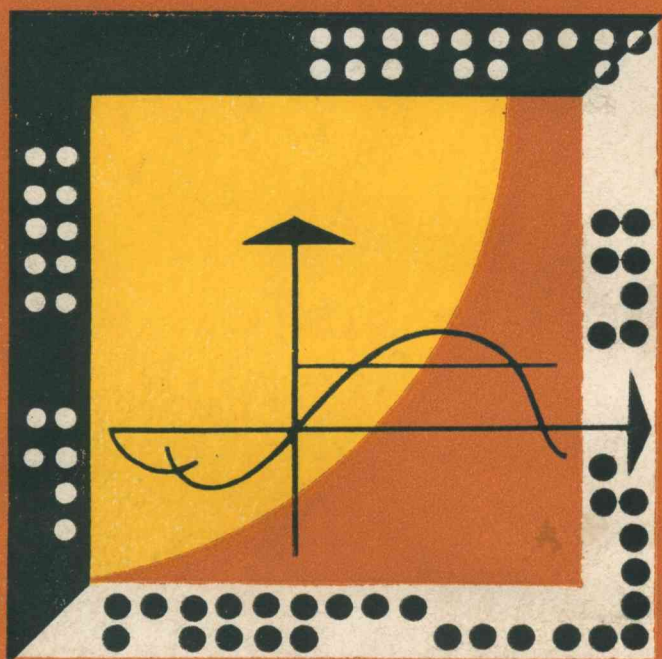


С. ГОЛОСОВСКИЙ



**ЭКОНОМИЧЕСКАЯ
ЭФФЕКТИВНОСТЬ
ИССЛЕДОВАНИЙ
И РАЗРАБОТОК**

С. ГОЛОСОВСКИЙ

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИССЛЕДОВАНИЙ И РАЗРАБОТОК

МОСКОВСКИЙ РАБОЧИЙ
1973

Директивами XXIV съезда КПСС предусмотрено повышение эффективности работы научных учреждений. Автор обобщил передовой опыт отраслевых НИИ и КБ Москвы и столичной области, разработавших эффективные методы проведения научных исследований и разработок.

В книге рассматриваются народнохозяйственные оценки и методы расчета эффективности научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, даются рекомендации для выбора направлений исследований, оптимизации сроков проведения работ, методы оценки результатов труда творческих коллективов. Большое внимание уделено внедрению результатов законченных исследований и разработок.

Книга рассчитана на работников НИИ и КБ, министерств и ведомств, работников заводских лабораторий.

Отзывы и пожелания просим присылать по адресу: Москва, 103012, К-12, ул. Куйбышева, 21, издательство «Московский рабочий».

Голосовский Семен Иосифович

Г61 Экономическая эффективность исследований и разработок. М., «Моск. рабочий», 1973.

168 с.

338

Редактор А. Поляков. Художник Л. Наумов. Художественный редактор Н. Игнатьев. Технический редактор Т. Павлова. Корректор В. Милехин. Ордена Трудового Красного Знамени издательство «Московский рабочий». Москва, ул. Куйбышева, 21. Л82284. Подписано к печати 7/XII 1972 г. Формат бумаги 84×108¹/₃₂. Бум. л. 2,62. Печ. л. 8,82. Уч.-изд. л. 8,36. Тираж 10.000. Тем. план 1972 г. № 89. Цена 43 к. Зак. 1312. Типография изд-ва газ. «Коммунар», Тула, ул. Ф. Энгельса, 150.

В текущем пятилетии (1971—1975 гг.) основная задача в области экономики — обеспечение значительного подъема материального и культурного уровня жизни народа путем повышения эффективности ведения народного хозяйства. Достижение цели находится в прямой связи с ускорением темпов научно-технического прогресса и на этой основе с всемерным повышением экономической эффективности, интенсификацией всего общественного производства.

Директивы XXIV съезда КПСС нацеливают на решительное повышение эффективности работы научных учреждений, обеспечение концентрации научных сил, материальных и финансовых ресурсов в первую очередь на ведущих направлениях науки, для быстреего решения важнейших научно-технических проблем.

Для выполнения намеченных задач необходимо улучшить планирование научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР), предусматривая в планах все этапы их проведения, вплоть до внедрения в производство. Следует в дальнейшем укреплять экспериментальные и опытно-производственные базы исследований, применять хозрасчетные методы организации научных исследований и разработок.

В свете задач, стоящих перед наукой, важное значение приобретает определение эффективности НИОКР, выработка критериев оценки деятельности научных, конструкторских организаций и их подразделений, проблемы разработки путей и методов повышения эффективности их работы. Однако в этом деле все еще имеются недостатки, заключающиеся в следующем. Методические положения по определению экономической эффективности научно-исследовательских работ, изданные в 1964 г. и некогда способствовавшие развитию экономических исследований в отраслевых НИИ и КБ, в настоящее время устарели. Практика экономической рабо-

ты в научных организациях сейчас стала значительно богаче по содержанию. В то же время еще мало теоретических исследований данной проблемы, а также обобщения практики институтов и отдельных ученых. Отсутствие должной методической координации этих работ, систематического обмена опытом и недостаточное количество творческих дискуссий по применяемым методам и приемам расчетов экономической эффективности часто приводит к их слабой обоснованности. Опыт показывает, что научные и проектные организации ощущают потребность в методических рекомендациях для проведения расчетов экономической эффективности, более целенаправленного отбора научной тематики, организации эффективной работы научных коллективов.

Исследование проблемы повышения эффективности затрат на исследовательские и конструкторские работы требует участия большого коллектива специалистов. В предлагаемой книге не представляется возможным полностью рассмотреть все аспекты этой сложной проблемы, да такая задача автором и не ставится.

Настоящая работа преследует цель изложить методические и практические вопросы определения экономической эффективности НИОКР, показать условия и методы повышения эффективности научной и конструкторской деятельности отраслевых НИИ и КБ.

Книга написана на основании исследований автора, обобщения опыта работы ряда отраслевых НИИ и КБ, расположенных в Москве, и результатов исследований по проблеме эффективности научно-технического прогресса, выполненных Т. С. Хачатуровым, Л. М. Гатовским, В. А. Жаминим, Б. С. Вайнштейном, М. А. Виленским, Г. М. Добровым, Д. С. Львовым, В. С. Соминским, Л. С. Бляхманом, М. Л. Башиным и другими.

Автор выражает свою признательность М. Л. Башину и Ф. М. Русинову за их ценные замечания, позволившие улучшить первый вариант рукописи. Поскольку разработку проблемы эффективности НИОКР нельзя считать законченной, автор будет благодарен читателям, которые сообщат свои замечания о книге.

НАРОДНОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ

Понятие эффективности науки

Социализм, плановое социалистическое хозяйство открывают широкий простор для всестороннего прогресса науки и техники — этого главного рычага создания материально-технической базы коммунизма. В то же время научно-техническая революция требует совершенствования многих сторон нашей хозяйственной деятельности, широкого развития своих, присущих социализму форм соединения науки с производством.

«Ускорить темпы научно-технического прогресса и обеспечить осуществление единой технической политики... Всемерно развивать фундаментальные исследования и быстрее внедрять их результаты в народное хозяйство» — обязывают директивы XXIV съезда КПСС.

В настоящее время в советской и зарубежной литературе предпринимаются многочисленные попытки объяснения такого специфического общественного явления, как современная наука и научно-техническая революция. Уже сформулировано большое число определений понятия науки и научно-технического прогресса. Часть ученых рассматривает науку как форму общественного сознания, сумму знаний, сферу общественного труда. Другие считают, что наука — это форма развития производительных сил и движения производственных отношений; отрасль производства; система, управляемая информационными потоками; процесс производства новой научной информации и т. д.

Все эти определения отражают одну из сторон современной науки, которая ныне тесно связана с развитием производства. Техника, используемая для производства материальных благ, создается в результате познания законов природы. Вот какое определение техники дает Л. Ржига: «Под техникой в широком смысле понимается комплекс средств и предметов, которые созданы и на основе законов природы используются людьми для удовлетворения своих материальных и культурных потребностей в условиях конкретной исторической системы общественного производства. Под новой, прогрессивной техникой мы понимаем такие средства и предметы, которые обеспечивают лучшее удовлетворение потребностей общества в сравнении с прежней техникой»¹.

В этом определении отражаются наиболее общие черты техники, но не показана роль науки в создании средств производства. Современный период развития техники характерен ее теснейшей связью с развитием науки.

Если раньше техника представляла собой аккумулярованную и концентрированную эмпирику, то ныне она становится материализацией научных знаний. Научно-технические знания — это накопленный обществом фонд знаний, связанных с производством. Он состоит из используемых в хозяйстве знаний относительно законов природы и общества (таких, как свойства жидкостей и законы движения), относительно применения этих законов в производстве (например, применение законов генетики в выведении новых видов сельскохозяйственных культур) и относительно повседневных производственных операций (таких, как навыки рабочего). Научно-технический прогресс представляет собой рост этого фонда знаний, обычно находящий выражение в новых методах производства уже существующих изделий, в новых конструкторских решениях, которые позволяют производить продукцию с новыми важными характеристиками, а также в новых методах организации, сбыта и управления.

Следовательно, под научно-техническим прогрессом понимают тот прогресс в знаниях, связанных с произ-

¹ Л. Ржига. Экономическая эффективность научно-технического прогресса. М., «Экономика», 1969, стр. 18.

водством, который делает возможным создание новых методов производства или вариантов существующих продуктов и совершенно новых видов продукции и услуг.

Научно-технический прогресс является, таким образом, непрерывным процессом постоянно растущего применения научных знаний законов, позволяющих овладевать природой, определенным завершением всего приобретенного опыта и в то же время предпосылкой дальнейшего развития.

Одновременно научно-технический прогресс следует понимать как процесс материализации производственного опыта, научных и практических знаний о природе и о формах их применения на практике, в деятельности общества.

Для определения эффективности необходимо учитывать различия между рассматриваемыми понятиями. Научно-технический прогресс представляет собой прогресс в знаниях, тогда как технический прогресс состоит в изменении характера фактически применяемых оборудования, изделий и организации производства.

Новые знания представляют собой факт научно-технического прогресса тогда, когда они получены впервые.

Помимо этого, следует различать научно-технический прогресс и прогресс науки. В то время как чистая наука имеет целью познание, научно-технические знания обращены к практике. Хотя это отличие науки от техники является довольно условным, игнорировать его не следует. Часто прогресс в технике происходит в результате изобретений, не основанных на новых научных открытиях.

Хотя научно-технический прогресс и развитие науки вовсе не идентичны, характер развития науки оказал весьма значительное влияние на те технические достижения, которые человечеству удалось осуществить. В наше время технический прогресс связан с прогрессом науки еще более тесно.

Поставленные XXIV съездом КПСС задачи развития советской экономики обязывают всех научных работников внести свой вклад в дело технического прогресса, повышения эффективности общественного производства.

В связи с этим возникает необходимость усовершенствования существующих и разработки новых экономи-

ческих инструментов для эффективного управления развитием науки и использования ее результатов в народном хозяйстве. В книге рассматривается только экономическая эффективность НИОКР. Но результаты научных исследований влияют на различные стороны жизни общества. В связи с этим следует знать место экономических результатов НИОКР в общей результативности научной деятельности.

Для этого нужно прежде всего определить понятие эффективности науки, а это довольно сложно. Уже имеющиеся трактовки, на наш взгляд, не охватывают всех результатов научной деятельности. Например, Л. Глязер считает, что «эффективность науки — это количественная мера влияния науки на прогресс общества»¹. Здесь отражены два момента эффективности науки: во-первых, количественная сторона, а во-вторых, воздействие науки на жизнь всего общества. Представляется, что это определение очень общо.

Под эффективностью науки нами понимается степень удовлетворения потребностей общества в разработке новых знаний, новых материальных и духовных факторов жизни и производства.

Эта формулировка дает возможность единого подхода к различным уровням научной деятельности. Эффективность научных исследований нужно определять на разных стадиях работы, разных уровнях управления наукой. Следует отметить, что если бы удалось измерить народнохозяйственную эффективность всех видов научных исследований, то формула расчета приняла бы следующий вид:

$$\mathcal{E}_{\text{нх}} = \mathcal{E}_{\text{фи}} + \mathcal{E}_{\text{пи}} + \mathcal{E}_{\text{окр}}, \quad (1)$$

где $\mathcal{E}_{\text{нх}}$ — народнохозяйственная эффективность;
 $\mathcal{E}_{\text{фи}}$ — эффективность фундаментальных исследований;
 $\mathcal{E}_{\text{пи}}$ — эффективность прикладных исследований;
 $\mathcal{E}_{\text{окр}}$ — эффективность опытно-конструкторских работ.

Понятие «эффективность науки» включает в себя научно-техническую, экономическую, оборонную, социально-экономическую, эстетическую и различные другие виды эффективности. Все они имеют свои отличные критерии и показатели оценки.

¹ «Знание — сила», 1970, № 9, стр. 20.

**Классификация
исследований
и разработок**

Возможность определения экономической эффективности научно-исследовательских работ, состав применяемых показателей и степень точности

их расчета зависят от того, на какой стадии (прогнозирование, планирование, отбор тематики, разработка, внедрение) выполнения НИОКР производится расчет, и от характера получаемых результатов исследования.

Чтобы установить перечень подлежащих расчету показателей, нужно определить, к какой группе НИР относится данная работа.

По характеру получаемых результатов все научные исследования делятся на такие группы: фундаментальные, поисковые и прикладные исследования, разработки.

Фундаментальные работы, в свою очередь, можно разделить на первично-фундаментальные, нацеленные на открытие новых фундаментальных законов природы, вскрытие связей между явлениями, и предметно-фундаментальные, которые стремятся объяснить явления, факты, процессы и т. п.

Первично-фундаментальные исследования проводятся, главным образом, в академических институтах, частично в университетах и других вузах. Предметно-фундаментальные исследования осуществляются в основном в отраслевых институтах, а также в вузах. К фундаментальным можно отнести социологические и идеологические исследования.

Результаты социологических исследований (включая сюда работы историко-партийные, филологические и др.) направлены на повышение уровня социального развития, рост профессионально-технического мастерства работников и т. п.

Практическое приложение этих исследований может дать в последующем значительный экономический эффект. Однако непосредственные результаты фундаментальных работ имеют абстрактный характер. Здесь не может быть определен научно-технический эффект: дается лишь качественная характеристика экономической и социально-политической значимости результатов НИР. Из экономических показателей подсчитываются предпроизводственные затраты и капитальные вложения на выполнение НИР, если они для этого требуются.

Цель **поисковых работ** состоит в нахождении принципиально новых путей исследований и создания новой

техники. Они опираются на уже известные теоретические разработки и идеи, хотя в ходе поисков эти идеи могут быть пересмотрены. Поисковые работы могут проводиться как в исследовательских, так и в конструкторских организациях.

К этой группе следует отнести также работы обобщающе-информационного характера, исследования по прогнозированию сфер применения новых закономерностей и явлений развития производства, работы по прогнозированию направлений развития науки и техники.

При положительных результатах выводы поисковых работ могут быть использованы в научно-исследовательских работах прикладного характера. Дальнейшее практическое применение результатов поисковых работ может дать значительную экономическую выгоду. На этом этапе определяется научно-технический эффект. Выясняются лишь возможные области применения их результатов в народном хозяйстве и на основе комплексного качественного анализа дается характеристика предположительной технической и экономической значимости их. При этом определяется круг показателей, которые изменяются под влиянием внедрения результатов работ, а также возможный диапазон этих изменений. Обязательно подсчитывается сумма предпроизводственных затрат и капитальных вложений на выполнение таких работ. В тех случаях, когда это возможно, подсчитывается экономический эффект.

По поисковым научно-исследовательским работам, которые не заканчиваются достижением положительных результатов, определяется лишь сумма предпроизводственных затрат и капитальных вложений на их выполнение.

Прикладные работы непосредственно направлены на создание новых либо совершенствование существующих средств и способов производства продукции. Результаты этих работ имеют вполне конкретный характер.

К данной группе следует отнести и составление инструкций, технических условий, методических рекомендаций, исследования в области экономики народного хозяйства и его отдельных отраслей.

Эти исследования проводятся в основном в отраслевых институтах и частично в вузах.

Экономический эффект определяется по всем рабо-

там, непосредственной целью которых является создание научно-технических результатов для внедрения в производство.

Разработка есть использование научных знаний в процессе опытно-конструкторских работ, направленных на создание различных устройств, систем, машин, механизмов. Сюда же относятся проектные работы по созданию нового (типового и уникального) инженерно-технического, строительного или управленческого комплекса с учетом всех производственных факторов на базе уже имеющихся достижений науки, техники и практического опыта.

Экономический эффект здесь определяется на тех же принципах, что и в прикладных работах.

Разработки осуществляются, главным образом, в проектно-конструкторских и проектно-технологических институтах, а также в других организациях, имеющих эти отделы.

Необходимо отметить, что точные границы между этими определениями установить трудно. Названные типы исследований могут быть сгруппированы по проблемам, основным научным направлениям, частным научным направлениям, темам, работам.

Научно-техническая проблема — важная сторона общественной потребности — осуществление управляемой термоядерной реакции, создание новых искусственных материалов и пищевых продуктов и т. д. Обычно проблема имеет иерархическую структуру и включает несколько научных направлений.

Основное научное направление — составная часть проблемы, представляющая собой один из возможных путей ее решения.

Узкое научное направление — часть основного научного направления, включающая отдельные теоретические и практические вопросы создания новой техники. Состоит из совокупности тем и работ.

Научная тема — элемент научного направления, посвященный решению частной задачи, охватываемой данной проблемой.

Научная работа — этап темы, ее наименьшая часть, по которой имеется техническое задание и составляется отчет. Когда употребляют термин «научно-исследовательская работа», обычно имеют в виду проведение тем и работ.

**Критерии оценки
экономической
эффективности
исследований
и разработок**

Эффективность исследований и разработок в зависимости от их типа оценивается различными критериями. Экономическая эффективность прикладных исследований и разработок определяется в соответствии с «Типовой методикой»¹ и «Основными методическими положениями»². Затраты на исследования и разработки по своему характеру можно отнести к капитальным затратам.

Эффективность капитальных вложений определяется сопоставлением эффекта и затрат. В планировании и проектировании определяется, по предложению академика Т. С. Хачатурова, общая (абсолютная) экономическая эффективность (как отношение эффекта ко всей сумме капитальных вложений) и при выборе вариантов решения хозяйственных или технических задач — сравнительная экономическая эффективность, показывающая, насколько один вариант эффективнее другого³.

