордости за свою фирму, за своё подразделение.

Хотя, наверное, связь между успешным выполнением данного проекта

и увеличением весомости заявок на новые компьютеры вполне существует.

Здесь важно указать ещё на одно обстоятельство. В советские времена было широко распространено соревнование на всех уровнях. Отбросив формальную шелуху, которой оно в конце концов обросло, можно определить его как **конкурентную борьбу за некоторые дополнительные льготы и преимущества, которые доставались победителю, по существу – за счёт побеждённых**. При этом победа обеспечивалась не мобилизацией резервов или совершенствованием организации работ, а хитростями планирования и отчётности, которые стали настолько развитыми и изощрёнными, что в конце концов вытеснили саму первоначально прогрессивную идею. **Не знаю, глядя ли на нашу былую практику, или просто из разумных соображений, современные зарубежные специалисты категорически отвергают идею внутреннего конкурентного соревнования, в котором кто-то получает всё, а остальные – ничего. Взамен они предлагают меры, стимулирующие только общий успех, достигнутый в результате взаимодействия.**

Последствия на уровне фирмы от успеха или провала начатой ОКР указать, наверное, легче. Ведь ОКР – это, по существу, проект, для которого должен существовать бизнес-план, где чётко прописано, какие положительные эффекты могут произойти от реализации данного проекта. Соответственно, затраты на этот проект в случае его провала становятся прямыми убытками, не считая потерь от неполучения ожидавшихся эффектов. В той мере, в какой эти сведения не являются коммерческой тайной, они должны быть известны и сотрудникам конструкторского подразделения. При этом может быть указана и дополнительная связь между последствиями на уровне фирмы и на уровне конструкторского подразделения.

Например, успех данной ОКР подтолкнёт руководство фирмы к давно обсуждавшемуся решению расширить конструкторское подразделение, а это означает появление новых вакансий, в том числе руководящих, и т.д. Соответственно, непродуктивная работа подразделения может стать поводом к сокращению или замене некоторых специалистов другими.

Как бы то ни было, из сказанного выше вытекает общее соображение. **Все должны знать, что хорошо, а что плохо, и что будет следовать в каждом случае.** И не беда, если ожидаемые последствия каждый будет оценивать со своей точки зрения, опираясь на свои приоритеты, исходя из своего понимания места, занимаемого в общем деле. А насколько это может быть разным, показывает притча, прочитанная мной у кого-то из зарубежных писателей (к сожалению, не помню, у кого) и которой можно завершить этот раздел.

Некто, проходя мимо строительства собора, спросил у каменщиков, чем они занимаются.

- Я зарабатываю на хлеб себе и своей семье, - ответил один каменщик.*
- Я выкладываю стену, - ответил другой.*
- Я строю собор, - гордо ответил третий.*

**Контрольные задания
к разделу «Оценка действий и последствия ОКР»**

1. Если Вы в ходе производственной практики или по какому-то другому поводу ознакомились с деятельностью какой-либо конструкторской организации, можете ли Вы оценить работу её сотрудников по характеру взаимоотношений, духу сотрудничества или каким-то другим признакам?

2. Известны ли Вам примеры успехов или неудач этой организации?

3. Известно ли Вам, как эти успехи или неудачи отразились на последующей деятельности организации?

6. Мониторинг хода ОКР и историография

*Джентльмен приглашает
даму провести с ним уик-энд на
его вилле. В ответ дама спрашивает:
- А что мы будем делать днём?
(Старый анекдот)*

Итак, все вопросы планирования и организации ОКР вроде бы решены. Жизнь, конечно, подбросит ещё достаточно неожиданностей, требующих серьёзных или не очень корректив, однако с этим обычно все справляются с большим или меньшим трудом. Но теперь стоит рассмотреть, что же дальше нужно делать руководству, уже в порядке управления ходом ОКР, не допуская сбоев и уходов в сторону от намеченных целей.

Общие принципы управления чем бы то ни было, начиная от сложных больших систем, как общественных, так и технических, и кончая самыми простыми типа движущегося автомобиля (конечно, относительно простыми), указывают на жизненную необходимость наличия обратной связи, в данном случае – информации о результатах управления. Отмечается, что обратная связь должна быть достоверной и оперативной, доходящей до того уровня, на котором принимаются решения. Для управления таким объектом, как опытно-конструкторская работа, обратная связь так же необходима, но здесь её информативное содержание имеет две стороны.

Одна сторона связана с информацией о том, правильны ли технические решения, принятые в ходе ОКР. Отмечалось, что эта информация начинает появляться уже в ходе изготовления образцов. Ещё более информативны результаты испытаний, а максимум информации связан с производством и эксплуатацией изделий. Однако в данном случае речь пойдёт о другой стороне.

Она связана с тем, как выполняются правила, положенные в основу оценки действий исполнителей ОКР. В ней как раз и должна использоваться информация о ходе ОКР, структурированная в виде сведений о сроках фактического достижения промежуточных целей. Можно показать, что эти сведения на самом деле очень информативны и отражают реальный ход ОКР с большой достоверностью.

Напомним, что планирование работы включало в себя оценку времени, необходимого для достижения каждой цели. Это позволило получить календарный план выполнения ОКР в целом, который мог быть оформлен в различном виде. Это мог быть текстовый (табличный) документ, содержащий перечень целей (этапов выполнения) с указанием сроков достижения (для целей) или сроков начала и окончания (для этапов), а также с указанием лиц или служб, ответственных за эти результаты. Очень наглядным является представление плана работы в форме сетевого графика, позволяющего представить сразу всю структуру работы. Распространённой является также форма ленточной диаграммы (Гантт-диаграмма), на которой строки содержат перечень целей или этапов, а столбцы представляют собой развёртку

по времени с любым шагом (квартал, месяц, неделя, день –хоть по часам и минутам). Выполнение каждого этапа представляется в виде ленты в соответствующей строке с началом и концом, привязанными к определённым срокам.

Считая, что качество выполнения каждого этапа не может не соответствовать установленным требованиям, например, в соответствии с ТЗ, факт своевременного достижения поставленной цели является свидетельством нормального хода ОКР. И напротив, задержка по сравнению с планом требует немедленного реагирования как проявление некоторыхстораживающих симптомов. Либо при планировании не были в должной мере учтены объективные трудности данной ОКР, и следует немедленно произвести ревизию всего плана по оставшимся целям и этапам на предмет оценки его реальности в данных условиях. Здесь следует помнить, **что реальный, хотя и растянутый план всегда лучше искусственно форсированного, как правило, срывающегося и ведущего к спешке, а то и к обману.**

Либо кто-то из исполнителей допустил неоправданную задержку, и теперь она может проявляться и дальше, если не предпринять каких-то экстренных мер.

Поэтому важнейшим элементом управления ходом ОКР является мониторинг выполнения её этапов по времени. Он может быть организован по-разному. Наиболее надёжным является наличие специальной диспетчерской службы (например, в составе подразделения, ведущего планирование и отчётность конструкторской организации), которой поручено слежение за своевременным выполнением этапов плана. Эта функция может быть поручена отдельному лицу, подчинённому лично первому руководителю, или просто одному из сотрудников. В последнем случае **необходимо, чтобы он не входил в число участников данной ОКР и наблюдал её вроде как бы со стороны.**

Важно установить единый и чёткий порядок признания этапа выполненным. Если его результат является стартом для начала следующего этапа, тем более выполняемого другой командой или службой, оформляется документ о том, что кто-то сдал, а кто-то принял соответствующие материалы (чертежи или документы), признав их выполненными с надлежащими качеством и объёмом. Это достаточно достоверный факт, и он вполне может быть принят для мониторинга.