Критерием экономической эффективности капитальных вложений по народному хозяйству является прирост национального дохода (в сопоставимых ценах) по отношению к капитальным вложениям, вызвавшим этот прирост.

Расчеты сравнительной экономической эффективности капитальных вложений применяются при сопоставлении вариантов хозяйственных или технических решений, размещения предприятий и комплексов, при решении задач выбора взаимозаменяемой продукции, внедрения новых видов техники, строительства новых или реконструкции действующих предприятий и т. п. Показателем сравнительной экономической эффективности капитальных вложений служит минимум приведенных затрат.

Приведенные затраты по каждому варианту представляют собой сумму текущих затрат (себестоимости) и капитальных вложений, приведенных к одинаковой

¹ «Типовая методика определения экономической эффективности капитальных вложений». М., «Экономика», 1969.

² «Основные методические положения по определению экономической эффективности научно-исследовательских работ». М., «Экономика», 1964.

³ Т. С. Хачатуров. Экономическая эффективность капитальных вложений. М., «Экономика», 1964.

размерности в соответствии с нормативом эффективности:

$$C_i + E_n K_i = \min, \quad (2)$$

где K_i — капитальные вложения по каждому варианту (руб.);

C_i — текущие затраты (себестоимость) по тому же варианту (руб.);

E_n — нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений.

Показатели C_i и K_i могут применяться как в полной сумме капитальных вложений и себестоимости годовой продукции, так и в виде удельных величин капитальных вложений и себестоимости единицы продукции.

Нормативный коэффициент эффективности по народному хозяйству в целом устанавливается на уровне не ниже 0,12. При необходимости, по соображениям стимулирования технического прогресса, учета неодинаковых уровней заработной платы (зональных и отраслевых), различий уровня цен, долговременности строительных программ и районных различий, в отраслевых инструкциях допускаются отклонения от установленного нормативного коэффициента эффективности по согласованию с Госпланом СССР.

Нормативы экономической эффективности подлежат пересмотру, который целесообразно приурочивать к периодам составления пятилетних планов.

На основе учета приведенных затрат по каждому варианту определяется экономический эффект по формуле

$$\mathcal{E}_n = [(C_1 - C_2) + E_n (K_1 - K_2)] \cdot A, \quad (3)$$

где C_1 и C_2 — себестоимость единицы продукции соответственно по базовому и новому вариантам;

E_n — нормативный коэффициент эффективности;

K_1 и K_2 — удельные капитальные вложения (производственные фонды), необходимые для производства продукции по базовому и новому вариантам;

A — годовой объем производства продукции.

В зависимости от конкретных условий расчета эта формула может быть преобразована.

Показатель годового экономического эффекта от использования новой техники играет важную роль при оценке и отборе тематики для включения ее в план, а также при выборе рациональных областей применения научных разработок и определении фактических результатов их использования. Однако применение этого критерия для указанных целей связано в ряде случаев с большими трудностями. Укажем на некоторые из них:

1. В существующих методиках определения экономического эффекта новой техники нет единства. Каждая методика предполагает свой порядок его расчета. В результате экономическое обоснование какого-либо мероприятия при одних и тех же исходных данных имеет различные результаты. Например, из формулы определения расчетного годового экономического эффекта видно, что искомая величина зависит от объема производства. В действующих методиках учитывается годовой объем производства после начала внедрения мероприятия; второго года внедрения; оптимальный объем внедрения и т. п.

На основе типовых методик отраслевые НИИ и КБ разрабатывают подробные положения, развивают отдельные принципы, не полностью развитые в этих методиках. В результате получаются разнохарактерные документы, призванные решать аналогичные задачи.

2. Предполагаемые сроки освоения создаваемых образцов новой техники, которые определяются на стадии включения в план НИОКР, на практике часто не выдерживаются, а это не учитывается при расчете ожидаемого годового экономического эффекта.

3. Годовой экономический эффект рассчитывается по разности приведенных затрат базового и предполагаемого вариантов. Следовательно, величина эффекта зависит от выбранной базы, которая в процессе проведения исследований часто изменяется. От начала исследования до промышленного освоения его результатов проходит пять—восемь лет. В течение этого времени появляются новые образцы техники с более высокими технико-экономическими показателями. Ранее выбранная база определения годового экономического эффекта изменится, и его величина поэтому, как правило, уменьшится по сравнению с рассчитанной на стадии научных исследований, если не будет принято решение о повышении параметров проводимых разработок.

4. Расчетный годовой экономический эффект определяется как суммарная величина приведенных затрат у изготовителя и потребителя. Однако трудно учесть возможные условия эксплуатации новой техники у потребителей, так как их потенциальное количество в большинстве случаев достигает значительных размеров и относится к различным отраслям промышленности.

Научно-исследовательские работы, по которым нельзя определить экономический эффект, можно условно назвать «НИР непроизводственного назначения».

К таким следует отнести исследования, конечные цели которых направлены на развитие духовной и материальной жизни народа, улучшение образования, здравоохранения. В силу этого они не дают непосредственного увеличения национального дохода и не направлены на получение экономического эффекта. К этим работам, в частности, относятся исследования по истории, теории искусства, археологии, общественным наукам, а также поиски путей создания различных видов нового, более совершенного медицинского оборудования, приборов и лекарственных препаратов и т. п. Результаты этих работ способствуют развитию и повышению дееспособности рабочей силы как составной части производительных сил.

Действительно, для такого обширного класса научных исследований общепринятые экономические показатели эффективности, определяемые по увеличению национального дохода и окупаемости затрат, не пригодны или играют второстепенную роль. Здесь вообще нельзя выделить «главный» показатель эффективности, а приходится строить более сложную систему ее оценки, учитывающую совокупность показателей. В то же время важное значение имеют другие экономические критерии: стоимость исследований, условная экономия запланированных средств, удешевление выпуска определенного вида продуктов (например, лекарственных) и т. п. Под эффективностью прикладных научных исследований непроизводственного характера понимается совокупная характеристика результатов научно-исследовательских работ, выраженная через систему качественных и количественных показателей, учитывающих степень соответствия полученных результатов поставленной задаче, новизну научной проработки, ожидаемые и фактические результаты внедрения рекомендаций НИР в народное

хозяйство и науку, а также сроки, силы и средства, затраченные на ее выполнение¹.

Несмотря на громоздкость определения, оно, по нашему мнению, отражает существо вопроса.

Из этого определения следует, что эффективность НИР непроизводственного назначения целесообразно определять по следующим критериям:

по степени выполнения задач исследований с учетом новизны научной проработки;

по степени реализации результатов исследований;

по степени использования трудовых и финансовых ресурсов с учетом качества планирования.

Отметим, что в приведенном определении эффективности рассматриваемых НИР, особенно в части соответствия получаемых результатов запланированным, создается видимость возможного искусственного повышения эффективности за счет планирования упрощенных задач. Но если упростить задачи исследования в процессе отбора тематики, то в завершающей стадии работы будут получены заниженные значения показателей эффективности по уровням новизны и внедрения, что в конечном итоге значительно снизит общий показатель эффективности таких работ.

Фундаментальные научные исследования также в основном имеют непроизводственный характер, и получаемые результаты не дают возможности непосредственно оценить экономический эффект.

В некоторых случаях по теоретическим разработкам можно определить экономический эффект. По классификации Института горного дела Сибирского отделения АН СССР, проводимые здесь теоретические исследования делятся на три группы:

во-первых, это те, область использования результатов которых пока не ясна, потому что изыскания направлены в первую очередь на развитие научных знаний, без каких-либо конкретных целей;

вторую группу составляют исследования, которые также нацелены на развитие научных знаний, но некоторые их результаты используются в промышленном производстве;

¹ «Вопросы повышения эффективности научных исследований и разработок», вып. 1. М., 1969.

Таблица 1

Показатели эффекта по классам и видам исследований и разработок

Класс исследований	Вид исследований и разработок	Определяемые показатели				
		научно-технические	текущие затраты на НИОКР	капитальные затраты на НИОКР	приведенные затраты $C+E_{HK}$	коэффициент эффективности НИОКР E_{HK}
Фундаментальные	Общие Общественные Естественные	+	+	—	—	—
		+	+	—	—	—
		+	+	—	—	—
Прикладные	Непроизводственного назначения	+	+	—/+	—/+	—
	Теоретические прикладные	+	+	—	—	—
	Поисковые прикладные	+	+	—/+	—/+	—/+
	Методические	+	+	—	—	—
	Разработка параметров новой конструкции, технологии или материала	+	+	—/+	—	—
	Разработка опытной, опытно-промышленной, промышленной технологии	+	+	+	+	+
	Нормативно-руководящие материалы	+	+	—	—/+	—/+
Разработки	Поисковые	+	+	—	—	—
	Экспериментальные	+	+	+	—	—
	Лабораторное оборудование	+	+	—/+	—	—
	Опытный, опытно-промышленный, промышленный образец	+	+	+	+	+

Примечание. Символ + характеризует возможность расчета показателя, а —/+ означает, что показатель может быть рассчитан не по всем работам данного вида исследований.

и, наконец, теоретические исследования, вызванные нуждами промышленности. В этом случае теория сразу же, в ходе лабораторных испытаний, находит воплоще-

ние в промышленных экспериментах, а затем при производстве продукции. Теория продолжает развиваться, опираясь на уже полученные и проверенные экспериментально результаты.

Такой подход дает возможность определять экономический эффект по некоторым теоретическим работам второй и по всем работам третьей группы.

В табл. 1 приведены показатели по классам и видам исследований и разработок, иллюстрирующие рассмотренные методические вопросы определения эффекта по НИОКР.

МЕТОДЫ РАСЧЕТА

Общие вопросы Методы расчета экономической эффективности НИОКР должны учитывать следующую их специфику.

Прогнозный, вероятностный характер эффективности НИОКР. Расчеты эффективности проводят, как правило, при отсутствии достоверной информации о будущем эффекте и апробированных результатов исследований. Поэтому эффективность исследований представляет собой потенциал, реализуемый по мере использования результатов НИОКР в производстве.

Наличие значительных предпроизводственных затрат. При этом необходим учет полной величины этих затрат, определение коэффициента их эффективности, а также учет их при комплексной оценке эффективности НИОКР.

Поэтапность выполнения НИОКР, которая бывает обычно очень длительной и достигает в среднем 5—8 лет, а то и более. При этом не по всем этапам исследований и разработок представляется возможность проводить подсчет экономической эффективности.

Учет эффективности НИОКР в течение времени экономически эффективного действия новой техники в производстве.

Необходимость определения долевого участия различных организаций (исполнителей) в получаемом эффекте от разрабатываемых и внедряемых НИОКР.

Известно, что проведение НИОКР связано с рядом стадий. Наиболее общие из них это, во-первых, выбор темы и включение ее в план научной организации во-вторых, проведение комплекса работ по утвержденной теме и, наконец, внедрение в производство полученных результатов.

Как показывает практика ряда отраслевых институтов, по каждой теме промышленного характера расчеты экономической эффективности производятся в три этапа:

при включении новой темы в план НИИ или КБ определяется предварительный экономический эффект, который фиксируется в тематической карточке (тематическом задании);

по выполнении темы составляется расчет ожидаемой экономической эффективности, который включает специальный раздел в отчет о законченной работе как ее обязательная составная часть;

после внедрения в производство результатов работ по теме составляется расчет фактической экономической эффективности от внедрения, который прилагается к акту внедрения.

Предварительная экономическая эффективность определяется при составлении тематического плана отраслевого НИИ или КБ по всем темам промышленного характера для определения возможности их включения в план института. Для расчета предварительного экономического эффекта исходные данные определяют по результатам исследования тенденций технического прогресса в отрасли на перспективный период, на основе заводских отчетов, нормативных и руководящих материалов, а также по литературным данным и предполагаемым результатам научно-исследовательских, проектно-конструкторских и технологических работ.

При включении темы в план научной организации в качестве базы (аналога) для расчетов выбирают:

предполагаемые показатели уровня мировой техники, установленные в процессе прогнозирования (5—10 лет) развития данной отрасли; при прогнозировании используют данные анализа патентов, а также информацию о теоретических и фундаментальных исследованиях, содержащуюся в периодической литературе; эти показатели служат для оценки прогрессивности намечаемых НИОКР;

показатели лучшей отечественной техники на расчетный год внедрения в производство новой разработки. Лучшей в экономическом отношении можно считать технику, при эксплуатации которой приведенные затраты наименьшие.

Объемным показателем для расчета предварительной экономической эффективности служит годовая программа предприятия или группы предприятий отрасли, где можно реально использовать результаты проводимой работы.

В итоге НИОКР создается экономический потенциал, реализуемый впоследствии по мере внедрения результатов исследований и разработок в производство. Он измеряется максимально достижимым экономическим эффектом от внедрения работы в производство за год или за расчетный период, в течение которого учитывается эффект. Этим периодом ориентировочно можно считать для конструкций, приборов и технологических процессов пять лет, а для материалов — 10 лет от начала внедрения.

Экономический потенциал является своеобразной и присущей науке формой ее результата. Это понятие очень хорошо отражает экономические итоги научной работы. Отраслевые институты и конструкторские бюро создают объективную ценность, отражаемую в экономическом потенциале, и когда, например, продается лицензия, то оплата производится прежде всего за возможность реализации экономического потенциала.

Учет этого понятия в практике расчетов экономической эффективности проводимых исследований и разработок позволяет наиболее точно оценить их итоги. Оценке подлежит экономический эффект, полученный не только за год (дискретный результат), но и за более длительный период, например за 5—10 лет или больше (интегральный результат).

В итоге внедрения законченных работ НИИ или КБ экономический эффект может быть получен в сферах изготовления новой техники и ее использования.

Если эффект имеет место только в сфере производства продукции без изменения ее эксплуатационных показателей, экономический потенциал этих работ определяется по следующей формуле:

$$\mathcal{E}_n = (C_1 - C_2) + E_n(K_1 - K_2) - K_{np}, \quad (4)$$

где $\mathcal{E}_n$ — экономический эффект в сфере производства (руб.);

C_1 и C_2 — себестоимость изготовления годового объема продукции до и после внедрения (руб.);

K_1 и K_2 — капитальные затраты на производство продукции до и после внедрения (руб.);

E_n — нормативный коэффициент эффективности;

$K_{пр}$ — предпроизводственные затраты (руб.) (подробнее см. стр. 30).

Если в результате проведения работы изменяются затраты как в сфере производства продукции, так и в сфере ее эксплуатации, то используется иная формула определения экономического потенциала:

$$\mathcal{E}_{пэ} = \left[(C_1 + E_n K_1) + \left(\frac{I_1}{P_1 + E_n} + K_1'' \right) \right] - \left[(C_2 + E_n K_2) + \left(\frac{I_2}{P_2 + E_n} + K_2'' \right) \right] - K_{пр}, \quad (5)$$

или, принимая $(C_1 + E_n K_1) = K_1'$, $(C_2 + E_n K_2) = K_2'$,

$$\mathcal{E}_{пэ} = \left(K_1' + K_1'' + \frac{I_1}{P_1 + E_n} \right) - \left(K_2' + K_2'' + \frac{I_2}{P_2 + E_n} \right) - K_{пр}, \quad (6)$$

где I_1 и I_2 — годовые эксплуатационные издержки у потребителя старой и новой продукции без учета амортизационных отчислений на реновацию (восстановление стоимости техники) (руб.);

K_1'' и K_2'' — капитальные вложения потребителя старой и новой продукции (помимо стоимости самой продукции) (руб.);

P_1 и P_2 — доля амортизационных отчислений на реновацию старой и новой продукции.

Отличительной чертой расчетов предварительной эффективности является учет ограниченного круга показателей и небольшая точность рассчитываемых данных из-за неясности технических и экономических условий создания, внедрения и эксплуатации новой техники.

Учет фактора времени при исследованиях и проектировании машин, их узлов, деталей и т. д. выступает в виде проблемы соизмерения показателей различной размерности — единовременных затрат с текущими,

т. е. повторяющимися неоднократно. Решение задачи возможно лишь после приведения сопоставляемых величин к одной и той же размерности, что предполагает использование некоторого размерного множителя.

Фактор времени оценивается путем приведения разновременных и различных по величине затрат и эффекта к сопоставимому виду по следующим формулам.

Если затраты данного года приводятся к периоду, предстоящему через T лет, то расчетная формула примет вид:

$$K_T = K_0(1 + E_{\text{нп}})^T, \quad (7)$$

где K_T — затраты будущих лет (руб.);

K_0 — затраты данного года (руб.);

$E_{\text{нп}}$ — норматив для приведения разновременных затрат.

Если же затраты (эффект) данного года приводятся к периоду времени на T лет более раннему, то для определения соответствующих эквивалентных затрат (эффекта) применяются следующие расчетные формулы:

$$K_T = \frac{K_0}{(1 + E_{\text{нп}})^T}; \quad (8)$$

$$\mathcal{E}_T = \frac{\mathcal{E}_0}{(1 + E_{\text{нп}})^T}, \quad (9)$$

где $\mathcal{E}_T$ — эффект будущих лет (руб.);

$\mathcal{E}_0$ — эффект данного года (руб.).

Ожидаемый экономический эффект рассчитывается по окончании научно-исследовательских, проектно-конструкторских и технологических работ.

При расчете ожидаемого экономического эффекта в качестве базы должны быть использованы технико-экономические показатели новейшей продукции, запущенной в серийное производство, а также передовой технологии, внедренной на предприятиях последней постройки в СССР и за рубежом. Причем эти показатели следует пересчитать на момент внедрения НИОКР в производство с учетом изменения производительности труда в данной отрасли.

Исходные данные для расчетов определяются на основе отчетных заводских материалов, нормативных и

руководящих материалов и результатов лабораторных исследований или промышленной проверки новой техники.

При расчете экономического эффекта учитываются сопряженные капитальные вложения, т. е. возможные капитальные затраты в других отраслях народного хозяйства, в частности для создания новых производственных мощностей.

Объемным показателем для расчетов является годовая программа или программа на весь расчетный период одного предприятия или группы предприятий отрасли, где можно осуществить внедрение.

Ожидаемая экономическая эффективность (определяется по формулам 4, 5, 6) отличается от предварительной большей точностью, поскольку в результате исследований становятся известными технико-экономические показатели новой техники. Неточным, ориентировочным остается в ряде случаев объем применения этой техники, ввиду того что ее внедрение на предприятиях не всегда планируется отраслевыми министерствами. Заводам же необходимо определенное время, чтобы разобраться в преимуществах предлагаемого учеными технического новшества и решить вопрос о его применении в своих конкретных условиях. Особенно часто неизвестен объем применения в народном хозяйстве новых технологических процессов, поскольку далеко не всегда имеется возможность организовать производство необходимого оборудования и оснастки в централизованном порядке.

Фактический экономический эффект возникает и рассчитывается при использовании результатов НИОКР в промышленности.

Исходные данные для расчета — фактически достигнутые показатели внедренных на предприятиях работ или нормативы передовых заводов в расчете на единицу продукции (в метрах, тоннах, штуках и т. д.).

При расчете фактического экономического эффекта от внедрения в производство результатов НИОКР в качестве базы для сравнения принимается замененная техника (или техническое решение). Объемным показателем для расчета при этом служит фактический годовой выпуск продукции предприятием (группой предприятий), где внедрение новшества уже осуществлено.

Фактический экономический эффект определяется ежегодно в течение расчетного периода, начиная с момента ввода новой техники в эксплуатацию, путем сопоставления технико-экономических показателей объектов до и после внедрения.

Во многих случаях фактическая экономия, достигнутая внедрением данной разработки, получается меньше ожидавшейся суммы. Главным образом это происходит по организационным и лишь иногда по техническим причинам, так как данную технику приходится приспособлять к условиям того или иного завода. Объясняется их отличие и тем, что ожидаемую экономию рассчитывают сами НИИ и КБ, ведущие разработку, а объем внедрения определяют в основном заводы, причем каждый применительно к своим нуждам. Часть заводов, намеченных разработчиками для внедрения новой техники, вообще не применяют эту технику. Поэтому сумма фактической экономии может не совпадать с ее ожидаемой величиной.

К тому же при расчете ожидаемой экономии имеется много субъективных моментов. Сотрудники институтов в какой-то мере сами себя оценивают, иногда с излишней дозой оптимизма.

Результаты расчета экономии, достигнутой от внедрения технической новинки, в значительной мере свободны от субъективных оценок, так как они опираются на фактические показатели производства и потребления промышленной продукции. Поэтому они и служат наиболее достоверной оценкой отдельной работы, а также деятельности целых научных коллективов. Правда, для выявления фактических результатов необходимы определенные условия.

Фактический экономический эффект ($\mathcal{E}_\Phi$) от внедрения новой техники определяется по следующим формулам:

- а) у изготовителя при изменении цен изделий

$$\mathcal{E}_\Phi = [(U_2 - C_2) - (U_1 - C_1)] \cdot A_2 - E_n K - K_{np}; \quad (10)$$

- б) у изготовителя и потребителя при неизменных ценах

$$\mathcal{E}_\Phi = (C_2 - C_1) \cdot A_2 - E_n K - K_{np}; \quad (11)$$

- в) при отсутствии цены (на отдельных технологических операциях и т. д.)

$$\Delta_{\Phi} = [(C_1^T - C_2^T) + E_n(K_1 - K_2)] \cdot A_2 - K_{\text{пр}}, \quad (12)$$

где C_1 и C_2 — оптовая цена (без налога с оборота) единицы продукции до и после внедрения (руб.); учитываться должно только изменение цен, вызванное внедрением новой техники;

C_1 — себестоимость единицы продукции до внедрения (руб.);

C_2 — средняя фактическая себестоимость единицы продукции за рассчитываемый период после внедрения (руб.);

K — фактические дополнительные капитальные затраты на внедрение мероприятия по новой технике (руб.);

A_2 — фактический выпуск продукции за рассчитываемый период (т, шт., м и т. д.);

C_1^T и C_2^T — себестоимость технологической операции до и после внедрения новой техники (руб.);

K_1 и K_2 — удельные капитальные затраты на технологическое оборудование и оснастку до и после внедрения новой техники (руб.);

$K_{\text{пр}}$ — предпроизводственные затраты (руб.).

Расчет себестоимости и капитальных затрат

Себестоимость и капитальные затраты для базового варианта опреде-

ляются и при необходимости корректируются на основе учета фактических данных, а для новой техники на основе расчетных, экспериментальных или опытных данных о показателях, которые будут достигнуты в результате внедрения новой разработки.

Капитальные затраты — это затраты на создание основных и оборотных фондов. Основными фондами называются средства производства, которые участвуют во многих производственных циклах, сохраняя при этом свою натуральную форму, и переносят свою стоимость на изготавливаемый продукт частями, по мере снашивания. К ним относятся производственные здания, машины, оборудование и другие средства труда.

Оборотными фондами называются средства труда, которые участвуют в одном цикле производства, сразу и полностью переносят свою стоимость на продукт, из-

меняя при этом свою натуральную форму. Оборотные фонды включают предметы труда в производственных запасах (сырье, основные и вспомогательные материалы, топливо, покупные полуфабрикаты), незавершенное производство и расходы будущих периодов.

Все это следует учитывать при определении экономической эффективности научно-технических решений, которые в ряде случаев существенно меняют составные части основных и оборотных фондов.

Состав капитальных вложений на новую технику зависит от характера научно-технического мероприятия и условий его внедрения. Общий перечень элементов капитальных затрат включает в себя:

цену покупного оборудования (по прейскуранту или договору) и затраты на его доставку ($K_{об}$);

себестоимость специального (нестандартного) оборудования, изготовленного силами предприятия ($K_{но}$);

затраты на монтажно-демонтажные работы ($K_{мд}$);

затраты на модернизацию оборудования ($K_{м}$);

затраты на отладку и доводку оборудования ($K_{од}$);

затраты на приобретение инструмента и технологической оснастки по цене свыше 50 руб. за единицу и сроком службы более года ($K_{и}$);

стоимость строительства и реконструкции зданий и сооружений, необходимых для осуществления мероприятия по новой технике, а также расходы по расширению производственной площади ($K_{з}$);

затраты на смежных участках производства в связи с внедрением новой техники ($K_{су}$);

затраты на приобретение лицензий ($K_{лиц}$);

неамортизированную часть первоначальной стоимости основных средств, исключаемых из производства в результате осуществления технического мероприятия, за вычетом лома ($K_{неам} - K_{л}$);

прирост оборотных средств, необходимых для использования внедренной техники (при высвобождении оборотных средств эта часть берется со знаком «минус») ($\pm K_o$).

Таким образом, формула, учитывающая основные элементы капитальных вложений, имеет вид:

$$K = K_{об} + K_{но} + K_{мд} + K_{м} + K_{од} + K_{и} + K_{з} + K_{су} + K_{лиц} + \\ + K_{неам} - K_{л} \pm K_o. \quad (13)$$

Расчет себестоимости ведется по изменяющимся элементам: затраты труда, уменьшение веса и расхода топлива, электроэнергии, сокращение численности работающих и т. д. как в основной (т. е. отрасли, в которой внедряется новая разработка), так и в смежных отраслях (где изменения элементов непосредственно вызываются внедрением новой разработки).

Состав статей себестоимости принимается в соответствии с «Основными положениями»¹ и отраслевыми инструкциями калькулирования себестоимости продукции. Расчет себестоимости отдельных объектов или затрат по их эксплуатации может осуществляться методом прямого счета либо посредством распределения затрат пропорционально определенным факторам производства.

Первым способом учитываются затраты на основные материалы и заработную плату рабочих, непосредственно обслуживающих данный объект новой техники, а также те статьи комплексных расходов, которые могут быть прямо отнесены на себестоимость данного вида продукции (амортизация оборудования, затраты на энергию, ремонт оборудования и пр.).

Стоимость материала C_m на единицу продукции (руб.):

$$C_m = P_n \cdot K_z \cdot C_m - P_o \cdot C_o, \quad (14)$$

где P_n — вес единицы готовой продукции;

K_z — коэффициент запуска материала на единицу готовой продукции;

C_m — цена единицы материала (руб.);

P_o — количество возвратных отходов на единицу продукции;

C_o — цена единицы возвратных отходов материала (руб.).

Учет затрат по заработной плате рабочих, обслуживающих данный объект новой техники, производится на основе норм трудоемкости и тарифных ставок либо (при повременной оплате труда) затраченного времени и среднемесячной заработной платы:

$$З_{пр} = T_{пр} \cdot C_{тар} \cdot H \quad (15)$$

или

$$З_{пр} = \frac{D_{ст} \cdot H}{P_{дн}}, \quad (16)$$

где $З_{пр}$ — зарплата производственных рабочих на единицу продукции (руб.);

¹ «Основные положения по планированию, учету и калькулированию себестоимости продукции на промышленных предприятиях». (Утверждено Госпланом СССР, Госкомитетом цен Совета Министров СССР, Министерством финансов СССР, ЦСУ при Совете Министров СССР.) М., Прейскурантиздат, 1970.

$T_{\text{пр}}$ — трудоемкость единицы продукции (н/час);
 $C_{\text{тар}}$ — средняя тарифная ставка рабочих в час (руб.);
 $D_{\text{ст}}$ — дневная тарифная ставка всех производственных рабочих (руб.);
 $P_{\text{дн}}$ — дневная (сменная) производительность оборудования (в натуральных единицах);
 H — начисления на зарплату ($\approx 1,16$).

Стоимость электроэнергии на единицу продукции ($C_{\text{э}}$) рассчитывается (в рублях) по следующей формуле:

$$C_{\text{э}} = \frac{M_{\text{эд}} \cdot K_{\text{и}} \cdot K_{\text{в}} \cdot C_{\text{кв}}}{P_{\text{дн}}}, \quad (17)$$

где $M_{\text{эд}}$ — мощность электродвигателя (квт);

$K_{\text{и}}$ — коэффициент использования мощности;

$K_{\text{в}}$ — коэффициент использования электродвигателя по времени;

$P_{\text{дн}}$ — дневная (сменная) производительность оборудования (в натуральных единицах);

$C_{\text{кв}}$ — стоимость одного киловатт-часа электроэнергии (руб.).

При расчете амортизации на единицу продукции исходят из того, что она представляет собой плановое погашение стоимости основных фондов по мере их износа путем ее перенесения на изготавливаемую продукцию (или услуги). Норма амортизации — это отношение суммы годовых амортизационных отчислений к стоимости основных фондов, выраженное в процентах. Постановлением Совета Министров СССР от 1 сентября 1961 г. № 802 установлены нормы амортизационных отчислений на здания, сооружения, рабочие машины, оборудование.

Амортизационные отчисления на единицу продукции ($C_{\text{а}}$) определяются так:

$$C_{\text{а}} = \frac{C_{\text{об}} \cdot H_{\text{а}}}{P_{\text{ч}} \cdot 6000}, \quad (18)$$

где $C_{\text{об}}$ — стоимость оборудования;

$H_{\text{а}}$ — норма амортизации;

$P_{\text{ч}}$ — часовая производительность оборудования (в натуральных единицах);

6000 — число принятых рабочих часов в году при трехсменной работе (при двухсменной — 4000 часов).

Норму амортизации можно использовать для укрупненных расчетов некоторых статей цеховых расходов. Если принять амортизацию оборудования и транспортных средств за 100%, то применительно к машиностроению содержание оборудования и рабочих мест составит 55%. Текущий ремонт оборудования и транспортных средств — 45%. Содержание транспорта и расходы по его эксплуатации — 21%. Возмещение износа малоценного инструмента — 22%.

Пример.

Стоимость ковочной машины — 200 000 руб.

Тогда $C_{\text{а}} = 200\,000 \times 0,115 = 23\,000$ руб., где 11,5% — норма амортизации ковочной машины.

Затраты на содержание рабочих мест ($C_{\text{р}}$) составят

$$C_{\text{р}} = 23\,000 \times 0,55 = 12\,600 \text{ руб.}$$

Затраты на текущий ремонт ($P_{\text{т}}$) будут равны

$$P_{\text{т}} = 23\,000 \times 0,45 = 10\,400 \text{ руб.}$$

В тех случаях, когда нет возможности отнести расходы непосредственно на себестоимость продукции, следует их распределять пропорционально отдельным факторам производства. Комплексные расходы в этих случаях предварительно группируются с таким расчетом, чтобы в каждой группе были расходы, зависящие от какого-либо фактора производства: от основной заработной платы производственных рабочих, ремонтной сложности оборудования, объема выпускаемой продукции, производственной площади и пр. Затем расходы каждой группы распределяются по объектам новой техники пропорционально соответствующему фактору. Например, если расходы на содержание производственной площади цеха (содержание, ремонт и амортизация здания и инвентаря, отопление и освещение помещений и т. п.) за год составляют 100 000 руб., производственная площадь цеха — 5000 кв. м, а из них под оборудованием занято 30 кв. м, то по этой статье расходов на оборудование приходится

$$\frac{100\,000 \times 30}{5000} = 600 \text{ руб./год.}$$

Предпроизводственные затраты

Под предпроизводственными затратами ($K_{\text{пр}}$) понимают совокупность затрат на научные исследования ($K^{\text{н}}$), изучение патентов ($K^{\text{п}}$), проведение технико-экономических расчетов ($K^{\text{р}}$), конструирование ($K^{\text{окр}}$) и изготовление экспериментального оборудования ($K^{\text{о}}$), постройку и испытание опытных образцов машин ($K^{\text{оп}}$), промышленные испытания, необходимые для проверки результатов ($K^{\text{пи}}$), а также наладку и доводку новой техники ($K^{\text{л}}$). Следовательно, формула предпроизводственных затрат имеет вид:

$$\Sigma K_{\text{пр}} = K^{\text{н}} + K^{\text{п}} + K^{\text{р}} + K^{\text{окр}} + K^{\text{о}} + K^{\text{оп}} + K^{\text{пи}} + K^{\text{л}}. \quad (19)$$

Ввиду того что предпроизводственные затраты (по госбюджетному и централизованному финансированию) не входят в состав капитальных вложений и себестоимости продукции, их необходимо вычесть из величины годовой экономии или экономии за некоторый период времени.

Предпроизводственные затраты целесообразно равномерно распределить на весь период экономически эффективного действия в производстве результатов НИОКР (на время расчетного периода) и вычитать их из годовых сумм экономии.

Тогда величину предпроизводственных затрат в расчете на год можно легко определять по формуле:

$$K_{\text{пр}} = \frac{\Sigma K_{\text{пр}}}{\tau}, \quad (20)$$

где τ — ориентировочный срок экономически эффективного действия в производстве результатов исследований и разработок (в годах).

Таблица 2

Расчет предпроизводственных затрат

Этап работ	Затраты по годам (тыс. руб.)				
	1968	1969	1970	1971	итого
Научно-исследовательские работы	20	10	—	—	30
Конструкторские работы	—	15	—	—	15
Создание опытного образца	—	10	20	—	30
Испытания	—	—	10	10	20
Подготовка объекта к серийному производству	—	—	—	30	30
Итого	20	35	30	40	125
Условные обозначения	K_4	K_3	K_2	K_1	
Приведенные к году серийного изготовления (1972 г.) при $E_{\text{нп}} = 0,08$	27,2	44,1	35,1	43,2	149,6

Предпроизводственные затраты в данном случае (табл. 2) рассчитаны с учетом фактора времени по формуле (7) сложных процентов. Так, величина средств, затраченных в 1968 г., приведена к 1972 г. (год серийного изготовления) следующим образом:

$$K_4 = 20(1 + 0,08)^4 = 20 \times 1,36 = 27\,200 \text{ руб.}$$

Затраты 1969 г., приведенные к 1972 г., равны

$$K_3 = 35(1 + 0,08)^3 = 35 \times 1,26 = 44\,100 \text{ руб.}$$

Таким же образом определяются и другие составляющие предпроизводственных затрат.

**Сопоставимость
вариантов
научно-технических
решений**

При проведении расчетов необходимо строго соблюдать сопоставимость вариантов научно-технических решений и учитывать фактор времени.

Сопоставляя варианты, нужно иметь в виду все признаки (объем продукции, ее состав и качество, сроки изготовления и т. д.), кроме того, эффективность которого определяется. При этом различия между вариантами сводятся к учету приведенных затрат, вызванных внедрением новой техники.

Если определяется эффективность технических решений, предназначенных для производства продукции взаимозаменяемой, но разного качества, то сопоставимость вариантов будет достигнута их корректировкой с помощью соответствующих эквивалентов перевода одного вида продукции в другой.

При расчетах экономической эффективности необходимо проводить корректировку исходных (базовых) данных по действующему производству, с тем чтобы исключить влияние тенденций, искажающих результаты расчета (временная неполная загрузка оборудования, большие потери, случайные удорожающие факторы и др.), и выявить реальную эффективность на завершающих стадиях проектирования и внедрения.

По фактору роста объема выпуска корректировку следует проводить в тех случаях, когда разработка и внедрение мероприятия предусматривают повышение объема выпуска продукции. Данные по действующему производству пересчитываются на выпуск, предусмотренный в проекте.

Рост объема выпуска позволяет улучшить загрузку оборудования, увеличить размеры партий деталей и т. д. Все это должно быть учтено при приведении показателей действующего производства в сопоставимый с проектными показателями вид.

По факторам роста объема выпуска и времени исходные показатели действующего производства корректируются в случаях, когда разработка и внедрение проекта, предусматривающего повышение объема выпуска продукции, осуществляются в течение ряда лет. Корректировка проводится при полном освоении проекта с учетом динамики изменения на основе результатов анализа отчетных данных за несколько прошедших лет, а

также изучения перспективных планов, намечающих рост производительности труда, снижение себестоимости и т. д.

Корректировка исходных данных по факторам роста объема выпуска и времени выявляет реальный годовой экономический эффект не в начале проектирования, а при полном завершении работ и освоении проектного выпуска. В тех случаях, когда проект ставит своей целью повышение качества продукции (и это документально обосновано проектантами), экономическую эффективность рекомендуется определять, сопоставляя величины приведенных затрат сфер производства и эксплуатации по действующему производству и по проекту.

Когда же основная цель проекта — повышение объема выпуска, рост производительности труда, механизация и автоматизация производства, но внедрение данного проекта попутно позволяет получить продукцию повышенного качества, для сопоставимости приведенных затрат следует скорректировать показатели действующего производства таким образом, чтобы учесть ряд производственных операций (шлифование, штамповка, ультразвуковой контроль и др.), в нем отсутствующих, но предусмотренных в проекте.

Введение этих операций позволило бы в уже действующем производстве получать продукцию такого же качества, как и в проектируемом.

Для дополнительно вводимых операций следует предусмотреть нужное оборудование, площади и т. д.

Для достижения сопоставимости вариантов необходимо один из них дополнить данными об оборудовании, рабочей силе, оснастке и т. д. или о средствах и способах, обеспечивающих равное качество. Поясним сказанное примерами приведения проектных вариантов к сопоставимому виду.

Приведение к одинаковому объему выпуска продукции

Предположим, что проектируется реконструкция сталелитейного цеха, которая позволит увеличить выпуск литья в два раза (с 20 000 до 40 000 т); капитальные вложения для ее проведения отпускаются в размере 6 000 000 руб.; себестоимость 1 т литья до реконструкции — 200 руб., после нее — 180 руб.