Такой порядок существовал в одном из институтов Зеленограда. Для его сотрудников он был понятным и естественным, однако они не скрывали, что отношения между руководителями смежных подразделений и мера взаимного доверия позволяли при необходимости произвести «авансовое» оформление приёмки-сдачи этапов, чтобы не навлекать особых неприятностей в случае каких-то незначительных задержек.

Если такая последовательная передача результатов не предусмотрена, признание этапа выполненным может происходить по другой процедуре. Исполнитель в любой установленной форме рапортует о выполнении этапа, а дальше всё зависит от того же духа доверия, свойственного организации. Либо факт представления такого рапорта признаётся самодостаточным, либо предусматривается подтверждение этого факта в какой-то форме (акт

комиссии, утверждение вышестоящим руководителем и т.п.).

Форма мониторинга может быть любой. Но наиболее целесообразно использование компьютеров и специальных программных продуктов, которые позволяют отслеживать своевременное выполнение сколь угодно развитого плана. При этом в случае задержки получения того или иного результата (отмечается по отсутствию вводимой отметки, подтверждающей такое получение) на экране появляется соответствующее уведомление (например, соответствующий элемент плана показывается красным цветом).

Мне были известны два таких продукта (только в англоязычной версии). **Первый носила название «Project Manager»** и отличалась тем, что на стадии планирования могла представлять работу как в форме сетевого графика, так и в форме Гантт-диаграммы. Кроме того, в этой программе был предусмотрен учёт расхода ресурсов, например, денежных, с раскладкой по этапам.

Другая программа называлась «ManagePro» и позволяла показать работу в виде дерева целей по основной опции «Цели». Кроме того, в этой программе присутствовали ещё две опции. Одна называлась «Действия» и позволяла планировать их в привязке к дереву целей в виде той же Гантт-диаграммы. Другая называлась «Люди» и позволяла отслеживать деятельность каждого участника работы по качеству и своевременности выполнения работ, а также по уровню ответственности (эта опция скорее относится к такому аспекту, как управление персоналом, и который затрагивается нами как бы вскользь).

Обе программы позволяли выводить на печать различные формы документов. В нашем случае это могут быть специальные отчеты о просроченных этапах с указанием ответственных исполнителей или руководителей команд. Важно только, чтобы результат такого мониторинга не сводился к административным мерам, а становился поводом для глубокого анализа причин задержки, прогноза дальнейшего хода ОКР и принятия мер по устранению причин, приведших к сбою.

Наверное, в последнее время появились и другие программные продукты такого назначения, но, к сожалению, у меня не было повода с ними познакомиться, и мне они не известны.

Разумеется, такой мониторинг должен быть организован на всех по возможности уровнях. **При этом степень формализации с понижением уровня может существенно уменьшаться.** Вряд ли необходимо, чтобы руководитель на уровне бюро, отдела или группы заводил активирование сдачи исполнителями каждого чертежа или даже пакета чертежей. Но следить за соблюдением установленных сроков выпуска документации он обязан.

Помимо контроля за своевременным выполнением этапов ОКР, в составе мониторинга крайне **полезна организация регулярных технических совещаний.** Они могут иметь любую организационную форму – заседания технического (или научно-технического) совета, совещания при руководителе, технического семинара и любую другую. На таких совещаниях стоит обсуждать вопросы содержания ТЗ, предлагаемые методы решения конкретных технических вопросов, результаты эскизного проектирования важнейших частей будущего изделия, информацию о результатах испытаний.

В результате будет расти уверенность в том, что ОКР выполняется не только в срок, но и на необходимом уровне качества. Для этого состав участников таких совещаний должен быть максимально широким, а ход ведения – максимально демократичным. Особенно полезно присутствие молодых, малоопытных сотрудников, которые только в такой обстановке увидят и услышат не только своего руководителя, но и других ведущих специалистов (в том числе приглашённых извне).

Важно, чтобы для проведения этих совещаний существовали общие правила (лучше – писанные). Они должны касаться порядка подготовки вопросов к обсуждению, регламента докладов и выступлений, процедуры принятия решений (если они предусматриваются – это вовсе не обязательно, так как вполне возможно, что руководитель, выслушав все мнения и поблагодарив за них, сообщает, что он примет своё решение). **Нечего говорить о моральной атмосфере, которая должна быть пронизана духом уважения ко всем мнениям, даже отвергаемым или заведомо неверным.**

Должны господствовать аргументы, а не эмоции, причём особенно недопустимы эмоции отрицательные и направленные на личность, а также упражнения в остроумии.

Благодаря таким совещаниям ход выполнения ОКР становится полностью прозрачным. Своевременно обнаруживаются и устраняются препятствия и затруднения, становится ясной логика принятия принципиальных конструктивных решений.

Теперь можно перейти [к вопросам историографии](#). Сам термин на первый взгляд кажется чужеродным даже для самого языка, на котором обсуждаются вопросы ОКР, однако это только на первый взгляд.

Речь идёт о том, что, сохраняя конечные результаты ОКР в виде итогового комплекта документации, важно сохранить и то, что в него не попало. А это тоже достаточно ценная информация. Она по существу состоит из двух блоков – решения, отвергнутые по каким-либо мотивам (конечно, не считая решений неработоспособных), и ход выработки этих мотивов в каждом случае – то, что называется кухней. Ведь нельзя исключать, что в следующий раз при разработке аналогичного объекта ситуация изменится так, что решение, отвергнутое тогда, станет оптимальным сейчас. Но для этого нужно точно знать, почему тогда было принято другое решение.

Следовательно, историография хода ОКР должна отражать в первую очередь логику принятия решений, чтобы впоследствии при изменении обстоятельств не прибегать к шаблону и слепому повторению, а использовать именно творческое содержание предшествующих разработок. При этом могут быть организованы разные уровни фиксации и хранения документов.

Один пример на эту тему сообщил мне много лет тому назад мой незабвенный старший коллега И. Я. Цвейбель, ещё незадолго до Отечественной войны работавший вместе с инженерами из Германии (был такой интервал в нашей истории примерно в 1940 году, который очень смахивал на флирт одностороннего характера). Оказывается, каждый из них имел рабочую тетрадь типа нашей конторской книги, в которой он ежедневно и пунктуально записывал всё, что делал в течение дня. Здесь же и только здесь рисовались рабочие эскизы, делались необходимые расчёты, помещались

выписки из документов. Тем самым вопрос историографии на индивидуальном уровне решался автоматически. Хозяин таких тетрадей даже спустя много лет мог безошибочно вспомнить вариант решения и мотивы его отклонения, или мотивы принятия того решения, которое пошло в документацию. Это, конечно, идеальное решение, но для его реализации всем придётся стать немцами. Боюсь, что здесь будут некоторые сложности.

Поэтому рассчитывать на такую сознательность каждого сотрудника не стоит. В некоторых случаях, правда, её воспитывают принудительно.

При ведении ОКР закрытого характера, например, в оборонных отраслях, часто устанавливают режим, разрешающий использование для любых целей (кроме непосредственного выпуска чертежей) только бумаги из специальных блокнотов или тетрадей с пронумерованными листами. Так что и секретные мысли не разлетаются куда попало, и заодно элемент историографии налицо.

Однако это всё частности, не подходящие на роль общего правила.

Оно может быть принято только для конкретной организации с опорой на соответствующие административно-организационные решения. Их смысл сводится к тому, что определённому сотруднику или группе сотрудников поручается ведение архива таких документов, как протоколы технических совещаний, предложения по вариантам конструктивных решений и результаты рассмотрения этих предложений, протоколы сопряжений (наверное, этот термин требует разъяснений – под ним понимается документ, в котором устанавливаются согласованные технические параметры взаимодействия различных составных частей изделия, проектируемых независимо друг от друга) и другие, не относящиеся к основному архиву конструкторской документации. Сюда же можно отнести копии распорядительных документов, относящихся к организации и ведению ОКР – решения о распределении ответственности, о составах команд (групп), о мерах по ликвидации отставания от плановых сроков и т.д.