Для решения вопроса об эффективности намеченного мероприятия нужно рассчитать экономию на годовой выпуск литья.

Если экономию, полученную на 1 т литья, умножить на прежний выпуск, то полученный результат не отразит экономии на себестоимости, которую обеспечит прирост выпуска литья после реконструкции.

Приняв такое решение, выясняем, что вложения в реконструкцию могут окупиться экономией на себестоимости в течение 15 лет $\left(\frac{6\,000\,000}{20 \times 20\,000}\right)$. Можно, казалось бы, заключить, что при этих условиях реконструкция неэффективна. Однако этот вывод может быть ошибочным, ибо он основан на неверном сравнении разных по объему продукции вариантов. Проверим этот вывод, исходя из других предпосылок.

Отказ от реконструкции цеха должен привести к принятию другого решения, позволяющего покрыть дополнительную потребность в 20 000 т литья. Предположим, что это может быть достигнуто строительством нового цеха, вложения в который из-за лучшего технического решения составят 5 500 000 руб., а себестоимость 1 т литья составит 170 руб.

Определив другие возможности покрытия потребности в литье, мы тем самым получаем показатели для приведения обоих вариантов к тождественному виду (табл. 3).

Таблица 3

Сопоставление вариантов увеличения выпуска литья

Вариант	Производство (тыс. т литья в год)	Новые капитальные вложения (руб.)	Себестоимость всей продукции (руб.)
Реконструкция Старый и новый цехи	40 20 (старый цех) +20 (новый цех)	6 000 000 5 500 000	$180 \times 40\,000 = 7\,200\,000$ $200 \times 20\,000 + 170 \times 20\,000 = 7\,400\,000$

Из табл. 3 видно, что вывод о неэффективности реконструкции не подтвердился. После приведения вариантов к одинаковому объему выпуска литья оказалось, что реконструкция обеспечивает более дешевое литье, но зато требует больших капитальных вложений. Второй вариант оказался менее эффективным, чем первый, несмотря на более низкие капитальные вложения. Избыток новых вложений на реконструкцию по сравнению со вторым вариантом (старый и новый цехи) окупается экономией на себестоимости в два с половиной года $\left(\frac{6\,000\,000 - 5\,500\,000}{7\,400\,000 - 7\,200\,000}\right)$.

Приведение к единому сроку выпуска продукции

Один из отраслевых институтов в 1967 г. спроектировал автоматизированную поточную линию обработки корпусов машины.

При разработке проекта в качестве исходных данных использовались показатели действующего производства, достигнутые в 1967 г. Полное внедрение проекта намечалось в 1971 г.

Для того чтобы привести проектные данные в сопоставимый

Таблица 4

Приведение показателей к сопоставимому виду

Показатель	Единица измерения	Величина показателя			Изменение показателей (увеличение, уменьшение) по сравнению с нормативами	
		по нормативам		по проекту		
		1967 г.	1971 г.		1967 г.	1971 г.
Годовой выпуск корпусов	шт.	100 000	100 000	100 000	—	—
Капитальные затраты — всего	руб.	125 000	95 000	140 000	+15 000	+45 000
В том числе:						
стандартное оборудование	»	100 000	75 000	50 000	-50 000	-25 000
нестандартное оборудование	»	10 000	10 000	77 000	+67 000	+67 000
производственные площади	м²/руб.	150	100	130	-2 000	+3 000
		15 000	10 000	13 000		
Затраты на проектирование	руб.	—	—	2 000	+2 000	+2 000
Цеховая себестоимость обработки корпусов	»	50 000	39 000	42 000	-8 000	+3 000
Погашение затрат на проектирование (в течение четырех лет)	»	—	—	500	+500	+500
Цеховая себестоимость с учетом погашения затрат на проектирование	»	50 000	39 000	42 500	-7 500	+3 500

вид с результатами действующего производства в год внедрения, необходимо учесть изменения в производительности труда. Анализ данных за последние пять лет показал, что производительность труда в действующем производстве ежегодно повышалась на 4%. По плану намечается увеличить производительность труда на заводе, где будет внедряться автоматизированная поточная линия, на 5% в год. Поэтому при расчете эффективности создания новой техники необходимо учесть ежегодный рост производительности труда на 5%. Показатели действующего производства скорректированы в расчете на проектный выпуск 1971 г. с учетом роста производительности труда: трудоемкость и станкоемкость уменьшены на 17%; количество универсальных станков по действующим нормативам принято равным 12 шт., по скорректированным — 10 шт.

Если бы расчет производился по данным на момент проектирования, как иногда еще случается в ряде проектных организаций, то были бы следующие показатели эффективности:

дополнительные капиталовложения — 15 000 руб.;

годовая экономия — 7500 руб.

Окупаемость дополнительных капиталовложений составит два года ($15\,000 : 7500$). Таким образом, проект был бы экономически эффективным.

Однако показатели проекта, рассчитанные с учетом приведения к единому сроку выпуска продукции (табл. 4), совсем иные, нежели без учета этого фактора.

Дополнительные капитальные затраты по проекту составляют 45 000 руб., а цеховая себестоимость обработки корпусов с учетом погашения затрат на проектирование на 3500 руб. превышает себестоимость по нормативам 1971 г., т. е. года внедрения.

Следовательно, предложенный проект неэффективен и необходимо принять другое техническое решение по созданию автоматизированной поточной линии.

Определение долевого участия

Экономический эффект от внедрения в производство результатов научно-исследовательских работ является комплексным итогом деятельности научных, проектных, конструкторских организаций, производственных предприятий, строительных организаций.

Определение долевого участия вызывается необходимостью устранить многократный учет одной и той же суммы экономии, который имеется в настоящее время, а также правильно оценить вклад всех участников в дело создания и внедрения новой техники.

При определении долевого участия в экономии следует учитывать лишь основных участников разработки, а также решающие факторы создания и внедрения новой техники.

Долевое участие определяется, во-первых, **чисто экспертным методом**, когда специалисты, участвующие в комплексе работ, примерно определяют долю основных работ комплекса в экономическом эффекте от его внедрения. Положительная черта этого метода — простота и быстрота принятия решения, недостаток — большое влияние субъективных факторов, связанных с личными качествами специалистов, принимающих участие в обсуждении.

Во-вторых, **пропорционально заработной плате основных участников работ или**, в случае примерно равного характера исследований и разработок, **пропорционально затратам**. Достоинство этого метода в простоте

осуществления его в ряде случаев. Однако затраты не всегда отражают ценность проведенных работ.

И наконец, **пропорционально заработной плате с учетом научно-технической значимости выполненных работ**. Этот метод мы считаем наиболее точным¹.

При оценке долевого участия в экономическом эффекте следует учитывать как количество затрат труда участников, так и их творческий вклад в создание и внедрение новой техники.

Долевое участие D_{y_i} данного вида работ в общей экономии можно определить (в %) по формуле

$$D_{y_i} = \frac{K_{тв_i} \cdot Z_i \cdot 100}{\sum K_{тв_i} \cdot Z_i} = \frac{Z_{ск_i} \cdot 100}{\sum Z_{ск_i}}, \quad (21)$$

где $K_{тв_i}$ — коэффициент творчества i -го вида работ;

Z_i — затраты по зарплате на проведение i -го вида работ (тыс. руб.);

$Z_{ск_i} = Z_i \cdot K_{тв_i}$ — скорректированные затраты по зарплате, израсходованной на i -й вид работ (тыс. руб.);

$\sum Z_{ск_i}$ — скорректированные предпроизводственные затраты по зарплате на создание, внедрение и освоение новой техники (тыс. руб.).

Временно предлагаются следующие усредненные величины $K_{тв}$ для организаций, участвующих в разработке, внедрении и освоении новых конструкций машин.

Этапы работ	$K_{тв}$
Исследования	3
Техническое задание на разработку машин	3
Технический или эскизный проект	2
Рабочий проект	1,5
Изготовление опытного образца, испытания, освоение машины	1

Определение долевого вклада в полученный эффект и его распределение между участниками научных исследе-

¹ Подробно он описан в кн.: С. И. Голосовский. Эффективность научных исследований. М., «Экономика», 1969, стр. 60—88.

дований и разработок по комплексным темам внутри института характеризуется той особенностью, что труд отдельных групп исследователей различается между собой меньше, чем труд исследователей и заводских работников. Поэтому в тех случаях, когда работы выполнены примерно на равном творческом уровне, долевое участие в эффекте исчисляют пропорционально зарплате или затратам на разделы темы.

При нахождении долевого участия по комплексу работ, имеющих различное творческое значение, возникают ситуации, когда экономический эффект от внедрения позволяют получать: 1) все работы комплекса; 2) только одна из них; 3) некоторые из этих работ; 4) одна или две работы, но в результате идей, разработанных ранее и не имеющих отношения к данному комплексу.

В первом и четвертом случаях долевое участие по отдельным работам не рассчитывается.

Для работ, имеющих отношение ко второму и третьему случаям, долевое участие определяется следующим образом.

Временно, до разработки $K_{\text{тв}}$ применительно к научным работам, долевое участие экспертным путем можно найти в два этапа.

На первом этапе определяется доля каждой научной работы по удельному весу заработной платы (или по всем затратам), а затем руководитель комплекса работ (а между институтами — головная организация) вносит коррективы в полученные величины в соответствии с творческим вкладом участников разработок. Пример расчета долевого участия приведен в табл. 5.

Экспертное определение величины долевого участия данного этапа в комплексных работах можно сделать более точным, используя количественные методы оценок НИОКР по их научно-технической значимости.

Под научно-технической значимостью работы понимают величину вклада в развитие науки и отрасли производства.

К числу основных, различных по математическому весу (φ_i) параметров, оценивающих научно-техническую значимость работы, следует отнести степень новизны (0,500), уровень теоретической обоснованности (0,333) и экспериментальной проверки итогов работы (0,167).

Коэффициент творчества по характеристикам научно-

Таблица 5

Определение долевого участия в экономическом эффекте
с применением коэффициента творчества (данные условные)

Стадия работ	Организации	Затраты на данный вид работ Z_i (тыс. руб.)	Коэффициент творчества $K_{ТВi}$	Скорректированные затраты $Z_{скi}$ (тыс. руб.)	Долевое участие D_{yi} (%)
Исследование	Лаборатории инсти- тута	100	3	300	34,7
Техническое задание на разработку	Лаборатории инсти- тута	20	3	60	6,9
Эскизный проект	КБ	25	2	50	5,8
Технический проект	КБ	50	2	100	11,6
Рабочий проект	КБ	70	1,5	105	12,1
Эксплуатационные испы- тания	Институт и завод	50	1	50	5,8
Доработка документации, разработка технологии и оснастки для серийного выпуска продукции	Службы завода	200	1	200	23,1
Итого		515		865	100

технической значимости ($K_{ТВ}^{нт}$) определяется по фор-
муле:

$$K_{ТВ}^{нт} = B_o \cdot \varphi_i, \quad (22)$$

где B_o — оценка характеристики в баллах;
 φ_i — математический вес характеристики.

В табл. 6 приведены оценки характеристик, применяемых при определении научно-технической значимости НИОКР.

Пример определения коэффициента творчества по характеристикам научно-технической значимости показан в табл. 7.

Подсчитав $K_{ТВ}^{нт}$ для каждой из входящих в комплекс работ по созданию новой техники, переходят затем к определению их долевого участия в полученной

Показатели для оценки научно-технической значимости НИОКР

Характеристики	Оценка в баллах B_0
Степень новизны	
Частичные усовершенствования изделий, технологических процессов, материалов и пр. Создание простейших средств улучшения условий труда, техники безопасности и пр.	1
Существенное улучшение характеристик изделий, технологических процессов, материалов и пр. Создание сложных конструкций при известных направлениях разработки	2
Новые направления в разработке изделий, технологических процессов, материалов. Создание принципиально новой техники	3
Уровень теоретической обоснованности	
Положительные решения инженерной задачи на основе простых обобщений	1
Установление некоторых общих закономерностей, которые могут быть использованными за пределами данной работы	2
Открытие нового пути решения инженерных задач, в которых данное решение может быть в качестве примера или вообще не фигурировать	3
Степень экспериментальной проверки полученных результатов	
Экспериментальная проверка результатов не проводилась	1
Результаты проверены на небольшом числе экспериментальных данных	2
Результаты проверены на большом числе экспериментальных данных	3

экономии по формуле (21), заменив $K_{тв_i}$ на $K_{тв_i}^{нт}$ (табл. 8).

Долевое участие определяется головной организацией или руководителем комплекса научных разработок и сообщается всем участникам.

Расчеты ведутся в два этапа. Сначала, при определении целей разработки новой техники, головная организация совместно с участниками исследования на основе предварительного калькулирования всей совокупности

Таблица 7

Определение $K_{тв}^{нт}$ по одной научно-исследовательской работе

Характеристики	B_0	φ_i	$K_{тв}^{нт}$
Степень новизны	3	0,500	1,500
Уровень теоретической обоснованности	3	0,333	0,999
Степень экспериментальной проверки полученных результатов	2	0,167	0,334
Итого			2,833

работ определяет необходимые затраты, ожидаемую экономическую эффективность от внедрения, а также главные научно-технические проблемы, требующие своего решения. После того как установлено содержание намечаемых разработок, с помощью таблицы значений $K_{тв}$ и величины примерных затрат по зарплате (или

Таблица 8

Пример определения долевого участия по семи работам комплекса

Условный номер работы	Затраты Z_i (тыс. руб.)	$K_{тв i}^{нт}$	$Z_{ск}^{нт} = Z_i \cdot K_{тв i}^{нт}$ (тыс. руб.)	D_{y_i} (%)
1	10	2,833	28,33	16,1
2	15	1,567	23,47	13,4
3	12	1,833	23,0	13,2
4	23	1,0	23,0	13,2
5	18	2,333	42,99	24,5
6	5	3,0	15,0	8,5
7	9	2,166	19,49	11,1
Итого	92	—	175,28	100,0

по всем затратам) рассчитываются предварительные значения долевого участия в экономическом эффекте каждой их организаций-участников.

На втором этапе найденная сумма долевого участия данной организации распределяется между основными ее подразделениями и группами работников по тому же принципу, что и на первом этапе.

После окончания работ уточняется экономический эффект и величины долевого участия каждой организации и групп участников создания новой техники.

Доля участия НИИ в экономическом эффекте от внедрения в народном хозяйстве разработанной им новой техники определяется по убывающей с годами величине, поскольку значение работ и затраты института со временем уменьшаются, а доля заводов увеличивается. При этом работы институтов в ряде случаев в значительной мере усовершенствуются силами работников заводов.

Рекомендуются следующие примерные возможные величины долевого участия в экономическом эффекте (табл. 9).

Таблица 9

Величина долевого участия разработчиков в зависимости от срока действия в производстве новой техники (в процентах от суммы экономии)

Вид новой техники	Срок от начала внедрения (в годах)						
	1	2	3	4	5	6—8	9—10
Конструкции, приборы, технологические процессы	До 90	75	50	40	30	—	—
Новые материалы	До 90	75	50	40	30	20	10

Расчет экономического эффекта с учетом долевого участия

После определения долевого участия производится расчет экономического эффекта, приходящегося на данную организацию. Ввиду того что предпроизводственные затраты $K_{пр}$ не входят в себестоимость и капитальные вложения, их необходимо вычесть из эффекта. Вычитать $K_{пр}$ следует не полной суммой, а количеством затрат в расчете на год, чтобы привести расчет к единой временной размерности.

Расчет экономического эффекта с учетом доли данной темы, работы производится по формуле

$$\mathcal{E} = \Sigma \mathcal{E} \cdot D_y - \frac{K_{прi}}{\tau}, \quad (23)$$

где $\mathcal{E} = \mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2 + \dots + \mathcal{E}_{n_i}$ — сумма экономического эффекта по основным факторам экономии $\mathcal{E}_i$ (руб.);

$K_{пр_i}$ — часть предпроизводственных затрат (расходы на проведение темы, работы) (руб.);

τ — ориентировочный срок экономически эффективного действия в производстве результатов исследований и разработок (в годах).

Расчет экономической эффективности НИОКР завершается вычислением коэффициентов экономической эффективности научно-технического решения, которые определяются в зависимости от стадии исследований и внедрения.

Коэффициент **предварительной** экономической эффективности ($E_{нир}^п$):

$$E_{нир}^п = \frac{\mathcal{E}_п}{K^п}, \quad (24)$$

где $\mathcal{E}_п$ — предварительный экономический эффект с учетом долевого участия (руб.);

$K^п$ — намечаемые по плану затраты (руб.).

Коэффициент **ожидаемой** экономической эффективности ($E_{нир}^о$):

$$E_{нир}^о = \frac{\mathcal{E}_о}{K_{\Phi}^п}, \quad (25)$$

где $\mathcal{E}_о$ — ожидаемый экономический эффект с учетом долевого участия (руб.);

$K_{\Phi}^п$ — фактические затраты (руб.).

Коэффициент **фактической** экономической эффективности ($E_{нир}^ф$):

$$E_{нир}^ф = \frac{\mathcal{E}_ф}{\sum K_{\Phi}^п}, \quad (26)$$

где $\mathcal{E}_ф$ — фактическая экономия с учетом долевого участия, полученная народным хозяйством за год или период (руб.);

$\sum K_{\Phi}^п$ — фактические затраты на разработку данного научно-технического решения (руб.).

**Особенности подсчета
эффективности НИОКР
в отдельных случаях**

Стремительное развитие технического прогресса и рост потребностей советского народа требуют усиления внима-

ния к проблемам **качества продукции.**

Под качеством промышленной продукции (аппарата, прибора, оборудования и т. п.) понимается совокупность свойств, которые определяют ее способность наиболее полно и с максимальным экономическим эффектом удовлетворять определенные потребности общества. Вычисление экономической эффективности повышения качества продукции имеет свои особенности, так как для характеристики и анализа качества продукции могут быть использованы многочисленные и разнообразные группы показателей.

Это, например:

эксплуатационно-технические характеристики — мощность, производительность, грузоподъемность, давление, температура, габариты и т. п.;

показатели интенсивности использования техники — скорость, цикл, непрерывность работы и т. п.;

коэффициенты полезного действия (термический, механический, энергетический и т. п.);

показатели, характеризующие условия труда, технику безопасности, эстетический уровень и удобство эксплуатации конструкций — коэффициент механизации или автоматизации работы конструкции, удельный вес ручного труда, удобство расположения и концентрация органов управления в рабочей зоне, физические усилия, прилагаемые рабочими при управлении, оснащенность контрольно-измерительными и регистрирующими приборами и устройствами.