Установление такого порядка имеет очевидный глубинный смысл.

Для того, чтобы такой архив возник и пополнялся, должны в обязательном порядке появляться отнесённые к нему документы. А это уже другая культура работы, другой уровень отношений между сотрудниками. Так что такое решение является не только административным, но и воспитательным.

Этот тезис можно пояснить дополнительно. При удачном выполнении ОКР появляется возможность отследить, какие именно решения и по чьей инициативе обеспечили достижение успеха. Тогда этот фактор становится дополнительным стимулом для творческой инициативы, которая перестаёт быть анонимной. С другой стороны, неудачный результат может быть проанализирован с целью отыскания того, не были ли напрасно отвергнуты разумные предложения. Тут этот фактор заставит не семь, а семьдесят раз отмерить, прежде чем отрезать – ведь кому захочется навсегда засесть в истории личностью, бездумно и безосновательно отмахнувшейся от лучшего в пользу сомнительного.

Полезно сохранять для истории информацию, связанную с планированием ОКР и отчётностью о ходе её выполнения. Наличие таких

сведений и их анализ существенно повышают достоверность планирования следующей ОКР такого же содержания. Если, например, на разработку конструкции какого-то узла в первый раз потребовалось три месяца, то в следующий раз аналогичный узел может быть разработан если не намного быстрее, то уж во всяком случае не дольше (или не намного дольше). С накоплением таких сведений достоверность планирования каждой очередной ОКР ещё больше повышается, доходя до практически безошибочной.

Таким образом **мониторинг и историография становятся совместно действующими и основными инструментами управления ходом ОКР**. При этом попутно формируется организационный задел для планирования и ведения следующих ОКР.

Отметим, что такой порядок усиливает ценность сотрудников, давно работающих в данной конструкторской организации. В их памяти может сохраниться ценнейшая информация о деталях и подробностях того или иного события или процесса, которая из-за своего неформального вида не попадает в протоколы и распорядительные документы, но позволяет более точно и осмысленно учесть имеющийся опыт. Не говоря о том, что такие сотрудники имеют, как правило, более высокую квалификацию, их мнение с опорой на память может оказать решающее влияние на принятие правильных решений.

Контрольные задания

к разделу «Мониторинг хода ОКР и историография»

1. Используются ли в известной Вам конструкторской организации какие-либо правила установления факта выполнения запланированных этапов или стадий ОКР?

2. Приходилось ли Вам присутствовать при обсуждении хода ОКР в какой-либо форме? Попробуйте сформулировать свои впечатления от этого обсуждения. Что Вам понравилось, а что бы Вы сделали не так?

3. Если в ходе такого обсуждения было отвергнуто какое-либо предложение, показались ли Вам убедительными мотивы такого решения?

4. Можно ли в архивах этой организации найти варианты конструктивных решений, не попавших в окончательные конструкции? Есть ли при этом возможность ознакомиться с мотивами непринятия этих вариантов?

7. Патентный поиск и патентная защита.

- Нет, это я первым сказал: «Э»!
(Н.В. Гоголь «Ревизор»).

В ходе ОКР как творческой деятельности появляется результат интеллектуального характера. Его и российское, и мировое законодательство относят к объектам, на которые может возникнуть право интеллектуальной собственности. Она может быть защищена на основе патентного законодательства, устанавливающего порядок этой защиты. В частности, в Российской Федерации таким законодательным актом является раздел VII части 4 Гражданского кодекса, называющийся «Права на результаты интеллектуальной деятельности и средства индивидуализации» и содержащий главу 72 «Патентное право».

Этот факт заставляет при завершении ОКР тщательно рассмотреть два важных вопроса. Первый должен дать ответ: не использованы ли в полученных результатах решения, которые являются защищённой интеллектуальной собственностью юридических или физических лиц, не имеющих никакого отношения к проведенной ОКР или к организации, которая её выполнила. Второй должен показать, не содержатся ли в этих результатах решения, которые сами могут стать интеллектуальной собственностью, защищаемой в форме патента.

Для получения достоверных ответов на эти вопросы на завершающей стадии ОКР, когда окончательно приняты все решения по конструкции разработанного объекта, должен в обязательном порядке проводиться патентный поиск. Он, как понятно из сказанного выше, и должен дать ответы на упомянутые вопросы в следующих формулировках: не попадают ли какие-либо решения в разработанной конструкции под формулу действующего патента (что это такое, будет рассмотрено ниже) и не содержатся ли в ней решения, которые сами могут стать предметом патента. Для этого все участники ОКР, в первую очередь её руководители, должны иметь чёткое представление об особенностях этой работы, что не исключает необходимости иметь специалистов, способных провести её на профессиональном уровне.

Естественно, что вопросы патентного поиска решаются по определённой методике, отклонение от которой может не дать точных ответов. А ошибка здесь может привести к серьёзным и достаточно неприятным последствиям, вплоть до судебного разбирательства с внушительными потерями для нарушителя действующего законодательства. Понятно, что каждый вопрос требует своего метода поиска ответа.

В первом вопросе содержатся понятия, требующие объяснения.

Прежде всего укажем, что по упомянутому выше законодательству Российской Федерации объектами патента могут быть изобретения, полезные модели и промышленные образцы. Для объектов ОКР, предназначенных для использования на территории РФ, поиск следует проводить по всем этим направлениям.

В соответствии со статьёй 1350 ГК РФ в качестве изобретения

охраняется техническое решение в любой области, относящееся к продукту (в частности, устройству, веществу, штамму микроорганизма, культуре клеток растений или животных) или способу (процессу осуществления действий над материальным объектом с помощью материальных средств).

Изобретению предоставляется правовая охрана, если оно является новым, имеет изобретательский уровень и промышленно применимо. Изобретение является новым, если оно не известно из уровня техники. Изобретение имеет изобретательский уровень, если для специалиста оно явным образом не следует из уровня техники. Уровень техники включает любые сведения, ставшие общедоступными в мире до даты приоритета изобретения. Изобретение является промышленно применимым, если оно может быть использовано в промышленности, сельском хозяйстве, здравоохранении, других отраслях экономики или в социальной сфере.

Статья 1351 ГК РФ указывает на следующий объект патентной защиты – полезную модель. В качестве полезной модели охраняется техническое решение, относящееся к устройству. Полезной модели предоставляется правовая охрана, если она является новой и промышленно применимой. Полезная модель является новой, если совокупность её существенных признаков не известна из уровня техники. Полезная модель является промышленно применимой, если она может быть использована в промышленности, сельском хозяйстве, здравоохранении, других отраслях экономики или в социальной сфере.

Наконец, статья 1352 определяет промышленный образец как художественно-конструкторское решение изделия промышленного или кустарно-ремесленного производства, определяющее его внешний вид.

Промышленному образцу предоставляется правовая охрана, если по своим существенным признакам он является новым и оригинальным. К существенным признакам промышленного образца относятся признаки, определяющие эстетические и (или) эргономические особенности внешнего вида изделия, в частности форма, конфигурация, орнамент и сочетание цветов.

Если попытаться изложить эти юридически формализованные признаки объектов патентной защиты в несколько упрощенном виде, то можно предложить следующие пояснения. Изобретение по существу является идеей, изложенной в самом общем виде. Полезная модель представляет собой конструктивное воплощение идеи (своей, оригинальной, в том числе относящейся к возможному изобретению, или заимствованной). Промышленный образец является результатом изготовления изделия, как в виде действующего образца, так и в виде макета, изображающего внешний вид изделия.

На территории Российской Федерации действуют патенты, выданные её уполномоченными органами (или органами бывшего СССР), так что для объектов, не предназначенных для использования за рубежом, поиск следует вести именно по фонду этих патентов. Для объектов, которые могут использоваться за рубежом, область поиска должна быть расширена.

Нужно также иметь в виду, что действуют международные соглашения, согласно которым действие патентов может распространяться на все страны, участвующие в этих соглашениях.

Патентный фонд даже одной страны составляет миллионы объектов, так что для успешного поиска следует ограничить его область. Для этого используется существующая классификация изобретений, полезных моделей и промышленных образцов по классам и подклассам, группам и подгруппам, которые образованы по признаку области применения объекта патентной защиты. Поэтому полученный в результате ОКР объект необходимо классифицировать по этому признаку, причём следует иметь в виду, что в некоторых случаях объекты могут быть отнесены одновременно к двум или более рубрикам патентной классификации.

Однако, прежде чем можно будет приступить к поиску, необходимо определить, какие особенности разработанного объекта следует иметь в виду. Нужно будет достаточно точно сформулировать, что нового по сравнению с известными решениями содержит полученный результат ОКР.

Как уже было показано, он должен быть рассмотрен со всех трёх точек зрения – **как изобретение, как полезная модель и как промышленный образец** (этот подход может быть использован только в случае изготовления образца или по крайней мере макета, внешний вид которого полностью совпадает с внешним видом разработанного изделия). Далее при каждом подходе предполагаемые новые решения должны быть описаны так, как будто бы по ним будет подана заявка на выдачу патента в соответствии со статьёй 1377 ГК РФ. Для изобретения и полезной модели нужно составить формулу, выражающую их сущность; для промышленного образца необходим комплект изображений изделия, дающий полное представление о его внешнем виде.

Конечно, эти действия лучше выполнять с участием специалистов-патентоведов, имеющих опыт успешного составления патентных заявок (успешного тем, что по этим заявкам получены патенты). Обычно уважающая себя конструкторская организация такими специалистами располагает. Существует также возможность обращения к специалистам – патентным поверенным.

Таким образом, отойдя от формализованного перечисления содержания патентного поиска, можно увидеть его содержательную сущность.

Прежде всего нужно полагать, что деятельность руководителей и исполнителей ОКР будет происходить на фоне солидного знания состояния соответствующей области техники в стране и в мире, как было показано в разделе о ресурсном, в частности, информационном, обеспечении. В составе этого обеспечения обязательно должно присутствовать знание отечественного и зарубежного патентного фонда. Всё это является необходимым условием того, что полученный результат ОКР будет в итоге охарактеризован с **полнотой, достаточной для проведения патентного поиска**.

Такая полнота может быть достигнута единственным способом, состоящим из составления описания созданного объекта в терминах, принятых для патентных заявок. Особое внимание в таком описании должно быть уделено тому, что называется формулой, в которой перечислены все существенные признаки объекта, разделённые затем по принципу «известные признаки – неизвестные признаки». Разделение отмечается в формуле тем, что неизвестные признаки перечисляются после слов «отличающееся (-ийся, -аяся) тем, что...».

Далее должна быть определена рубрика патентной классификации, в которую попадает новый объект. Здесь нужно иметь в виду, как уже упоминалось, что он может относиться к двум и более рубрикам. Обычно это действие не связано с какими-то затруднениями, особенно, если такие объекты уже создавались. Но здесь лучше на данном этапе включить в поле зрения лишнюю рубрику, чем пропустить ту, в которой могут присутствовать близкие аналоги (объекты с похожими признаками). Для этого этапа необходимо понимание принципов, по которым классифицируются патенты, для чего можно привести пример. Так, например, существует патент РФ № 2224677 на изобретение «Механизм бесступенчатого поворота транспортного средства», отнесённый к рубрике B62 D 11/18. Здесь буква В (латинская) означает класс «Различные технологические процессы, транспортирование», цифра 62 означает подкласс «Безрельсовые наземные транспортные средства», буква D уточняет группу «Самоходные транспортные средства, прицепы», число 11 определяет подгруппу «Устройства для управления неповоротными колёсами; управление транспортными средствами на гусеничном ходу», а добавление 08 уточняет подгруппу признаком «... с использованием тормозов или муфт в качестве рулевых устройств». Как уже говорилось, патент может быть отнесён и к другим классификационным признакам, что может быть определено с помощью справочника – классификатора. Отметим, что сейчас у нас принята международная классификация патентов.

Поиск аналогов ведётся по всем рубрикам, которые сочтены подходящими для созданного объекта. Особое внимание при этом должно уделяться так называемым прототипам, под которыми имеются в виду аналоги, наиболее близкие по своим признакам созданному объекту. Если оказывается, что эта близость настолько велика, что может стать поводом для претензий со стороны владельца обнаруженного патента, принимается решение о дальнейшей судьбе созданного объекта. **Возможными вариантами дальнейших законных действий могут стать попытки лицензионного соглашения с владельцем патента, доработка объекта для получения в нём новой совокупности признаков либо полный отказ от объекта. О незаконных действиях лучше не говорить совсем.**

При поиске аналогов и прототипов следует иметь в виду некоторые различия в форме представления отличительных признаков. Так, в патентах США такого разделителя, как в указанных выше авторских свидетельствах СССР или патентах РФ, не имеется, что означает защиту всей совокупности свойств (признаков) объекта.

Если проведенный поиск показал, что созданный объект не попадает под действие никакого действующего патента (напомним, что патенты изначально имеют срок действия согласно законодательству страны или сообщества, в которых он выдан, но он может быть продлён по установленной процедуре), возникает следующий вопрос – о целесообразности патентной защиты созданного объекта. Этот вопрос скорее относится к политике высшего руководства фирмы и связан с перспективами использования созданного объекта, главным образом со стратегией выхода этого объекта на рынок. Руководство может принять решение либо о немедленном патентовании объекта, либо о задержке этого шага до более полной готовности

к освоению производства, либо вообще не патентовать его, если его воспроизведение другим изготовителем маловероятно. Часто делается и маскировка найденного решения несколькими заявками на объекты, близкие по своим свойствам, но обладающие серьёзными, но неявными недостатками по сравнению с основным объектом.

Завершение ОКР полноценным патентным поиском гарантирует как беспрепятственную реализацию её результата, так и его защищённость от незаконного использования конкурентами. Это должен знать каждый конструктор в любом должностном положении.

Контрольные задания

к разделу «Патентный поиск и патентная защита».

1. Попробуйте по какой-нибудь известной Вам конструкции отдельного механизма Вашего объекта диссертации сформулировать признаки, по которым этот механизм отличается от других аналогичных устройств.

2. Возьмите описание какого-нибудь изобретения из числа авторских свидетельств СССР или патентов РФ и попробуйте оценить достоинства и недостатки предложенного решения.

3. Возьмите какой-нибудь патент США и попробуйте без перевода текста, только по рисункам, понять существо предложенного решения.

4. Понятна ли Вам разница между изобретением, полезной моделью и промышленным образцом?

8. Некоторые принципы принятия решений

*«Быть или не быть?»
В. Шекспир «Гамлет».*

ОКР по праву считается одним из видов творческой, созидательной деятельности человека и по существу состоит из последовательно принимаемых решений как инженерного характера, так и организационно-управленческих. По своей сути каждое решение есть результат свободного выбора из множества альтернатив, определяющих возможные реакции на совокупность обстоятельств, исходя из которых данное решение принимается. Разнообразие ситуаций, в которых возникает потребность принятия решений, не исключает того, что существуют некоторые общие принципы, позволяющие в каждом конкретном случае находить наиболее разумное решение, обеспечивающее наибольшую вероятность достижения успеха.