Это, наконец, показатели качества продукции, достигаемого с помощью данной техники — точность, чистота поверхности, прочность, однородность (химическая, физическая и т. п.), химический состав, удельный вес полезных компонентов, выход годной продукции, процент брака и другие показатели, отражающие химические, физические и другие свойства продукции.

Одними из важнейших характеристик качества техники служат критерии долговечности и ее эксплуатационной надежности — прочность, жесткость, износостойкость, срок службы и т. д.

Долговечность конструкции может быть измерена временем, т. е. длительностью работы (ресурс), а также в натуральном выражении — числом рабочих циклов или оборотов (для подшипников, валов, пружин) и количеством произведенной продукции или работы за период до полного износа и сдачи в лом или до первого капитального ремонта.

Надежность данного вида техники (или его отдельных элементов) выражается в способности безотказно выполнять определенные функции в конкретных условиях эксплуатации в течение заданного периода времени. В зависимости от специфических осо-

бенностей техники в каждом случае для анализа должны быть выбраны конкретные показатели, характеризующие надежность.

Эти особенности расчетов, связанных с учетом качества продукции, не были всесторонне освещены в «Типовой методике определения экономической эффективности капитальных вложений»¹, в результате чего имеется много отраслевых методик и инструкций, содержащих разноречивые рекомендации определения эффективности повышения качества. Имеются противоречия и в литературе. Для определения правильной позиции в этом вопросе рассмотрим следующий пример, часто встречающийся в практике расчетов.

В работе С. Каменицера и других², посвященной рассмотрению весьма актуального вопроса, отмечается, что при создании новых видов продукции и улучшении свойств и качества сырья, материалов, топлива экономическая эффективность повышения качества продукции определяется с учетом капитальных затрат при производстве и использовании этих материалов. Для этого рассчитывается разность приведенных затрат до и после перехода к производству новых материалов. Результат определяется, по мнению авторов, как алгебраическая сумма расчетов в сфере производства и потребления материала по формуле

$$\mathcal{E}_T = (C_1 + E_n K_1) - (C_2 + E_n K_2) + (C_1' + E_n K_1') - (C_2' + E_n K_2'),$$

где C_1 и C_2 — годовая себестоимость производства старых и новых материалов (по самостоятельным предприятиям и объединениям) (руб.);

K_1 и K_2 — капитальные вложения (производственные фонды), необходимые для производства старых и новых материалов (руб.);

C_1' и C_2' — годовая себестоимость продукции (работ) у потребителя при использовании старых и новых материалов без стоимости самих материалов (руб.);

¹ «Типовая методика определения экономической эффективности капитальных вложений». М., «Экономика», 1969.

² С. Е. Каменицер, Н. Л. Сирота, Р. А. Прибыш. Технико-экономическое обоснование организации производственных объединений. М., «Экономика», 1969, стр. 90—92.

K_1' и K_2' — капитальные вложения у потребителя при использовании старых и новых материалов.

Если же в результате технических мероприятий изменяются сортность, ассортимент и другие показатели качества выпускаемых изделий и нет возможности учесть эффект от этого изменения у потребителя, то расчет экономической эффективности производится в сфере изготовления.

Авторы считают, что для расчета экономии следует корректировать себестоимость единицы продукции повышенного качества (C_2) путем умножения ее на соответствующий коэффициент. В тех случаях, когда повышенное качество продукции отражается в оптовых ценах, коэффициентом для корректировки (C_2) должно служить отношение $\frac{Ц_c}{Ц_n}$. Экономия от снижения себестоимости единицы продукции повышенного качества ($\mathcal{E}_c$) определяется авторами по формуле

$$\mathcal{E}_c = C_1 - C_2 \frac{Ц_c}{Ц_n},$$

где $Ц_c$ — оптовая цена единицы продукции старого качества (руб.);

$Ц_n$ — оптовая цена продукции повышенного качества (руб.);

C_1 — себестоимость единицы продукции старого качества (руб.);

C_2 — себестоимость единицы продукции повышенного качества (руб.).

И далее рекомендуется следующее. Если повышенное качество продукции не находит отражения в ценах, но имеется возможность определить увеличение срока ее службы или уменьшение расхода на производство единицы другой продукции (например, расход цемента на производство железобетонных изделий), то экономию от снижения себестоимости единицы продукции повышенного качества определяют по формулам

$$\mathcal{E}_c = C_1 - C_2 \frac{T_1}{T_2};$$

$$\mathcal{E}'_c = C_1 - C_2 \frac{P_1}{P_2},$$

где T_1 и T_2 — срок службы продукции старого и повышенного качества (в годах);

P_1 и P_2 — расход продукции старого и повышенного качества на производство единицы другой продукции в натуральном измерении.

Во всех формулах авторы рекомендуют качество новой продукции приводить к качеству старой, заменяемой продукции.

Итак, какие же получаются результаты? Если $C_1 = 10$ руб., $C_2 = 12$ руб., $T_1 = 2$ года, $T_2 = 3$ года, то $\mathcal{E}_c = 10 - \frac{12 \times 2}{3} = 2$ руб.

Правильно ли это? Для сравнения рассмотрим другую рекомендацию¹, автор которой считает, что эквивалентность сравниваемой продукции есть отношение ее полезных эффектов:

$$a_3 = \frac{Q_n}{Q_c},$$

где Q_n и Q_c — величины полезного эффекта новой и старой продукции в физических единицах.

Далее автор отмечает, что для обеспечения сопоставимости расчетов полные затраты на производство старой продукции следует умножить на коэффициенты эквивалентности и изменения срока службы:

$$Z_{nc}^n = Z_{nc}^{ct} \cdot a_3 \cdot a_c,$$

где Z_{nc}^{ct} — полные затраты на производство старой продукции без учета ее эквивалентности новой по полезному эффекту и сроку службы.

Как видим, Д. Львов приводит продукцию старого качества к продукции нового качества. Если применим этот принцип к рассматриваемым формулам, то получим

$$\mathcal{E}_c = C_1 \cdot \frac{T_2}{T_1} - C_2 = \frac{10 \times 3}{2} - 12 = 3 \text{ руб.}$$

Экономия увеличилась на 50%. Такое различие объясняется правильным выбором Д. Львовым базы для сопоставления. И по нашему мнению, нужно приводить качество старой продукции к качеству новой, т. е. за

¹ Д. С. Львов. Определение эффективности повышения качества продукции. «Вопросы экономики», 1971, № 2, стр. 17—18.

базу сравнения принимать новую продукцию. Это правильно отражает тенденцию технического прогресса: нужно знать, сколько потребовалось бы продукции старого качества, если мы заменяем ее продукцией с новым качеством. Поэтому неверной является и формула для нахождения $\mathcal{E}'_c$, где также нужно привести расход продукции старого качества к новому, т. е.

$$\mathcal{E}'_c = C_1 \frac{P_1}{P_2} - C_2 \text{ (с учетом того, что } P_2 < P_1 \text{)}.$$

С принципом выбора в качестве базы сопоставления новых условий производства, в общем-то, согласны и сами авторы рассмотренной выше работы. Они далее пишут, что для определения величины экономии от снижения себестоимости продукции в результате внедрения мероприятий с учетом повышения качества продукции надо величину $\mathcal{E}_c$ умножить на проектируемый объем выпуска продукции нового качества.

Определение эффективности НИОКР, в результате которых создана новая продукция, не имеющая аналога, также связана с некоторыми особенностями, так как параметры новой продукции или области ее применения зачастую не с чем сопоставлять. В этих случаях экономический эффект можно определять по следующим формулам.

Если имеется цена на новую продукцию,

$$\mathcal{E} = (C - C) \cdot A - E_n K - \frac{K_{\text{пр}}}{\tau} . \quad (27)$$

Если цена на новую продукцию не установлена,

$$\mathcal{E} = C \cdot P \cdot A - E_n K - \frac{K_{\text{пр}}}{\tau} . \quad (28)$$

- Здесь C — себестоимость единицы продукции (руб.);
 C — цена единицы продукции (руб.);
 P — средняя норма рентабельности на данном предприятии (в процентах к себестоимости) или в отрасли (если неизвестно предприятие-изготовитель);
 K — дополнительные капитальные затраты на внедрение новой техники (руб.);
 A — годовой объем выпуска продукции (шт.);
 $K_{\text{пр}}$ — предпроизводственные затраты (руб.).

τ — ориентировочный срок экономически эффективного действия в производстве результатов исследований и разработок (в годах).

Примеры.

1) $C=1980$ руб.; $C=1800$ руб.; $A=500$ шт.; $K=50\,000$ руб.,
 $K_{пр}=15\,000$ руб.; $\tau=5$ лет; $E_n=0,12$.
 В этих условиях эффект будет равен

$$\mathcal{E} = (1980 - 1800) \times 500 - 0,12 \times 50\,000 - \frac{15\,000}{5} = 81\,000 \text{ руб.}$$

2) $C=1500$ руб.; $A=800$ шт.; $K=60\,000$ руб.; $E_n=0,12$,
 $P=10\%$ или $0,1$; $K_{пр}=20\,000$ руб.; $\tau=5$ лет.
 Здесь эффект составит

$$\mathcal{E} = 1500 \times 0,1 \times 800 - 0,12 \times 60\,000 - \frac{20\,000}{5} = 108\,800 \text{ руб.}$$

Многие отраслевые институты занимаются **разработкой стандартов**. Определение экономической эффективности стандартизации обычно сопряжено с большими трудностями, а имеющаяся литература по этому вопросу весьма ограничена. Наиболее полно методы определения экономического эффекта освещены в работе К. И. Клименко и Б. Д. Рабиновича¹.

Для проведения расчетов необходимо показатели эффективности увязать с направлениями стандартизации (табл. 10).

Расчет экономической эффективности производится на трех стадиях.

На этапе планирования, когда еще не определены конструкция и ряд ее типоразмеров, принимаемые за основу при проведении стандартизации, допускаются условные предположения об улучшении качества конструкции и сокращении номенклатуры.

На проектной стадии расчет экономической эффективности составляется на основании первой редакции стандарта или в процессе его разработки. Если возникает необходимость, производится сопоставление нескольких вариантов исполнения. Расчет должен быть закончен до представления стандарта на утверждение и подается вместе с основным документом. На этой стадии подсчет экономической эффективности производится для определения целесообразности разработки стан-

¹ К. И. Клименко, Б. Д. Рабинович. Экономические вопросы стандартизации. М., «Знание», 1970.

Направления стандартизации	Показатели экономического эффекта
Сокращение номенклатуры продукции	Себестоимость изготовления. Затраты на организацию централизованного производства
Упрощение конструкции	Трудоемкость изготовления
Повышение срока службы	Амортизационные отчисления. Капитальные вложения у потребителя (для оборудования)
Улучшение материала	Расход материалов. Срок службы
Улучшение энергетических показателей	Расход электроэнергии, пара, топлива и т. п.
Стандартизация технологий изготовления и технологической оснастки	Трудоемкость. Брак (в необходимых случаях). Расход технологической оснастки
Уменьшение габаритов объекта	Амортизационные отчисления по зданиям. Расход материалов
Повышение производительности	Трудоемкость. Условно-постоянные накладные расходы
Повышение надежности	Амортизационные отчисления. Условно-постоянные накладные расходы. Капиталовложения

дарта и правильности выбора данного его варианта. Поэтому он должен содержать сопоставление выбранного с другими возможными вариантами и с положением до стандартизации. В некоторых случаях выбор варианта очевиден без обоснования.

Расчет на стадии проектирования производится только по показателям, значительно изменяющимся в связи с проведением стандартизации. При этом все величины, характеризующие эффективность ее осуществления (изменение числа типоразмеров, масштаб выпуска, сокращение расхода энергии, веса, снижение трудоемкости, себестоимости и величины капитальных затрат и др.), сопоставляются с прежним положением. Большинство данных, не зависящих от проведения стандартизации, берется по отраслевым нормативам (тарифные ставки, процент накладных расходов, стоимость материалов, энергии, топлива, средняя загрузка оборудования, процент расходов на транспортировку, соотношение капитальных вложений и стоимости выпуска и т. п.).

На этапе внедрения, как правило не ранее чем через год после проведения мероприятия, осуществляется проверочный расчет эффективности. Фактически

достигнутый ее уровень выявляется сопоставлением с положением до внедрения стандарта.

Расчет ведется по всем показателям, изменяющимся в связи с проведением стандартизации и внедрением централизованного производства.

По данным предприятий, где изготавливаются или применяются объекты стандартизации, берутся все показатели, тарифные ставки, программы выпуска, количество оборудования, инструмента, оплата за транспортировку между определенными пунктами, стоимость энергии, фактический процент накладных расходов, капитальные вложения и др. При большом числе предприятий расчет ведется по средним данным.

Учет фактически полученной эффективности проводит базовая организация или, по ее поручению, организация, разрабатывающая стандарты, периодически проверяя внедрение их на предприятиях. Такие проверки заранее включаются в тематический план работы.

При оценке экономической эффективности НИОКР, направленных на создание новой технологии, техники и методов организации производства, кроме экономического эффекта следует также учитывать и их **социально-экономические результаты**. В практике технико-экономических расчетов принято классифицировать их на две большие группы.

К первой группе относятся те из них, которые можно экономически оценить:

- ликвидация тяжелого физического труда;

- улучшение условий труда;

- повышение уровня безопасности трудового процесса и устранение профессиональных заболеваний.

Ко второй — социально-экономические результаты научно-исследовательских работ, экономическая оценка которых не представляется возможной:

- прогрессивное изменение характера труда работников материального производства и развитие их интеллектуальных способностей;

- сочетание ускоренного технического прогресса с полной занятостью всего трудоспособного населения;

- удовлетворение потребности в новых видах продукции.

Рассмотрим некоторые методические положения оценки социально-экономических результатов НИОКР.

Ликвидация тяжелого физического труда — одно из важных требований, предъявляемых социалистической экономикой к новой технологии, технике и организации производства. Решение этой задачи находится на пути автоматизации и механизации производственных процессов и особенно транспортно-складских работ.

Экономический результат, достигаемый в результате облегчения и ликвидации тяжелого физического труда, неразрывно связан с общим экономическим эффектом проводимых для этого мероприятий (автоматизация, механизация) и поэтому учитывается в составе последнего.

Под улучшением условий труда в машиностроении понимают: во-первых, оздоровление санитарно-гигиенической обстановки труда — оптимальное освещение, сохранение постоянных метеорологических условий производства, снижение запыленности и токсичности производственных зон и процессов, своевременная вентиляция и отопление, устранение производственных шумов; во-вторых, организацию производства в соответствии с требованиями технической эстетики — правильный выбор и размещение производственного оборудования и рабочего инструментария, гармоничность их форм и тонов окраски, безопасность организации рабочих мест.

Основная задача технической эстетики — достижение эстетического совершенства трудовой обстановки. Культура производства, создание наиболее благоприятных условий труда, художественное оформление промышленных интерьеров ведут к повышению производительности труда и улучшению качества выпускаемой продукции, создают хорошее настроение трудящихся.

Количественное измерение экономических результатов этой группы факторов возможно только тогда, когда улучшение одного или нескольких из них — единственная и планомерная цель выполняемой НИОКР. В этом случае применяются методы экономической оценки, основанные на разработке опытно-статистического материала по изучению и сопоставлению уровня производительности труда до и после внедрения данной НИОКР.

Для указанных расчетов рекомендуются следующие формулы:

$$\mathcal{E} = \frac{\Delta C}{\Delta T} \times O_c, \quad (29)$$

где $\mathcal{E}$ — экономический эффект, достигнутый за счет социально-экономических результатов НИОКР (%);

ΔC — снижение себестоимости продукции в результате повышения производительности труда (%);

ΔP — прирост производительности труда (%);

O_c — удельный вес социально-экономического результата НИОКР в общем повышении производительности труда, достигнутом благодаря внедрению данного мероприятия (%).

$$\Delta P = \frac{P_2 - P_1}{P_1} \times 100, \quad (30)$$

где ΔP — прирост производительности труда (%);

P_1 и P_2 — производительность труда соответственно по базовому и сравниваемому вариантам (%).

При этом на стадии проектирования возможно применение опытных данных других предприятий и отраслей.

В тех случаях, когда улучшение санитарно-гигиенических условий труда или достижение эстетического совершенства среды является для данной НИОКР сопутствующей целью, достигнутый экономический результат учитывается в общем эффекте, получаемом в результате осуществления научной разработки.

Экономический эффект НИОКР, направленных на повышение уровня безопасности трудового процесса и устранение профессиональных заболеваний, заключается в объективном предотвращении потерь экономического и социального характера, которые могут быть подразделены на убытки отдельных предприятий и потери общегосударственного значения.

К первым относят: оплату листов временной нетрудоспособности из-за несчастных случаев, которые произошли по вине администрации; возмещение из средств предприятия ущерба лицам, получившим увечье; потери, связанные с простоем и ремонтом оборудования, поврежденного при несчастных случаях; затраты на расследование причин травматизма, сопровождение пострадавших в медицинские учреждения, домой и т. д. Кроме того, неизбежно объективное падение производительности труда пострадавших при возобновлении

ими работы. Отдельные предприятия терпят также убытки, связанные с текучестью рабочей силы по причине неудовлетворительных условий труда и с внеплановыми затратами на обучение вновь принятых рабочих взамен выбывших из-за несчастных случаев или профессиональных заболеваний.

Потери общегосударственного значения включают: оплату листков временной нетрудоспособности, вызванной несчастными случаями не по вине администрации, а также в связи с профессиональными заболеваниями. Сюда же относят выплаты из профсоюзного бюджета единовременного пособия пострадавшим и, кроме того, пенсии инвалидам труда из фондов социального страхования.

При количественном измерении эффекта от повышения уровня безопасности трудового процесса в расчет следует принимать только потери, непосредственно связанные с технико-экономическими показателями работы отдельных предприятий. Удельный вес их составляет 65—70% всех потерь, вызванных травматизмом и профессиональными заболеваниями. Практическое выполнение этого расчета не вызывает каких-либо трудностей. В качестве источников технико-экономической информации для него следует использовать материалы расследования причин травматизма, отравления и профессиональных заболеваний, а также нормативную стоимость дня (или часа) нетрудоспособности.

$$P_T = D_T \cdot C_T, \quad (31)$$

где P_T — потери предприятия по вине администрации, связанные с травматизмом, отравлением (руб.);

D_T — число дней нетрудоспособности;

C_T — общая величина убытков предприятия, приходящаяся на один день нетрудоспособности (руб.).

На стадии технического проектирования или разработки рабочего проекта значение величины C_T определяется по фактическим данным конкретного предприятия.