Основой для принятия решений являются два принципиально важных источника.

Первый представляет собой совокупность правил, принятых и действующих в области, в которой приходится принимать решения.

В инженерном плане применительно к многим объектам они имеют вид теоретических положений, позволяющих в каждом случае находить схемные и параметрические решения, которые обещают получение проектируемым объектом ожидаемых свойств. Эти положения изучаются как теория, конструирование и расчёт соответствующих изделий и их составных частей. Для машин и механических приборов они базируются на таких общих дисциплинах, как теоретическая механика, теория механизмов и машин, сопротивление материалов, детали машин и некоторых, более частных предметах. Соответствующая база есть и у электронного приборостроения.

В административно-управленческом плане правила определяются национальными традициями и законодательством в области труда и трудовых отношений. Существуют также и внутренние регламенты фирм, особенно фирм немолодых и имеющих набор многолетних традиций. Они имеют вид правил внутреннего распорядка, общих руководств и частных инструкций.

Вторым важным источником является информация, описывающая те самые обстоятельства, вынуждающие принять то или иное решение. Влияние этого источника очевидно, и приёмы использования информации для принятия решений описаны достаточно широко (из известных мне источников наиболее полно этот вопрос рассмотрен в книге А. Г. Мамиконова «Принятие решений и информация», изданной в 1983 году издательством «Наука»). Здесь следует подчеркнуть, что все прочитанные мной книги указывают на общее явление – информация никогда не бывает такой полной, чтобы можно было на её основе получить единственное правильное решение (этим реальная жизнь отличается от задачников). На практике придётся считаться и с неполнотой, и с ограниченной достоверностью информации, на основе которой придётся принимать решение, иной раз достаточно ответственное.

Процесс принятия решения рассматривается как выработка и реализация управляющего воздействия на некоторую систему, причём присутствуют и признаки обратной связи в виде оценки результатов реализации этого решения. В упомянутой выше книге А. Г. Мамиконова приводится даже структурная схема алгоритма принятия решения, содержащего именно эту основу. В общем плане, наверное, можно не возражать против такого подхода, однако решения, принимаемые в ходе ОКР, имеют существенную особенность.

Она проявляется в том, что результаты реализации принятого решения, хоть инженерного, хоть административно-управленческого, проявятся через достаточно большой отрезок времени. Выше уже говорилось, что, например, ошибочные конструктивные решения могут быть обнаружены при проверке чертежей, в опытном производстве, в ходе испытаний образцов и при эксплуатации изделий массового производства. Получается, что между событием принятия ошибочного решения и событием обнаружения ошибки может пройти время, иной раз немалое. Это равносильно явлению, которое в автоматике называют запаздыванием обратной связи, затрудняющим получение необходимого качества управления. Отсюда вытекает необходимость ответственного подхода к принятию решений.

Я не возьмусь предлагать какие-либо рецепты принятия только правильных и лучших решений в ОКР любого вида и направления. Наверное, таких просто не существует. **А вот некоторые методы и принципы, позволяющие понизить риск ошибки, есть, и их стоит знать.**

Как правило, в каждом случае существует возможность выбора из множества альтернатив. Если их не более, чем две – три, можно не пользоваться никакими специальными приёмами, так как здесь выбор наилучшего решения достаточно прост. А если их гораздо больше, можно применить процедуру, позволяющую сделать выбор с наибольшей степенью приближения к наилучшему.

Прежде всего проанализируем достоинства и недостатки различных альтернатив (вариантов решения). Для этого удобно воспользоваться таблицей предлагаемого вида.

Эту таблицу нужно постараться заполнить с максимальной полнотой. Этот процесс можно сделать коллективным, дав самостоятельно заполнить такую таблицу многим компетентным людям и затем составив сводную. При этом не следует удивляться, если какой-нибудь признак кому-то покажется недостатком, а кому-то – достоинством. Такое несовпадение мнений должно послужить лишь поводом к открытой дискуссии, в ходе которой наверняка удастся больше приблизиться к истине.

Таблица 1. Сравнительный анализ вариантов решения.

Вариант решения	Достоинства	Недостатки
№1		
№2		
№3		
№4		
№5		

Теперь появились возможности выбрать из всех проанализированных вариантов самый лучший. Для этого производят попарное сравнение каждого с каждым, сводя результаты этих сравнений в таблицу, аналогичную таблице результатов шахматного турнира или другого спортивного состязания. Здесь также уместно коллективное творчество, предоставляя каждому эксперту сделать свой выбор, а в итоговую таблицу внося усреднённый результат. Следует только условиться о количественной стороне сравнительных оценок, где вполне эквивалентны как шахматный принцип (лучше – 1 очко, хуже – 0 очков, равноценно – 0,5 очка) так и обычный игровой (лучше – 2 или даже 3 очка, хуже – 0 очков, равноценно – 1 очко).

Таблица окончательного выбора может иметь вид, показанный ниже.

Таблица 2

Выбор варианта решения

Варианты	1	2	3	4	5	6	Итог сравнения	Предпочтительность (место)
1	■							
2		■						
3			■					
4				■				
5					■			
6						■		

Понятно, что наиболее предпочтительным является вариант решения, набравший наибольшее количество очков в попарном сравнении со всеми остальными. А вот насколько такой «чемпион» окажется на самом деле близким к наилучшему или вообще наилучшим, зависит от ряда причин. Чем более полным был анализ достоинств и недостатков, чем больше в нём было объективности (не будем забывать, что это всё должны делать люди, которые могут ошибаться вольно или невольно), чем аккуратнее было произведено попарное сравнение, тем выше вероятность получения действительно близкого к наилучшему решения.

Конечно, такая процедура по полной программе целесообразна для наиболее сложных и ответственных решений. Однако никто и ничто не мешают применять аналогичный подход в индивидуальной работе, в которой каждый будет сам себе и экспертная группа, и арбитр подведения итогов.

Главное здесь, как уже указывалось, возможно более полный анализ и предельно объективное сравнение вариантов. Здесь тоже можно указать на некоторые принципы, которые могут оказаться полезными на этих стадиях. Сразу же хочу подчеркнуть, что они обладают определённой противоречивостью, и принимающий решение сам должен установить для себя систему приоритетов. В этом и заключается искусство, если хотите, талант специалиста или руководителя.

Первый принцип можно назвать «от добра добра не ищут».

Понятно, что его смысл заключается в том, что найденное ранее удачное и проверенное решение лучше нового, которое может привести к непредсказуемым и нежелательным последствиям. Однако этот принцип ни в коем случае нельзя возводить в абсолют. Ведь тогда любой прогресс станет

невозможным.

Тем не менее некоторые области уверенного применения этого принципа можно указать. Так, если у конструктора не появилась информация о каких-либо новых материалах с заманчивыми свойствами, лучше использовать такие, которые уже успешно применялись в аналогичных случаях раньше. Для их получения не нужно искать новых поставщиков, технологи давно отработали режимы обработки, служебные свойства известны и подтверждены.

Аналогичные аргументы действуют при выборе методов расчёта при конструировании. В организационном аспекте этот же принцип полезен при назначении ответственных за решение конкретных задач – если Иванов неоднократно своевременно и правильно решал какие-то вопросы, стоит и дальше поручать их именно ему (вот и здесь противоречие – а как научить этому ещё кого-нибудь на всякий случай?).

Следующий принцип можно назвать **«открой бабушкин сундук»**. Он заключается в том, что в число возможных альтернатив полезно включить варианты решений, которые рассматривались раньше в аналогичных ситуациях, но по каким-то причинам были отвергнуты. Не исключено, что сейчас эти причины перестали действовать, или даже более того – появились новые аргументы в пользу именно таких, когда-то отвергнутых решений.

Примеры полезности такого принципа в конструктивных решениях могут быть связаны с появлением новых технологий или материалов, позволяющих реализовать такие идеи, которые раньше казались (или на самом деле были) скорее фантастическими, чем приемлемыми для практики.

В административно-управленческом плане аналогичную ситуацию создаёт, например, появление в составе организации или подразделения специалистов более высокой квалификации или по новым дисциплинам.

Третий принцип можно назвать **«истина не лежит на краю»**. Его смысл связан с представлением о том, что практически каждое разумное решение представляет собой компромисс между многими, иной раз противоречивыми требованиями. Поэтому не следует придерживаться радикальных, «экстремистских» убеждений. Считать принятым раз и навсегда, что во всех случаях жизни правильное решение будет только таким, а не другим, значит подвергнуться риску совершить серьёзную ошибку. Всегда нужно применяться к обстоятельствам и стараться как можно реже пользоваться готовыми стандартными рецептами. Попробую показать суть этого принципа на следующем примере.

В начале 60-х считалось, что электронные средства не стоит принимать во внимание. Действительно, для гражданского применения можно было рассчитывать только если не на ламповую, то на достаточно примитивную полупроводниковую элементную базу, так что аппаратура получалась громоздкой, энергоёмкой и ненадёжной. Стали развиваться представления о том, что логические задачи можно решать без электроники, в частности, с помощью пневматических устройств (совокупность которых получила название «пневмоника»). Разработка таких устройств была даже доведена до создания целой системы, получившей обозначение УСЭППА (унифицированная система элементов промышленной пневмоавтоматики).

В то же время энтузиасты электроники продолжали работу в своей области. При этом они были убеждены, что электрические средства поистине универсальны и могут решить любые задачи автоматизации. Поэтому утверждалось, что нечего заниматься пневматикой (а попутно – и гидравликой, где тоже начали разработку направления, получившего название «флюидика»).

А жизнь в конце концов показала, что лучшие решения появляются в разумном сочетании применённых средств. На современных машинах автоматизация обеспечивается практически исключительным применением электроники в информационно-логической части вместе с разнообразием исполнительных средств (чистая электромеханика, электрогидравлика и электропневматика).

Надеюсь, что теперь смысл этого принципа стал более понятен. Он заключается в том, что наиболее разумные решения появляются **в результате взвешенного компромисса в выборе средств**.

Этот, последний из предлагаемых принципов, я назвал фразой, которая звучит так:

«Диван-кровать всегда хуже диван, чем диван, и всегда хуже кровать, чем кровать». А её смысл я предлагаю считать в том, что компромисс при выборе целей всегда чреват потерями, иногда серьёзными (ещё раз прочитайте предыдущий абзац о пользе компромисса при выборе средств).

Примеров неудачных решений при попытках обойти этот принцип можно указать довольно много. Я приведу один из наиболее близкой мне области.

Когда в 50-е годы в сельском хозяйстве стали широко распространяться самоходные машины (в основном, комбайны для уборки различных культур), возникло естественное недоумение – такая машина работает несколько недель в году, а в остальное время простаивает. А ведь на ней есть двигатель, трансмиссия, ходовая и несущая системы, которые можно было бы использовать. В результате появилась идея самоходных шасси как универсальных энергетических средств, на которые можно навешивать сменное оборудование специализированного назначения (самосвальная кузова, зерноуборочные комбайны и другая уборочная техника, почвообрабатывающие и посевные машины). Однако эксплуатация таких самоходных шасси показала, что в грузовых перевозках они заметно уступают автомобилям, на уборке работают хуже, чем специальные комбайны и т.д. В конечном итоге эта идея практически умерла, оставив после себя лишь отдельные образцы малой мощности.

Сказанное выше не означает, однако, необходимости пересматривать принятое с учётом этого принципа решение, если вдруг выявится, что оно даёт какие-то дополнительные преимущества или создаёт какие-то дополнительные полезные свойства результата этого решения. Это, как говорится, улыбка Фортуны, и от неё бежать не нужно. А то, что такое бывает и в реальной практике, можно показать на таком примере.

В своё время одна американская химическая фирма вела разработку лаков для покрытия наружных металлических деталей самолётов по довольно строгим техническим требованиям. Когда в результате получился вполне

пригодный продукт, случайно обнаружилось, что в покрытой этим лаком внутри жестяной банке пиво абсолютно не меняет свой вкус и не приобретает неприятного привкуса железа. Отсюда пошла целая индустрия розлива пива в жестяные банки, существовавшая до недавнего времени, пока её не вытеснила технология на основе банок из алюминия.

На этом, наверное, эту главу можно было бы и закончить, если бы не одна важная мысль. Если кто-нибудь, начав её читать, ожидал встретить рецепты, гарантирующие абсолютную, или хотя бы высоковероятную безошибочность решений, и не нашёл таковых, это не моя небрежность или невнимательность. Их просто не существует и не может существовать принципиально. Иначе мы никогда бы не слышали о многочисленных ошибках, совершаемых во всех сферах человеческой деятельности, в том числе и при ведении ОКР.

Контрольные задания

к разделу «Некоторые принципы принятия решений»

1. Приходилось ли Вам участвовать в коллективном принятии каких-либо ответственных решений или хотя бы присутствовать при этом? Какая информация использовалась при этом?

2. Какие альтернативы имели принятые решения и как шёл выбор?

3. Вспомните какие-либо известные Вам случаи принятия ответственных решений. Какие из предложенных принципов можно считать подходящими к этим случаям?

9. Роль руководителя ОКР

*В цветном разноголосом хороводе,
в мелькании различий и примет
есть люди, от которых свет исходит,
и люди, поглощающие свет.*

И. Губерман

История сохранила мало сведений о способах работы таких конструкторов прошлого, как Кулибин, Ползунов, Уатт, Стефенсон, братья Черепановы, братья Райт и многие другие. Не исключено, что свои разработки они выполнили только собственными руками от начала до конца. Однако не исключено также, что им помогали оставшиеся неизвестными помощники. Современная же ОКР относится к коллективным видам деятельности практически во всех направлениях и требует руководства как на стадиях планирования, так и на стадиях выполнения.

Руководство в данном случае является только персональным. Нельзя представить себе, чтобы где-нибудь для руководства какими-то ОКР существовал коллегиальный орган. Даже непонятно, как он смог бы принимать решения – большинством голосов или на основе консенсуса, или ещё как-нибудь. Описанное выше делегирование полномочий есть не более, чем форма осуществления персонального руководства. Оно и только оно является единственно разумным, при условии, что оно и на самом деле разумно. И это не случайная тавтология, а глубинный смысл роли руководителя ОКР.

Новейшая история, в том числе отечественная, не особенно жалует вниманием даже самых ярких руководителей самых передовых ОКР. Некоторое исключение из этого несправедливого правила составляют у нас главные и генеральные конструкторы авиации, ракетостроения и космонавтики и некоторых видов вооружения. Эти имена – гордость отечественной техники, одно другого ярче: Туполев, Ильюшин, Микоян, Яковлев, Лавочкин, Сухой, Королёв, Янгель, Челомей, Пилюгин, Кошкин, Котин, Дегтярёв, Калашников (и это далеко не все).