И наконец, имеет свои особенности подсчет экономии от продажи новой техники на внешнем рынке. Расчет в этом случае проводится в соответствии с требованиями

«Временной методики определения экономической эффективности внешней торговли», утвержденной Госпланом СССР 26 марта 1968 г.

«Временная методика» рекомендует учитывать полные народнохозяйственные затраты на производство продукции путем определения себестоимости с прибавлением к ней капиталоемкости, умноженной на нормативный коэффициент эффективности:

$$З = C + P_n \cdot K \text{ (руб./год; руб./ед.)}, \quad (32)$$

где C — себестоимость годового объема всего производства (руб./год) или единицы продукции (руб./ед.);

K — капитальные вложения на создание основных и оборотных производственных фондов предприятия (руб.) или капиталоемкость единицы продукции (руб./год/ед.);

P_n — средний по народному хозяйству нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений (руб./год/руб.). Этот норматив «Временной методикой» определен в размере 0,15.

Текущие издержки в составе себестоимости продукции (затраты на сырье, топливо, энергию и другие материальные средства), а также составляющие капитальных вложений (на отдельные виды оборудования, машин, приборов, строительных материалов и прочие средства) по рекомендации «Временной методики» следует учитывать в соответствии с их отпускными ценами по прейскурантам. Однако цены на отдельные виды средств производства, особенно на те, которые оказывают заметное влияние на величину себестоимости, не всегда в достаточной степени отражают полные народнохозяйственные затраты на их производство. Поэтому необходимо заменять прейскурантные цены величиной полных затрат, рассчитываемой по формуле (32).

Величина абсолютного экономического эффекта определяется по следующим формулам:

а) в расчете на единицу экспортного товара

$$\mathcal{E} = B_z \cdot X_{\text{н экв}} - Z_z \text{ (руб./ед.)}, \quad (33)$$

б) в расчете на годовой объем экспорта товара

$$\mathcal{E} = (B_z X_{\text{н экв}} - Z_z) \cdot \Pi_z \text{ (руб./год)}, \quad (34)$$

где B_z — внешнеторговая цена 1 т товара (в инвалютных рублях);

$X_{и экв}$ — величина импортного эквивалента, с помощью которого уточняется покупательная сила валюты, вырученной от экспорта товара; в торговле с различными капиталистическими странами данный эквивалент принимается равным 2,9;

Z_z — полные народнохозяйственные затраты на производство и транспортировку 1 т товара (руб.);

P_z — годовой объем экспорта товара (т, ед.).

Сделаем расчет полных народнохозяйственных затрат на производство новой продукции последовательно по всем стадиям ее изготовления.

Себестоимость 1 т первичного продукта равна 578 руб., в том числе:

основное сырье — 234 руб.;

прочее сырье — 76 руб.;

17 590 квт-ч электроэнергии — 198 руб.;

зарплата, накладные расходы и пр. — 70 руб.

Для выявления народнохозяйственных затрат на производство 1 т первичного продукта необходим перерасчет затрат на основное сырье и электроэнергию.

Народнохозяйственные затраты на производство 1 т основного сырья определяются следующим образом:

себестоимость основного сырья — 103 руб.;

удельные капитальные вложения на его добычу — 393 руб.

Итого: $103 + 0,15 \times 393 = 162$ руб.

Себестоимость выработки 1 квт-ч электроэнергии на ГЭС равна 0,175 коп., на ТЭЦ — 1 коп. Удельные капитальные вложения на 1 квт-ч равны 8 коп. на ГЭС и 3,64 коп. на ТЭЦ¹. В СССР производится примерно 80% электроэнергии на ТЭЦ и 20% — на ГЭС. С учетом этого средние народнохозяйственные затраты на производство электроэнергии ($C_э$) составляют $C_э = (0,175 + 0,15 \times 8) \times 0,2 + (1 + 0,15 \times 3,64) \times 0,8 = 1,52$ коп.

Итак, народнохозяйственные затраты на производство 1 т первичного продукта составляют:

а) Уточненная оценка статей себестоимости:

*Основное сырье (2 т, 162 руб./т)	324 руб.
Прочее сырье	76 »
Электроэнергия ($17\,590 \times 1,52$)	267 »
Зарплата, накладные расходы и пр.	70 »

Итого

737 руб.

¹ А. А. Степанов. Экономическая эффективность производства и капитальные вложения (на примере топливно-энергетических отраслей промышленности СССР). Изд-во АН СССР, 1963, стр. 340—344.

б) Полные затраты на производство первичного продукта равны $737 + 0,15 \times 350 = 789$ руб. 50 коп., где 350 — ориентировочная величина удельных капитальных вложений (руб.).

Уточненная оценка производства 1 т полуфабриката из первичного продукта:

Шихта (1058,2 кг, 790 руб./т)	835 руб. 98 коп.
Отходы, угар (58,2 кг)	26 » 26 »
Продукт нетто (1000 кг)	809 » 72 »
Затраты на передел	25 » 50 »
Итого	835 руб. 22 коп.

Полные затраты на производство 1 т полуфабриката равны

$$835,22 + 0,15 \times 70 = 845 \text{ руб. } 72 \text{ коп.},$$

где 70 — удельные капитальные затраты (руб.).

Уточненная оценка производства 1 т готового продукта:

Полуфабрикат (1180 кг, 845 руб. 72 коп./т)	997 руб. 95 коп.
Отходы	120 руб.
Стоимость (за вычетом отходов) 1000 кг продукта	877 руб. 95 коп.
Затраты на передел	107 » 16 »
Итого	985 руб. 11 коп.

Полные затраты на его производство равны

$$985,11 + 0,15 \times 310 = 1031 \text{ руб. } 61 \text{ коп.},$$

где 310 — удельные капитальные затраты (руб.).

С учетом транспортных расходов полные народнохозяйственные затраты на производство 1 т готового продукта равны 1040 руб.

Экономия в расчете на экспорт 1 т готового продукта составит:

$$\mathcal{E} = 560 \times 2,9 - 1040 = 584 \text{ руб.},$$

где 560 — средняя цена готового продукта (в валютных рублях);
2,9 — импортный эквивалент.

В расчете на годовой объем экспорта экономия составит

$$\mathcal{E}_r = 584 \times 10\,000 \text{ т} = 5,84 \text{ млн. руб.}$$

Экономический эффект с учетом затрат на научно-исследовательские работы составит:

$$\mathcal{E}_3 = 5,84 - \frac{0,64}{5} = 5,71 \text{ млн. руб.},$$

где 0,64 — затраты на НИОКР (млн. руб.);

5 — количество лет экономически эффективного действия в производстве результатов НИОКР.

Коэффициент ожидаемой экономической эффективности НИОКР, принимая их долевое участие равным 0,5, составит:

$$K_{\text{нир}}^0 = \frac{5,71 \times 0,5}{0,64} = 4,45 \text{ руб./руб. затрат.}$$

ОБЗОР ЗАРУБЕЖНОЙ ПРАКТИКИ

Сейчас нет ни одной крупной американской фирмы, которая не имела бы в своем составе исследовательские лаборатории. Современные концерны строят научные, технологические и конструкторские центры, объединяющие сотни, а иногда и тысячи ученых и инженеров. Многие фирмы электротехнической, химической, авиационной и ракетной промышленности превратились в своего рода исследовательские и организационные центры, координирующие работу опытных и специализированных заводов.

В химическом концерне «Дюпон» затраты на научные исследования составляли в 1962—1963 гг. 20% капитальных вложений, в другом — «Юнион карбайд» — 53%. Интересна структура «Белл лабораториз», входящей в состав телефонной монополии «Америкен телефон энд телеграф»: она ведет не только исследования практического характера, конструирует и совершенствует телефонное оборудование и несет ответственность за работу, ведущуюся в этой области во всем концерне, но и занимается решением теоретических проблем (15% из 335 млн. долларов, затраченных в 1963 г.)¹. Иdeen и проекты, выдвигаемые ее исследователями, детально анализируются как с технической, так и с экономической стороны специальной группой инженеров по системам. После этого проекты передаются другой группе специалистов по развитию, которая работает в теснейшем контакте с филиальным предприятием «Уэстерн электрик», изготовляющим телефонное оборудование. Последнее платит за услуги «Белл лабораториз» более 100 млн. долларов в год. Характерно, что в дальнейшем, однако, «Уэстерн электрик» перекладывает эти расходы на управляющие телефонной сетью филиалы, которым оно продает аппаратуру.

В пяти ведущих электротехнических фирмах, по их собственной оценке, исследованиями, связанными исключительно с нуждами электроэнергетики, занято 52 тыс. научных работников, а число сотрудников, занятых такими исследованиями наряду с другой ра-

¹ «Новейшие тенденции в организации управления крупными фирмами США» (коллектив авторов). М., «Наука», 1966, стр. 34.

ботой, составляет 9,7 тыс. Среди них 690 ученых высокой квалификации. В начале 60-х годов они тратили около 100 млн. долларов ежегодно на исследование в атомной энергетике и 76 млн. — в тепло- и гидроэнергетике¹.

С целью повышения эффективности своих затрат капиталистические монополии разрабатывают различные методы качественных и количественных оценок результатов выполненных исследований.

Одна из самых больших трудностей при попытке дать полную оценку рентабельности научных исследований заключается в том, что ее результаты носят не только экономический и финансовый, но также социальный и интеллектуальный характер.

Одной из целей исследований и разработок, имеющих порою для капиталистических фирм решающее значение, является стремление обезопасить себя от каких-либо непредвиденных случайностей, особенно в снабжении материалами и сырьем. Такие исследования позволяют фирмам не только преодолеть затруднения политического и экономического характера, но и приспособиться к требованиям рынка, движению спроса и т. д. В этих случаях достигается потенциальная, косвенная, условная прибыль, которая очень трудно поддается статистическому выражению.

Существует даже такая рентабельность, которую можно было бы охарактеризовать как «негативную», т. е. когда прибыли или сумма продаж продолжают оставаться на неизменном уровне лишь потому, что были введены определенные новшества. Между тем без такого рода вложений в исследования и разработки фирма могла бы потерять свой престиж или даже обанкротиться. По мнению зарубежных исследователей, такой вид рентабельности один из самых важных для фирм и при этом он фактически не поддается измерению.

Метод «установления процента от суммы продаж» также относится к качественным методам. Он заключается в ассигновании на научно-исследовательские расходы определенного твердого процента от суммы продаж. Такой способ, чаще всего встречающийся в США, дает фирмам то преимущество, что он связывает исследования и разработки со сбытом, состояние которого показывает, насколько эффективны были затраты на научные исследования с точки зрения «признания» их результатов рынком. Зачастую этот процент устанавливается априорно.

Существует еще один метод отбора проектов после их классификации в зависимости от рентабельности (в порядке убывания) и относительной величины инвестированного капитала (в порядке возрастания). Одним из способов измерения рентабельности, к которому прибегают довольно часто, является применение так называемого индекса отдачи «Холин индастриз». Получают этот показатель в результате суммирования четырех факторов: экономии, полученной в результате улучшения технологии в течение одного года; 3% чистой прибыли от продажи новых товаров в течение трех лет; чистых доходов от лицензий, патентов и т. п.; долговых обязательств, связанных с исследовательской работой².

¹ «Новейшие тенденции в организации управления крупными фирмами США» (коллектив авторов), стр. 262.

² «Эффективность научных исследований». Сборник статей, М., «Прогресс», 1968, стр. 287.

Ряд американских ученых используют для измерения рентабельности капиталовложений либо отношение стоимости исследований и разработок к сумме продаж, либо предельный коэффициент: отношение ежегодной суммы расходов на исследования и разработки к изменению суммы продаж.

Оценки рентабельности исследований, произведенные ООН, основаны на сопоставлении расходов на научные исследования и количества потребленной энергии; этот метод был использован и Стэнфордским исследовательским институтом.

Метод отдела долгосрочного планирования этого института состоит в выведении следующих корреляций¹.

между отношением расходов на исследования в сумме средних за последние три года продаж (в процентах) и ростом рассматриваемой отрасли (в виде процента прироста продаж);

между отношением расходов на исследования к продажам (в процентах) и ежегодным приростом производительности;

между компаниями (по выборочному обследованию) в зависимости от темпов роста их продаж и уровня расходов на исследования (в процентах к сумме продаж);

между предельными расходами на исследования и темпами роста;

сравнения квартилей.

Формула, разработанная для химической компании «Олин Матисон» (США), имеет вид:

$$\text{Ценность} = \frac{\text{Отдача капиталовложений} \times \text{Вероятность успеха}}{\text{Издержки исследований}},$$

где «Отдача капиталовложений» означает либо величину годовой экономии за счет процесса, либо 3% годового объема продажи новой продукции в течение пяти лет, либо 2% годового объема продажи улучшенной продукции в течение двух лет. Проект считается заслуживающим внимания, если рассчитанный показатель ценности равен трем или более².

Ниже описывается одна из моделей экономической оценки, принятая в фирме «Доу Кемикл», которая добилась в последние годы известных успехов в повышении экономической эффективности исследований³. Прирост капиталовложений здесь соответствует приросту капиталовложений в научную работу, а в отдельные годы несколько превышает последний. Тем не менее руководство фирмы считает проблему оценки эффективности исследований нерешенной и предпринимает попытки выработать математическую модель оценки продуктивности исследований. По мнению специалистов, на это потребуются несколько лет, в течение которых можно будет определить вклад отдельных работников в экономику исследования, роль фундаментальных и прикладных исследований и т. п. Без разработки этих вопросов невозможно дальнейшее улуч-

¹ «Research and Development in Industry». «Stanford Institute Reports», 1961, № 9, February.

² Эрих Янч. Прогнозирование научно-технического прогресса. М., «Прогресс», 1970, стр. 292.

³ Л. Д. Черненко, В. В. Косолапов. Элементы организации и управления научными исследованиями. Киев, Изд-во УкрНИИНТИ, 1962, стр. 160.

шение методики отбора результатов исследований, не говоря уже о решении проблемы оценки экономической эффективности исследовательской работы.

Итак, общая оценка эффективности проводимых «Доу Кемикл» исследований выводится из следующих показателей: общей рентабельности исследований; рентабельности отдельной научной темы; относительного роста дохода в результате проведения исследований; степени овладения рынком сбыта.

Общая рентабельность исследований (P) определяется отношением чистой прибыли (Π), полученной в результате использования законченных научных разработок в течение определенного периода времени, к затратам на их проведение (K), взятым с повышенным коэффициентом 25. Последний исчислен на основе статистических данных Национальной научной ассоциации по вопросам рентабельности исследований и развития науки США. Затраты на науку считаются рентабельными при условии $P \geq 1$:

$$P = \frac{\Pi}{25 \cdot K}.$$

Рентабельность отдельной научной темы (P_1) есть отношение среднегодовой прибыли от изделий, созданных в результате исследований по этой теме (Π_1), к средствам, израсходованным на их проведение (K_1):

$$P_1 = \frac{\Pi_1}{K_1}.$$

Исследование признается рентабельным, если $P_1 \geq 0,135$. Прибыль в размере 13,5% считается весьма удовлетворительной в технически развитых отраслях, где положительные результаты далеко не всегда обеспечены.

Относительный рост доходов в результате проведения исследований (D_0) находится отношением предполагаемого дохода от изделий, введенных в производство в результате разработок, осуществленных в отчетном периоде (D_1), к общему доходу от продажи выпускаемой продукции (D) за сопоставимый промежуток времени, взятому с понижающим коэффициентом 25:

$$D_0 = \frac{D_1}{\frac{D}{25}} = \frac{D_1}{0,04D}.$$

Результат считается удовлетворительным, если $D_0 \geq 1$. Иными словами, если результаты повышают доход на 4%, исследования признаются эффективными.

При определении показателя овладения рынком сбыта исходят из того, что прибыльным считается изделие, завоевавшее половину возможного рынка сбыта.

У фирмы «Доу Кемикл» есть последователи. В частности, западногерманская фирма «Гехст» для оценки и классификации исследовательских тем использует аналогичную систему. Ее показатели в абсолютных цифрах в 1965 г. были следующими: оборот фирмы составил 3970 млн. марок; 20% этой суммы получены при реализации продукции, созданной в результате исследований, проведенных в течение последних пяти лет, и 30% — продукции, раз-

работанной в последние десять лет. Эти цифры показывают, как тесно связаны в фирме научные элементы оценки исследовательских тем и конъюнктура рынков сбыта.

Более реалистичен метод Ц. Гриличеса. Этот экономист, основываясь на предположении, что сумма расходов на исследования в результате которых внедрено какое-то новшество, известна, считает, что рентабельность измеряется соотношением между стоимостью дополнительной продукции и произведенными расходами. Расходы и рентабельность за предыдущие годы при такой методологии исчисляются при помощи условного коэффициента. Этот метод представляет большой интерес, поэтому остановимся на его рассмотрении более подробно¹.

Ц. Гриличес проводит анализ эффективности затрат на разработку и внедрение гибридизации кукурузы. Прежде всего он проанализировал начиная с 1911 г. расходы государства на эти исследования. Далее был сделан подсчет доходов: валовой годовой доход общества был оценен на основе предположения о его приблизительном равенстве со стоимостью дополнительно произведенной кукурузы (дополнительным валовым глобальным доходом, полученным в результате применения гибридных семян). Стоимость этого прироста для общества была измерена путем исчисления количества продукции, которая была бы потеряна, если бы по-прежнему продолжали высевать негибридную кукурузу. Причем были приняты средние цены с соответствующей поправкой на изменение индекса потребительских цен. Такой способ эквивалентен подсчету потери «излишка потребителей», который образовался бы в случае исчезновения гибридной кукурузы.

Чтобы получить сумму чистых доходов общества, Гриличес вычитает из предыдущих валовых доходов (дополнительных) годовые издержки производства гибридных семян за прошлые годы, увеличенные для будущих лет на годовую сумму расходов на исследования (3 млн. долларов), которые относятся к этому продукту, но представляют собой чистые расходы, не покрываемые дополнительными доходами.

Эти издержки производства сами представляют собой сумму дополнительных затрат, необходимых для производства гибридных семян.

Имея, таким образом, два статистических ряда данных с 1911 по 1955 г.—общую сумму расходов на исследования и чистые доходы, с точки зрения всего общества, от производства гибридной кукурузы,—Гриличес вычисляет показатель рентабельности. Он привел прошлые затраты и доходы к 1955 г., исходя из «разумной нормы прибыли» в 5 и 10%.

Затраты на исследования, произведенные в прошлом, оцениваются в 63 млн. долларов (в ценах 1955 г.) или в 131 млн. долларов при 10-процентной норме.