Менее везёт в этом отношении конструкторам из других сфер деятельности. Их имена, не менее заслуживающие благодарную память потомков, известны только среди специалистов. Широкая же публика вряд ли знает, кто был главным конструктором таких по-своему ярких объектов, какими были в своё время автомобиль Горьковского автозавода М-20 «Победа» или гусеничный трактор СХТЗ-НАТИ. Здесь, наверное, нет возможности исправлять эту несправедливость, хотя могу сделать исключение для своей родной отрасли – тракторостроения. Мне просто повезло в том, что я имел возможность общаться с такими яркими личностями, как И. И. Дронг, Б. П. Кашуба, И. С. Кавьяров, П. Я. Прицкер, М. А. Шаров, В. В. Эфрос, И. А. Коваль, М. Г. Пантюхин, В. Я. Поляченко.

Дело, однако, вовсе не в том, много ли людей знают эти имена. Главное – это то, что под руководством этих людей (да и не только этих) были

выполнены блестящие разработки, содержавшие революционные для своего времени решения (будем справедливыми – некоторые из этих решений оказались либо слишком революционными, либо не очень, но это выяснилось гораздо позже). Это были разные люди, в том числе со своими недостатками, но все они были личностями.

И везде просматривался общий стиль, если хотите, почерк фирмы, который отражал в первую очередь личность первого руководителя. Здесь тоже были свои особенности, нравившиеся или нет, но вполне отличимые от других фирм.

Находясь в этой среде, работая с этими людьми, я сформировал для себя представления о том, какими свойствами должен обладать руководитель ОКР, и как он должен использовать эти свойства. Последующее знакомство с зарубежной теорией и практикой менеджмента привнесло в эти представления новые нюансы и аспекты. Всё это позволило мне попробовать свести воедино соображения о том, какую роль должен играть руководитель ОКР для успешного её выполнения.

А тут ещё одна аналогия – генеральшами становятся, выходя замуж за лейтенантов. И главным конструктором нельзя стать, не начав с рядовой должности в КБ и не пройдя через многие ступеньки, на которых уже сразу придётся показывать свою готовность к более ответственным обязанностям.

Этот раздел назван «Роль руководителя ОКР». Однако более правильным было бы назвать его «Роли руководителя ОКР». Это означает, что на самом деле деятельность руководителя очень многогранна и разнообразна, и в ней присутствует широкий спектр подходов и аспектов, от чисто творческих до чисто административных.

Современный менеджмент в части управления проектами (а ОКР, как уже упоминалось, является одной из разновидностей проектной деятельности) указывает на наличие в каждом проекте целого пакета ролей, требующих каждой обязательного выполнения. Считается, что только так проект правильно организуется и правильно выполняется. Не обязательно, чтобы в каждом проекте все эти роли исполнялись одним человеком, но применительно к ОКР скорее всего более правильно видеть их как раз в исполнении первого руководителя (хотя бы в основном).

Первая роль носит различные названия, но чаще всего в англоязычной литературе (а мои ссылки будут в основном на неё) её называют «Champion of the Project». Это роль инициатора, вдохновителя и основного мотора в проекте. Согласитесь, что главный конструктор или руководитель конструкторской службы – наиболее подходящий кандидат на неё.

Название следующей роли можно написать по-русски, так как это слово уже широко укоренилось в нашей практике и не нуждается в переводе – спонсор. Здесь понимается, что спонсор обеспечивает финансирование ОКР, и это как раз тот случай, когда главный конструктор является наименее пригодным кандидатом на эту роль. Правда, если принять, что **Билл Гейтс не только основатель и владелец «Microsoft», но и главный конструктор фирмы, то это будет тем исключением, которое подтверждает правило.**

Теперь опять вернёмся к английским терминам. Речь пойдёт о роли, которую называют или «Project Manager», или «Project Administrator». В этих

терминах есть тонкие различия, но суть практически одна и та же – непосредственное руководство выполнением проекта (в нашем случае – ОКР) и организация необходимого обеспечения. Понятно, что главный конструктор не имеет конкурентов на исполнение этой роли. Отметим только упоминание термина «manager», к которому мы ещё вернёмся.

Наконец, часто упоминается роль «Business Integrator». Её трактуют как обязанность на всех стадиях проекта выявлять и устранять возможные противоречия между заинтересованными сторонами. Здесь стоит обратить внимание на две стороны этой роли.

Роль «вовне» в современном представлении свойственна не только проектному подходу и его частному случаю – ОКР, но и вообще любому бизнесу. Справедливо считается, что его успех зависит от наличия гармонии в отношениях между четырьмя основными сторонами бизнеса.

Первая и главная – это потребитель (клиент, заказчик, покупатель). Бизнес, не учитывающий его интересы, просто никому не нужен и мёртв. **Следующая сторона – персонал**, делающий этот бизнес тем лучше, чем лучше этому самому персоналу внутри этого бизнеса. Далее – **владелец этого бизнеса** с абсолютно понятными интересами. Наконец, **четвёртая сторона – это государство (общество)**, чей интерес в любом, в том числе в данном бизнесе, связан с появлением рабочих мест, налоговыми платежами, влиянием на окружающую среду и т.д. Понятно, что гармония между этими сторонами не возникает автоматически, а требует приложения определённых усилий.

Руководитель ОКР как раз и должен обеспечивать такую гармонию в отношениях конструкторской службы с руководством фирмы, а по его поручениям и в отношениях с внешним миром.

Роль «вовнутрь» уже более специфична. Применительно к нашей постановке её смысл, по-видимому, нужно рассматривать в аспекте арбитража, осуществляющего поиск неизбежных компромиссов между исполнителями различных частей работы. Здесь требуются в первую очередь такт и умение стоять на принципиальных позициях, понимая, что каждый участник возможного конфликта заинтересован в успехе общего дела, но имеет своё видение путей к нему. **Очень важно умение выслушать всех до конца и понять аргументы каждого, не входя в эту ситуацию с заранее готовым мнением.** Полезно при этом помнить, что в своё время на военных советах в русской армии существовало правило, по которому первыми высказывались младшие по чину, чтобы на их мнении не сказывалось мнение старших командиров. При этом категорически нельзя допускать ни со стороны участников дискуссии, ни тем более со своей стороны замену аргументов эмоциями и ёрническими упражнениями в остроумии (хотя нормальный юмор вполне полезен).

Теперь стоит вернуться к упомянутому выше термину «manager». Сам по себе он уже не кажется нам непонятным и странным, и практически каждый без особых затруднений переведёт его как «управляющий» (правда, часто можно встретить такое сочетание, как «менеджер по продажам», которое означает не больше, чем продавец-консультант, но оставим это на совести применяющих). Так вот, в литературе последнего времени этот термин всё чаще встречается как антитеза термину «leader». Этот термин тоже вроде бы

не чужд нашему пониманию даже без перевода, но оказывается, что между ними имеется глубокое и принципиальное различие.

И здесь я не вижу ничего лучше, чем процитировать из уже не раз упоминавшейся книги «7 привычек» ссылку на выражение неких Питера Друкера и Уоррена Бенниса, сначала в подлиннике: «Management is doing things right; leadership is doing the right things», а затем в переводе: «Менеджмент – это делать вещи правильно, лидерство – это делать правильные вещи».

Что можно к этому добавить?

А вывод из этого вполне очевиден. Руководитель обязан быть в первую очередь и преимущественно лидером, стараясь по максимуму избавиться от менеджмента. Тем более, что он широко и осознанно практикует делегирование полномочий, при котором он полностью доверяет своим помощникам и сотрудникам выбор методов и средств, фокусируя их внимание только на целях и результатах. И эта система должна работать сверху донизу, оставляя поле для менеджмента только в порядке методической помощи старших младшим при необходимости, в случае возникновения каких-то затруднений.

Поэтому первейшая и главнейшая обязанность руководителя – составить для себя и донести для других чёткое видение того, что должно получиться в результате работы, в нашем случае – в итоге начатой ОКР.

Если это не сделано сразу в силу каких-то причин, нужно приложить все усилия для немедленного достижения этого результата. По структуре работы эта стадия совпадает с формулировкой генеральной цели и составлением главного раздела технического задания. Здесь роль лидера приоритетна и не может быть делегирована никому. За результат ОКР отвечает только он, и только он обязан представить себе и другим полную картину этого результата (пусть даже в виде первой версии, которая может оказаться далеко не последней).

Теперь остановимся ещё на одном новейшем представлении о наиболее эффективном способе деятельности (кстати говоря, не только для руководителя). Он основан на том, что все дела и обязанности могут быть разделены по срочности и важности на четыре группы – без градаций, только по признаку «да» или «нет».

Понятно, что жизнь подбрасывает всем, и руководителю больше, чем кому бы то ни было, достаточно много дел и срочных, и важных. Это неизбежно, но не безысходно. Современные руководства в этой области рекомендуют стараться концентрировать свою деятельность на вопросах важных, но не срочных. Утверждается, что при таком подходе постепенно уменьшается доля дел срочных и важных, и открываются новые перспективы развития и совершенствования, как для самого руководителя, так и для организации в целом.

Что может быть отнесено к разряду дел важных, но не срочных?

Очень многое, и здесь главное – чтобы это были действительно важные дела. В личном плане – повышение собственной квалификации, изучение литературы, анализ состояния рынка и прогнозов его изменения, ознакомление с новейшими достижениями науки и техники в форме

посещений соответствующих организаций и личных контактов со специалистами. В плане совершенствования деятельности организации – составление и реализация образовательно-тренировочных программ, кадровое развитие, оснащение новым оборудованием, освоение новых методов работы, подведение итогов выполненных работ, информационно-аналитическая деятельность.

Если такой подход развивается на всю организацию, то по существу это означает, что все начинают работать на опережение событий. Здесь важно только соблюдать чувство меры, чтобы за перспективой не потерять текущие заботы. В то же время не следует забывать, что ОКР относятся к творческим видам человеческой деятельности, и уважение к исполнителям может проявляться в том числе и в таком виде, как описанный в своё время «севооборот», смысл которого достаточно глубок. По этому принципу каждый сотрудник с периодичностью примерно раз в полгода освобождался от всех текущих обязанностей на две-три недели и проводил рабочее время в отдельном помещении за раздумьями на любую, ничем не ограниченную тему. При выходе из этого «севооборота» он не отчитывался ни перед кем, если только не вносил в результате какие-то предложения. Считалось, что, если хотя бы раз в год в результате такого метода появится что-нибудь стоящее, такая процедура вполне оправдана. Поэтому сотрудник, выходявший из «севооборота» ни с чем, пользовался таким же уважением, как и предложивший сверхреволюционное решение важной проблемы.

Как видно, содержание этого раздела постепенно перешло в область морали и человеческих отношений. Это не случайно и вполне обоснованно. Основная обязанность руководителя в конечном итоге сводится к формированию внутри своей структуры здоровых и деловых отношений, основанных на должной квалификации и правильной мотивации. И тут его личность играет определяющую роль – насколько он является таковой, настолько всё получается. **Насколько он излучает свет, настолько всё светло и ясно.**

Контрольные задания к разделу «Роль руководителя ОКР»

1. Знакомы ли Вы с каким-нибудь главным конструктором или руководителем конструкторской организации? Подумайте, хотелось бы Вам стать таким, как он.

2. Представьте себя в роли такого главного конструктора или руководителя. Подумайте, что ему приходится делать в течение дня. Что из этого Вы считаете важным или неважным, срочным или нет?

3. Продолжите полёт Вашей фантазии на более долгий период – например, на год. Что бы Вы попытались сделать за это время?

Заключение

Поставив последнюю точку в последнем разделе, я задумался – всё ли необходимое сказано, и не написано ли что-нибудь лишнее. Ответа на эти вопросы я не нашёл, и решил оставить всё, как получилось. Ведь в конечном итоге моей целью было только познакомить с особенностями опытно-конструкторских работ тех, кого это может заинтересовать.

Повторюсь – если в результате такого знакомства кто-то укрепитя в своём желании стать конструктором, а кто-то засомневается в правильности своего выбора, я буду с удовлетворением считать, что старался не зря.

Я не претендую на абсолютную истинность написанного мною. Готов к полемике с каждым, кто найдёт какие-то из моих утверждений спорными, и не исключаю для себя возможности согласиться с обоснованным противоположным мнением.

При написании этой книги я старался быть понятным для читателя с любым уровнем подготовки, хотя считаю, что основным читательским контингентом должны быть студенты-старшекурсники. Они должны уже обладать достаточными знаниями техники для понимания использованных примеров. Надеюсь также, что немногочисленные вставки на английском языке послужат для них намёком на необходимость овладения этим языком, ставшим по существу интернациональным языком передовой техники.

И ещё не удержусь от некоторых принципиальных утверждений. Несмотря на то, что многие годы в нашей стране профессию инженера принижали, как могли, российская инженерная мысль и российская инженерная школа оставались в числе передовых во всём мире. И хотя сегодняшняя ситуация и обозримая ближайшая перспектива вроде бы не дают оснований для большого оптимизма, я верю в будущий расцвет отечественной прикладной науки и техники и горжусь принадлежностью к этому сословию. Российская инженерная школа и её элита – конструкторы ещё покажут миру свои возможности.

У нас есть, на кого равняться. Многих выдающихся деятелей отечественной науки и техники я уже упоминал, а теперь приведу несколько примеров.

Известный лётчик-испытатель и писатель Марк Галлай в своих воспоминаниях об А.Н.Туполеве рассказывает, что, увидев на аэродроме новый, ещё не взлетающий самолёт другого конструктора, он покачал его хвостовое оперение и сказал: «Сломается здесь». И, конечно, оказался прав. В другой раз, присутствуя при первом взлёте самолёта своей конструкции, он точно определил то место на взлётной полосе, где произошёл отрыв, а потом, при посадке, точно определил место остановки после выбега.

В воспоминаниях об известном русском кораблестроителе А.Н.Крылове рассказывают, что однажды, будучи приглашённым на одну верфь для консультации по поводу недостаточной скорости нового корабля, он, поглядев на его масштабный макет, посоветовал укоротить на четверть лопасти гребного винта. Нужно ли говорить, что после этого скорость корабля увеличилась на несколько узлов.

В своё время я часто бывал в ОКБ по авиационным двигателям, где первым главным конструктором был А.А.Микулин. Мне рассказывали, что он любил ежедневно совершать прогулки по территории и цехам, и при этом мог, остановившись за спиной рабочего, шлифовавшего шейки коленчатого вала, и посмотрев на его работу, сказать: «А эту шейку ты прослабил». И немедленное измерение показывало, что глаз главного конструктора улавливал ошибку на сотые доли миллиметра.

Что это – интуиция или ещё что-то? Если это какой-то особый дар, то как часто он встречается? А если это результат глубочайшего проникновения в суть своего дела, то как оно достигается? У меня нет ответа на эти вопросы. Есть только преклонение перед такими способностями и уверенность, что это такие же вершины человеческого духа, как открытия гениальных учёных или творения гениальных писателей, художников, композиторов.

Возвращаясь к основам моего замысла написать учебное пособие, считаю полезным в качестве приложений дать некоторые разъяснения по стадиям ОКР и выпускаемым документам, а также предложить для самопроверки контрольные вопросы и упражнения по всем разделам.

И пожелаю всем моим читателям, особенно молодым, успехов на том пути, который они выберут для себя.