Чистый годовой доход в результате производства гибридной кукурузы составил соответственно 468 млн. либо 902 млн. долларов. Этот годовой доход на «капитал» в форме расходов на научные исследования означает, что показатель рентабельности в одном случае будет равен $\frac{468}{63} \times 100 = 730\%$, а в другом $\frac{902}{131} \times 100 = 689\%$.

Это позволяет Гриличесу утверждать, что на каждый доллар, вло-

¹ «Эффективность научных исследований», стр. 213.

женный в научные исследования по гибридизации кукурузы, общество получает доход в 7 долларов.

В Англии, как и во многих капиталистических странах, проводятся широкие исследования по определению эффективности капиталовложений в НИОКР.

Английские методы экономической оценки результатов исследований прикладного характера исходят из конечной цены и оптимального объема реализации нового вида продукции на рынке.

Реальная экономия от прикладных научных исследований в государственных научных центрах часто в десятки раз перекрывает стоимость связанных с ними затрат. Промышленные исследовательские ассоциации в Великобритании, затрачивая на исследования 7—8 млн. фунтов стерлингов в год, получают доход более 100 млн. фунтов стерлингов.

Для теоретических и поисковых научных исследований в мировой практике нет определенных критериев оценки экономической эффективности. По убеждению английских ученых, единственно полезный принцип — это выявление и поддержка в каждой отрасли наиболее способных людей, предоставление им возможности полностью применить свои знания. Они должны сами распределять между собой выделенные им средства, поскольку, как считают некоторые английские ученые, «лишь люди науки могут определить способности и возможности друг друга в области научных изысканий, а вмешательство государственных чиновников порой только опасно»¹.

Народнохозяйственная эффективность научных открытий и изобретений должна оцениваться не только в чисто количественном, но и в качественном плане. Это относится к новшествам, по своей природе настолько революционным, что их результатам иногда невозможно дать какую-либо количественную оценку. Таковы, например, рентгенографические методы определения химического состава вещества, за которые доктор Холджин получила Нобелевскую премию по химии за 1964 г. Кроме того, реальная экономическая и социальная эффективность некоторых изобретений и открытий может быть правильно оценена лишь в масштабах всего общества, например нововведения в области дорожного или пожарного дела, борьбы за сохранность природных ресурсов и др.

В особую группу выделяются новшества военного характера, оцениваемые также с особых позиций. Характерно быстрое нарастание их числа.

Несколько научно-исследовательских организаций подвергли анализу сложившиеся пропорции в распределении и использовании ученых в Англии. Они пришли к достаточно обоснованному выводу, что перевод части высококвалифицированных научно-технических работников фундаментальной науки в область прикладной технологии принес бы значительные экономические выгоды. Именно с этой целью оплата труда данной категории работников на производстве в ряде крупных фирм была не только уравнена с заработной платой научных сотрудников НИИ и высших учебных заведений, но даже повышена по отношению к ней. Высокая стоимость опытно-конструкторских работ породила тенденцию к объединению ресурсов для

¹ «Observer», 1965, October 3.

создания крупных научно-исследовательских центров в промышленности. Это явилось причиной волны слияний многих фирм в авиационной, химической, электротехнической и машиностроительной промышленности Англии.

В 1967 г. министерство технологии совместно с Управлением атомной энергии создали в атомном центре Харуэлл специальную организацию по разработке вычислительной техники для оценки народнохозяйственной эффективности отдельных проектов и программ НИОКР и отбору наиболее выгодных из них. Необходимость такого мероприятия диктуется тем, что фактические расходы на опытно-конструкторские работы по мере ускорения темпов научно-технической революции все чаще превышают в несколько раз первоначальные наметки вследствие непрерывного развития и удорожания техники, быстрого морального старения разрабатываемых конструкций и пр. Например, в английской практике при разработке современных образцов авиационно-ракетной техники фактические расходы превышают сметные в 3—16 раз и более ¹.

Аналогичное положение и при внедрении в производство новых видов гражданской продукции, сбыт которых происходит в условиях ожесточенной конкурентной борьбы (некоторые виды пластмасс, фармацевтической продукции, радиоэлектронной аппаратуры, автомобилей и др.). Поэтому при предварительной оценке экономической эффективности новинок такого рода необходимо также вносить соответствующие поправки.

Риск, связанный с доводкой до стадии коммерческой эксплуатации, особенно велик, когда открытие или изобретение зародилось в учреждении, работа которого не подчинена непосредственно задачам соответствующего производства. За последние 15 лет только 5% изобретений, сделанных в государственных научно-исследовательских центрах, университетских лабораториях, академических институтах Англии, нашли практическое применение ².

Страны социалистического содружества, например Польская Народная Республика, также уделяют значительное внимание разработке методов определения экономической эффективности исследований и разработок, направленных, в частности, на повышение качества товаров народного потребления ³.

Установить величину понесенных потребителем материальных убытков, возникших в результате отказов изделий в период эксплуатации, нелегко, но еще труднее дать оценку потерям времени, влекущим за собой и моральный ущерб. Поэтому затраченное время следует помножить на некую оценочную величину, характеризующую стоимость одного часа «домашнего времени» потребителя продукции.

Можно условно предположить, что «цена» такого часа равна 5 злотым — половине средней часовой ставки работника, занятого в промышленности.

¹ В. П. Глушков. Англия: внедрение научно-технических достижений в производство. В сб.: «Соревнование двух систем. Актуальные проблемы мировой экономики». М., «Наука», 1970, стр. 262.

² Там же.

³ Б. Пилявский. Определение экономической эффективности новой техники на промышленном предприятии. М., «Прогресс», 1968, стр. 106.

Допустим, на предприятии разработан проект технического решения, который предусматривает использование в большой партии стиральных машин нового электромотора, позволяющего предотвратить поломки стиральных машин в период эксплуатации у потребителей. В этом случае необходимые расчеты можно производить с помощью различных методов выборочных статистических исследований.

После того как установлена примерная частота отказов до внедрения технического решения, при участии комиссии определяют их количество после осуществления технического решения. Затем на основе наблюдений, начатых во время бесед с потребителями продукции, устанавливают среднюю величину убытка, который понес потребитель в результате одного отказа стиральной машины.

Например, установлено, что внезапное прекращение работы мотора машины ведет к охлаждению подготовленной горячей воды, в которой растворено мыло стоимостью примерно в 10 злотых. Потери времени потребителя в среднем составляют 8 часов: сначала он пытается исправить машину «домашним способом», затем все же доставляет ее на ремонтный пункт, неоднократно справляется о ходе ремонта, наконец получает и доставляет машину домой. Время ремонта или замены мотора равно в среднем двум неделям, а перевозка машины в ремонтный пункт и обратно обходится потребителю в 20 злотых. Стоимость стиральной машины — 3000 злотых, средний срок службы — 5 лет.

Прежний и новый планы годового объема производства стиральных машин равны соответственно 10 000 и 12 000 шт.

В приведенном примере затраты 8 часов «домашнего времени» на ремонт стиральной машины означают условно потерю $5 \times 8 = 40$ злотых.

Двухнедельный период простоя машины следует истолковать как неиспользованную долю амортизации купленного оборудования; учитывая, однако, что две недели — срок небольшой и что «капиталовложения» также невелики, нецелесообразно применять для расчета формулу сложных процентов, а также определять стоимость демонтажа и лома. Неиспользованную потребителем долю амортизации находят отношением произведения времени простоя и цены изделия к сроку службы.

Если перерыв в эксплуатации больше года, целесообразно произвести расчет по формуле сложных процентов.

После того как определена средняя величина убытка, понесенного потребителем в результате неисправности купленного оборудования, устанавливают среднюю стоимость устранения недостатков, указанных потребителем. Исходными при этом служат отчетные данные ОТК или информация заводских ремонтных служб.

На основе данных за истекший год подсчитывают суммарную стоимость ремонта и замены негодных машин.

Положение, которое должно быть достигнуто после внедрения технического решения, зависит от существовавшей ранее и принятой на будущее частоты отказов оборудования у потребителей.

Экономический эффект (Δ_k) технического решения, исключающего отказы оборудования, можно определить с помощью форму-

лы, которая показывает эффект как у потребителя, так и у изготовителя (в нашем обозначении, в злотах):

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_k = & K_{\text{п}} \cdot \frac{N_2}{N_1} \left(1 - \frac{P_2}{P_1} \right) + N_2 \left(C_a + t_a \cdot \frac{II}{T} \right) (P_1 - P_2) + \\ & + N_2 \cdot t_{\text{п}} \cdot \mathcal{U}_d (P_1 - P_2), \end{aligned} \quad (35)$$

где N_1 — количество единиц, произведенных в базисном периоде до изменения качества;

N_2 — то же, в расчетном периоде после изменения качества;

$K_{\text{п}}$ — расходы предприятия по устранению дефектов в базисном периоде до изменения качества;

P_1 — вероятность возникновения отказов в базисном периоде до изменения качества;

P_2 — то же, в расчетном периоде после изменения качества;

C_a — материальные потери потребителя в результате одного отказа (в злотах);

t_a — продолжительность одного выхода из строя (лет);

II — цена единицы (в злотах);

T — среднее число лет эксплуатации;

$t_{\text{п}}$ — время, потерянное потребителем в результате отказа (в часах);

$\mathcal{U}_d$ — часовая ставка «домашнего времени», являющаяся оценкой потерянного времени и морального ущерба, понесенного потребителем в результате отказа оборудования (в злотах).

Подставляя в рассмотренную выше формулу числовые данные и дополняя их суммой годовых расходов, связанных с рекламациями (42 000 злотов), мы устанавливаем, что вероятность отказа в результате неисправности мотора, которая была равна 0,18, после осуществления технического решения снизилась до 0,05. Таким образом, экономический эффект составляет

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_k = & 42\,000 \times \frac{12\,000}{10\,000} \times \left(1 - \frac{0,05}{0,18} \right) + 12\,000 \times \\ & \times \left(10 + 20 + \frac{14}{365} \times \frac{3000}{5} \right) \times (0,18 - 0,05) + 12\,000 \times \\ & \times 8 \times 5 (0,18 - 0,05) = 182\,928 \text{ злотов.} \end{aligned}$$

Установленный таким путем экономический эффект характеризует выгоду, получаемую потребителем и изготовителем в результате осуществления технического решения, которое позволяет устранить эксплуатационные недостатки стиральной машины.

ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА НАПРАВЛЕНИЙ ИССЛЕДОВАНИЙ

Общие вопросы Эффективность деятельности отраслевых НИИ и КБ в решающей степени зависит от выбора направлений их работы. Отбор тематики для исследований и разработок и экономическое обоснование тематического плана научной организации должны проводиться на основе системного подхода.

Система оценки и выбора тематики должна учитывать по возможности все факторы, влияющие на эффективность научно-технического прогресса, и отражать специфические особенности освоения и эксплуатации новой техники в отрасли, обслуживаемой НИИ или КБ. Кроме того, система должна позволять проводить сравнение конечных результатов оценки и на основе определенных показателей выбирать наиболее перспективную тематику. Тщательно разработанная система оценки и выбора тематики позволит исключить или максимально снизить возможную ошибку в принятии решения о проведении работ.

С учетом этих требований следует, по нашему мнению, создать следующие компоненты системы:

- прогноз развития отдельных научных направлений на ближайшую и дальнюю перспективу;

- перспективные планы проведения научных исследований, разработок и увязка их с наметками развития отрасли;

- методики, нормативы и константы для экономического обоснования выбираемой тематики;

- процедуру отбора тем для включения их в план.

Системный подход к формированию и экономическому обоснованию тематического плана научной организации дает возможность создавать новую технику на уровне лучших достижений мировой науки, так как к моменту ее создания будут выбираться наиболее прогрессивные показатели. Сопоставление их в расчетах экономической эффективности с показателями заменяемой техники будет проводиться поэтому на обоснованной базе. Это позволит более точно определять экономический эффект от внедрения результатов исследований. Кроме того, системный подход поможет определить вклад научной организации и ее отдельных подразделений в выполнение плана развития отрасли и степень реализации заданий плана, связанных с использованием новой техники.

Связь между первыми двумя компонентами системы и тематическим планом такова: прогнозировать развитие тематики целесообразно по научным направлениям; для перспективного планирования в качестве объектов лучше использовать проблемы, а для годового плана — темы, работы.

Прогнозирование научных направлений должно проводиться с учетом методов, которые, по существу, сводятся к четырем основным: экстраполяции, экспертных оценок, морфологического расчленения и моделирования.

Метод **экстраполяции** основывается на переносе событий и состояний, происходивших в одном периоде, на другой (экстраполяция динамических рядов, представленных в функции времени). Сюда также может быть отнесен метод огибающих кривых, а также различные их модификации, возникающие в связи с особенностями полиномов, применяемых при экстраполяции (спрямление кривых). Экстраполяция неприменима для источников информации, не содержащих числовых параметров (например, патенты).

Метод **экспертных оценок** основан на выяснении мнения экспертов по определенным вопросам, связанным с прогнозированием.

Разновидностями этого метода являются: метод «мозговых атак», ассоциаций, метод «проб и ошибок», сценарий событий и др. Широкое распространение получил так называемый метод Дельфи. Правда, он неприменим для анализа массовых явлений.

Морфологический метод основан на расчленении проблемы на «цели» прогнозирования, каждой из которых присваивается определенный «вес». По изучаемой теме намечаются две-три основные возможные стратегии прогнозирования. Определяется вероятность реализации каждой из намеченных стратегий по каждой цели (характеристика). В результате получается «квантированная» матрица. По каждой стратегии (строка в матрице) определяется математическое ожидание, представляющее собой сумму произведений веса цели на вероятность стратегий. Оптимальной или полезной считается стратегия, имеющая максимальное математическое ожидание. По принципу расчленения построены также метод «дерево целей», система Патерн и др. Слабым местом в морфологическом расчленении является определение веса целей (по методу Дельфи).

Метод **моделирования** основан на целесообразном абстрагировании процессов развития событий в будущем. Различаются разновидности: логические, информационные и математические модели, аналогии, игры и т. д. Математическое моделирование является наиболее общим и вместе с тем достаточно строгим методом прогнозирования. Интересные модификации получают в результате объединения средств математического моделирования с исследованием операций. Такая идея положена в основу работы В. Г. Гмошинского¹. Им создана операционная модель инженерного прогнозирования.

Развитие конкретных разделов техники требует выяснения посредством прогнозирования таких существенных вопросов, как определение направлений, которые будут главными в научно-техническом прогрессе, и возможных пропорций внедрения в практику конкурирующих направлений; важно знать также, в какие сроки можно ожидать внедрение в производство намечаемой к созданию техники и предполагаемую экономическую эффективность реализации технических направлений.

Ряд институтов уже накопил большой опыт в составлении прогнозов и долгосрочных планов проведения исследований. Это можно проиллюстрировать на приме-

¹ В. Г. Гмошинский. Методические основы инженерного прогнозирования конкретных разделов техники. Автореферат диссертации. М., 1969.

ре одного отраслевого НИИ, применяющего прогнозирование и перспективное планирование своей тематики¹.

Прогнозирование тематики здесь связывается с наличием в НИИ узких устойчивых научных направлений, называемых ранее «технологическая специализация подразделений института». Эти научные направления образовались на основе анализа применяемых на предприятиях технологических методов и средств труда, изучения наиболее перспективных и малоразработанных разделов науки, учета тенденций развития конструкций новых изделий и т. д. С развитием науки и техники отдельные научные направления уточняются и изменяются. Все руководители конкретных научных направлений изучают тенденции их развития. Для прогнозирования (и перспективного планирования) тематики используется техническая модель предприятия («шахматка»), в которой приводятся достигнутые и намечаемые показатели развития отдельных стадий производства и службы управления, а также так называемые «маяки» — отечественные, зарубежные и теоретически возможные. Все показатели даются по основным направлениям научно-технического прогресса. Схемы-шахматки для укрупненного тематического планирования разрабатываются всеми научно-исследовательскими подразделениями в соответствии с единой классификационной схемой. По отдельным работам, названным в клетках шахматки, в подразделениях составляют альбомы со схемами, описаниями, снимками, графиками. Схемы-шахматки ежегодно обсуждаются на заседании НТС при подведении итогов. Они являются «заготовками» тематических планов.

Отправной точкой научного направления служит главная начальная идея (заимствованная или собственная) и ее развитие в ходе разработок. Второй раздел схемы посвящен приспособлению идей к производственному потреблению. В третьем разделе показываются достигнутый и планируемый масштабы фактического применения результатов НИОКР и виды научной продукции, поступающей на внедрение. Итоговый раздел

¹ «Планирование научных исследований и разработок». Под редакцией профессора, доктора экономических наук А. И. Гренькова. Казань, Татарское книжное изд-во, 1969.

содержит заключение по результатам развития научного направления.

Перспективное планирование НИОКР рассматриваемого отраслевого НИИ осуществляется, во-первых, **по узким научным направлениям**. Эти планы служат основой для всех расчетов по развитию НИИ, его экспериментальных участков, численности подразделений, ожидаемой эффективности и др. Здесь отсутствуют жесткие ограничения (в сторону увеличения) тематики по объекту, что расширяет возможность выбора работ при комплектовании сводного плана, создает необходимые резервы.

Кроме того, проводится разработка перспективных планов **на конкретных предприятиях и в КБ**, которые затем входят в их общие планы научно-технического прогресса. Эти планы содержат раздел НИОКР с указанием перечня тем, объектов и источников финансирования, лиц, ответственных за разработку, а также ожидаемой экономической эффективности. Такие планы являются основными источниками формирования темпланов НИИ.

На основе данных прогнозов, выявления долговременной потребности производства в научной продукции и анализа законченных работ осуществляется формирование сводных по НИИ перспективных тематических планов.

Перспективные планы разрабатываются в виде сводной шахматки, имеющей целью выбор наиболее рациональной структуры перспективной тематики, и в обычной форме плана, установленной головным институтом, с перечислением принятых отраслевых направлений, предприятий и основных изделий. Задачей второго варианта является технико-экономическое обоснование принятой структуры тематики (товарный выход, ожидаемые результаты, источники финансирования и экономические результаты).

Процедура отбора тематики

На стадии выбора тематики для формирования плана будущего года часть НИОКР переходит с прошлого года, а остальные работы нужно включить в план вновь.

Новые работы проводятся по указанию: во-первых, министерства или вышестоящих органов; во-вторых, руководства самой научной организации (института или

КБ); в-третьих, по просьбе заводов, и, наконец, по инициативе исследователей и конструкторов.

При этом степень свободы в выборе тематики различна. Руководство научной организации может регулировать выбор по второй, третьей и четвертой группам работ, руководство лабораторий (отделов) — по третьей и четвертой, а исследователи и конструкторы — только по четвертой группе работ. Сочетание всех этих групп работ (по затратам) будет иметь несущественное значение, если все они выбираются с учетом получения в народном хозяйстве максимальной эффективности, т. е. имеют равные значения. Но в действительности все работы различны по народнохозяйственной значимости, срокам выполнения, стоимости и другим показателям. Поэтому для повышения эффективности исследований при данных материальных и трудовых ресурсах научной организации необходима оптимизация ее деятельности.

В литературе сейчас еще нет единства в освещении методов отбора научно-исследовательской и проектно-конструкторской (опытно-конструкторской) тематики. Однако есть некоторые общие черты в предложениях авторов. Так, большинство из них предлагает количественные оценки отдельных параметров характеристик НИОКР проводить по балльной системе. В основу этого метода положен принцип преобразования качественных показателей, характеризующих результаты НИОКР, в систему количественных показателей (индексы оценок), позволяющих осуществить учет разнообразных факторов.

Проблема оценки и выбора вариантов НИР формулируется как задача ранжирования этих вариантов по убыванию предпочтения. Приоритет получают темы, имеющие максимальные показатели общей оценки. После ранжирования тем по величинам общих оценок проставляются стоимости по каждой теме нарастающим итогом.

В тематический план включается такое количество первых по порядку работ, общий объем которых в стоимостном выражении соответствует планируемому за вычетом обязательной номенклатуры исследований, проводимых по распоряжению вышестоящих органов.

Рассматривая предлагаемые методы процедуры отбора тематики, следует отметить, что по этому вопросу нет еще единой терминологии. Некоторые экономисты

пишут о критериях отбора тем. Г. М. Добров и его коллеги¹ говорят о важнейших характеристиках научных исследований, являющихся, по существу, параметрами выдвигаемых ими четырех основных признаков отбора и определения относительной значимости направлений исследований и разработок: показатели надежности выбора; технико-экономические характеристики (разрабатывается классификатор технико-экономических критериев, размер капиталовложений, ожидаемый эффект, достигаемый технический уровень, время, требуемые производственные условия для реализации и т. п.); системные оценки возможностей развития, т. е. степень влияния на другие науки, на производство (предпочтение отдается тому варианту, который при прочих примерно равных условиях открывает большие перспективы экономии общественно необходимого времени на его реализацию); соображения политики (отражающие стратегические доктрины науки).

Другие исследователи, например Б. А. Лапин², предлагают использовать несколько показателей для технико-экономического обоснования и оценки тематики НИИ. По каждому из них он считает нужным определять критерии оценок. Представляется, что во всех случаях речь идет о характеристиках научных разработок, которые иногда могут являться и критериями (например, экономический эффект).

Часть характеристик — комплексные. Так, составляющими частными показателями характеристики «новизна и научно-технический уровень» служат наличие в работе эксперимента, использование математических методов и ЭВМ. Новизна разработки определяется оригинальностью поставленной проблемы. Достигаемый уровень измеряется сопоставлением ожидаемых ре-

¹ Г. М. Добров, Ю. В. Ершов, Т. И. Щедрина. Методика выбора вариантов перспективных научно-технических решений. В кн.: «Организация научных исследований в промышленности и их эффективность», вып. 3 — «Методы повышения эффективности деятельности научно-исследовательских организаций». Киев, 1969, стр. 22—31.

² Б. А. Лапин. К вопросу оптимизации тематических планов отраслевых НИИ. В сб.: «Материалы по науковедению. III Киевский симпозиум по науковедению и научно-техническому прогнозированию. Тезисы докладов». Киев, 1970, стр. 201—205.

зультатов разработки с наивысшими мировыми, отечественными или отраслевыми достижениями науки и техники. В табл. 11 приводятся основные характеристики для отбора тематики, которые рекомендуются не менее чем в двух литературных источниках.

Таблица 11

Основные характеристики для отбора тематики	Частота их использования в общем числе литературных источников, просмотренных автором (%)
Экономический эффект	60
Срок выполнения	80
Стоимость	60
Научно-технический уровень	80
Вероятность научно-технического решения	60
Перспективность (обеспечение «отдачи» в будущем)	40
Актуальность	40
Новизна	40
Фронт внедрения (наличие производственной мощности для внедрения)	40

Из табл. 11 видно, что наибольшее внимание экономистов привлекают: экономический эффект, срок выполнения, стоимость, научно-технический уровень и вероятность научно-технического решения выбранной темы. Еще ряд характеристик рекомендуется для использования только в одном из рассматриваемых источников литературы: влияние разработки на технический уровень производства, наличие соответствующего научно-технического потенциала, состояние исследований в данной области и т. д.

Особый интерес представляет процедура отбора тематики (модель) применительно к разработкам, предложенная Г. А. Лахтиным¹, на которой нужно остановиться более подробно. Автор считает, что необходимо классифицировать объекты разработок по выполняемым функциям (что делает данное изделие?) и по областям применения (где выполняется данная функция?). Составляется классификационная таблица, в каждой клетке которой записывают-

¹ Г. А. Лахтин. Тактика науки. Новосибирск, СО «Наука», 1969, стр. 75—100.

ся значимые параметры. Затем они экспертно оцениваются и располагаются по рангу. Определяются три значения характеристик: требуемые заказчиком (на расчетный год), существующие и теоретически достижимые, которые затем между собой сопоставляются. На основе этого и делается вывод о целесообразности и возможности получения необходимого заказчику показателя. Рекомендуется по каждому варианту произвести сравнительный расчет затрат, необходимых для доведения параметров до уровня, обусловленного требованиями. Нужно стремиться при этом достигнуть заданного результата с минимальными затратами. Каждый из рассматриваемых параметров имеет свой предел роста, по мере приближения к которому затраты становятся все менее эффективными, т. е. единице затрат соответствуют все меньшие приросты свойства. Для расчета необходима информация о зависимости между приростом свойств и расходами для его достижения. Учитывая различия исходной информации, автор рассматривает шесть вариантов решения задачи нахождения этой зависимости.

Зависимость известна в численном выражении, т. е. имеются данные о существующих себестоимости и параметрах изделий, применяемых в момент составления плана. По каждому из конкурирующих вариантов определяется прирост затрат, соответствующих приросту каждого параметра. Выбирается вариант с наименьшими затратами.

Зависимость между приростом затрат и приростом свойств неизвестна. На основе логистической кривой строится приближенный график «затраты—свойство», состоящий из двух прямых участков, и экспертно определяются затраты, необходимые на определенный прирост данного параметра.

Известна взаимосвязь между приростом затрат и изменением технических характеристик. Для каждой клетки классификационной таблицы составляется отдельная таблица, включающая ранг, наименование показателя, существующие требования и предельно достижимые значения. Сравниваются между собой теоретически достижимые требования, и преимущество одного из видов параметров оценивается в баллах. Балльная оценка умножается на коэффициент $\frac{1}{n}$, где n — ранг значимости. После перебора всех характеристик по каждому сравниваемому виду объектов исследования подводится итог и лучший из них включается в перечень перспективных разработок.

Требования к свойствам (параметрам) изделия расчетного года неизвестны, но определены зависимости между приростом затрат и изменением технических показателей. Для каждой клетки классификационной таблицы составляется своя таблица, включающая порядковый номер параметра (он же обозначает ранг значимости); его наименование в порядке убывания значимости; существующие и предельно достижимые численные значения характеристики — по каждому виду конкурирующих объектов разработок; величины затрат, необходимых для того, чтобы перейти от существующего к предельно достижимому значению параметра. Для каждой строки и каждого вида параметра определяют возможно достижимый относительный прирост его величины на единицу затрат. Затем этот показатель делят на ранг значимости каждого объекта, т. е. определяют величину прироста свойства на один балл. Балльные оценки для каждого вида объекта разработок суммируются, и лучший из

конкурирующих вариантов включается в тематический план перспективных исследований.

Неизвестны зависимости между приростом затрат и изменением технических параметров (требования к последним также неизвестны). По клетке данной классификационной таблицы составляется другая, куда выписываются порядковый номер параметра (он же ранг значимости), его наименование и предельно достижимые значения по всем конкурирующим видам. Сравниваются между собой предельно достижимые показатели, оцениваются по баллам, и определяется суммарная балльная оценка. В тематический план заносится лучший из вариантов.

Неизвестны ни требования, ни предельно достижимые значения параметров. Определены существующие значения свойств и их расположение по значимости. Следовательно, в данном случае необходимо информацию, относящуюся к настоящему и прошлому, экстраполировать на будущее. Для каждой клетки классификационной таблицы выписываются наименование, ранг значимости, численные значения параметров разрабатываемых видов изделий или процессов и применявшихся в прошлом; годы, когда происходила замена одного вида другим. На этой основе составляется новая таблица. Затем определяются приросты значений свойств, происшедшие в ходе прогресса в последние годы и отнесенные ко времени изменения (в годах). Производится экстраполяция значений параметров и их экспертная оценка на правдоподобие. После этого отбирается лучший из вариантов.

Применительно к научно-исследовательской тематике отраслевого института с преобладанием работ промышленного внедрения можно предложить метод отбора работ по взвешенному коэффициенту эффективности. Наиболее важными характеристиками, которые учитываются при принятии решения о включении темы в план, считаются:

общая сумма затрат на создание новой техники;

эффект от внедрения результатов исследований и разработок; этот фактор должен также включать убытки в народном хозяйстве при задержках в процессе совершенствования производства;

срок проведения работы; фактор времени учитывается изменением эффекта от капиталовложений в зависимости от срока реализации продукции после создания и внедрения новой техники;

научно-технический риск, означающий оценку вероятности научно-технического успеха данной работы;

последующие возможности, которые могут возникнуть в результате успешного осуществления намеченных работ. Например, может быть оправдано вы-

сокоэффективное усовершенствование существующего оборудования. Но оно не приведет к открытию в дальнейшем новых путей создания прогрессивных технологических процессов или оборудования. Поэтому с точки зрения этого фактора такая работа не должна оцениваться высоко. Данная характеристика, по существу, служит показателем долгосрочного влияния проведенной работы на народнохозяйственную эффективность.

Все эти факторы должны определяться последовательно для каждой темы, а затем на их основе вычисляется общий коэффициент очередности проведения работ R по формуле

$$R = \frac{\mathcal{E}_{\text{прив}}}{K_{\text{прив}}^{\text{н}}} \cdot P(t_p) \cdot B,$$

где $\mathcal{E}_{\text{прив}}$ — ожидаемая экономия от внедрения результатов работы, приведенная к первому году внедрения (тыс. руб.);

$K_{\text{прив}}^{\text{н}}$ — предполагаемые затраты на проведение работы, приведенные к первому году внедрения (тыс. руб.);

$P(t_p)$ — вероятность научно-технического успеха работы в заданное время;

B — оценка дальнейших возможностей создания новой техники, возникающих в связи с проведением работы (в долях единицы).

Вероятность научно-технического успеха исследования может быть определена экспертно с учетом степени теоретической проработки проблемы, наличия предварительной экспериментальной проверки и методики исследований, кадров, площадей и специального оборудования, а также необходимого материального обеспечения исследования и связи с другими работами лаборатории.

Оценка дальнейших возможностей создания новой техники также определяется экспертно. В конкретных условиях в этой формуле могут учитываться дополнительно и другие факторы.

Рассмотрим пример включения в тематический план института трех новых работ. Исходные данные для расчета приведены в табл. 12.

По табличным данным подсчитываются предполагаемые затраты и экономия на первый год внедрения с использованием формул сложных процентов.

Таблица 12

Основные данные для определения очередности проведения работ

Показатель	Единица измерения	Новые работы		
		1	2	3
Предполагаемые затраты	тыс. руб.	150	200	250
Ожидаемая годовая экономия	то же	150	170	190
Ориентировочный срок проведения	в годах	4	5	6
Вероятность получения результатов в заданное время	в долях единицы	0,8	0,8	0,9
Оценка дальнейших возможностей	то же	0,6	0,8	0,9

При проведении затрат или эффекта данного года к периоду будущему через T лет используется формула (7).

Если же затраты (эффект) данного года приводятся к более раннему на T лет периоду, то для определения соответствующих эквивалентных затрат (эффекта) применяется формула (8).

По первой работе, намечаемой к проведению в течение четырех лет, приведенные затраты составят $150 \times (1+0,08)^4 = 204$ тыс. руб., по второй (за 5 лет) — 294 тыс., по третьей (за 6 лет) — 398 тыс. руб.

Ожидаемая экономия определяется по формуле (9) за расчетный период (5 лет) и результаты приводятся к первому году внедрения. По первой работе экономия составит

$$\begin{aligned} \mathcal{E} &= 150 + \frac{150}{1+0,08} + \frac{150}{(1+0,08)^2} + \frac{150}{(1+0,08)^3} + \frac{150}{(1+0,08)^4} = \\ &= 646 \text{ тыс. руб.} \end{aligned}$$

По второй работе экономия будет равна 732 тыс., а по третьей — 838 тыс. руб. Коэффициент очередности проведения работ составит величины:

$$R_1 = \frac{646}{204} \times 0,8 \times 0,6 = 1,52; R_2 = 1,6; R_3 = 1,48.$$

Эти показатели располагают по ранжиру от большего к меньшему, что и определяет очередность при отборе работ.

Помимо рассмотренных методов процедуры отбора тематики следовало бы учитывать и другие. Например,

К. М. Варшавский считает, что наряду с преемственностью в тематике, обеспечивающей необходимые временные связи, существенное значение имеют и связи пространственные. При прочих условиях следует отдавать предпочтение темам, которые увязываются в единый комплекс прежде всего в границах данного НИИ, а также с другими научными организациями, особенно однопрофильными. В этом случае достигается экономия на процессе изучения возможностей расширения кооперации между коллективами, разрабатывающими взаимосвязанные темы.

Важнейшее значение имеет сбалансированность плана НИИ. Каждая научная организация заинтересована в сохранении известных пропорций между различными категориями тем: поисковыми и теоретическими, теоретическими и прикладными, крупными и мелкими, долгосрочными и краткосрочными, коллективными и индивидуальными. Иначе при перегрузке плана специальными темами могут возникнуть затруднения с обеспечением специалистами, при расширении круга поисковых тем возникнет дефицит работников высокой квалификации, при изобилии долгосрочных тем институт лишится возможности маневрирования кадрами и т. п.

Зарубежный опыт В зарубежной практике широко применяются количественные методы оптимизации тематических планов. При этом учитываются факторы коммерческого, производственного, политико-конъюнктурного и научно-технического характера (пригодность научной базы, квалификация сотрудников и т. д.). Всего насчитывается в общем по разным фирмам более 40 показателей, определяющих выбор тематики. Такое большое их число можно объяснить многообразием целей исследований, которые ставят перед собой фирмы, а также их различным положением и потенциальными возможностями в сфере производства и сбыта продукции.

В большинстве крупных промышленных корпораций США существует установка на долгосрочную ориентацию их исследовательских усилий. В соответствии с этим фирмы разрабатывают сложный комплекс мер контроля за ходом и результатами исследовательской работы.

Планирование научно-технического прогресса здесь начинается обычно с прогнозирования трех главных

направлений: экономического, технического и социального.

Экономическое прогнозирование преследует две цели: определить уровень исследовательской работы, который экономически способна поддерживать у себя данная компания, а также попытаться ответить, как при ожидаемой экономической конъюнктуре будут восприняты результаты проводимых исследований — новая техника и технология.

Техническое прогнозирование основывается на сведениях из трех источников: науки в целом, научно-технической информации, поступающей от настоящих и перспективных потребителей фирмы, и научно-технических достижений фирм-конкурентов.

В процессе **социального** прогнозирования стремятся уяснить демографическую структуру страны на предстоящий период развития, а также определить долю частного и общественного потребления, роль правительства в экономической жизни страны, условия труда, уровень образования в стране и международное положение.

При планировании необходимо иметь ряд нормативных показателей. Для этих целей проводятся специальные обследования. Так, было предпринято изучение сроков разработки и внедрения в производство 20 новых видов продукции с первоначальными капитальными затратами (т. е. с размерами финансирования исследовательских работ по каждому из этих новых продуктов) от нескольких сот тысяч до миллионов долларов. При этом выяснилось, что наименьшее время равнялось 4 годам, наибольшее — 14, средняя продолжительность — 5—7 лет¹.

В изданном министерством торговли США докладе «Технические новшества, условия для них и их организация» указано типичное распределение затрат на новшество, имеющее успех (в процентах):

НИР, изобретательство	5—10
Технические расчеты и конструирование	10—20
Изготовление оснастки (инструмента и приспособлений) и организация производства	40—60

¹ И. К. Быков. Организация научных исследований в промышленных фирмах. М., «Экономика», 1970.

Отладка производства начальных партий продукции	5—15
Организация сбыта	10—15

В некоторых отраслях промышленности (например, авиационной) затраты на НИР могут быть не меньше всех остальных затрат, вместе взятых¹.

Приведенные выше данные могут быть использованы при укрупненных расчетах предстоящих затрат на исследования и разработки. Эти данные можно сгруппировать по-иному. Они будут иметь следующий вид: НИР — 5—10%; ОКР — 10—20; подготовка производства — 45—75; организация сбыта — 10—15%.

Эрих Янч в своей книге приводит ряд формул, применяемых в капиталистической практике².

В одной из фирм ценность проекта определяется по такой формуле:

$$\text{Ценность} = \frac{B_t \times B_k \cdot (\text{Общая валовая прибыль})}{\text{Общие издержки}},$$

где B_t — вероятность технического успеха (≤ 1);

B_k — вероятность коммерческого успеха (≤ 1).

Проект является приемлемым при показателе ценности, равном двум.

В другой фирме используются такие критерии: один доллар затрат на исследования должен принести не менее 3 долларов годовой экономии, 20 долларов среднегодового объема продаж новой продукции, а улучшенной — не менее 75 долларов. Ряд американских фирм применяет метод дисконтирования денежных средств, т. е. учета их изменения во времени по сложным процентам, что дает им возможность исчислить чистую ценность проекта с точки зрения настоящего момента. Фактор времени учитывается путем оценки получаемого или потерянного за этот период ссудного процента.

Формула дисконтирования для «единовременного» подхода такая же, как в нашей «Типовой методике определения экономической эффективности капитальных вложений»³.

¹ Реферативный сборник «Экономика промышленности». М., 1969, 5Е10.

² Эрих Янч. Прогнозирование научно-технического прогресса. М., «Прогресс», 1970, стр. 292—294.

³ «Типовая методика определения экономической эффективности капитальных вложений». М., «Экономика», 1969, стр. 12.

Основным выражением для «непрерывного» подхода, который более точно отражает действительность, является чистая ценность проекта с точки зрения настоящего момента P' каждого приращения денежного потока $C(t)$ в момент t' (подсчитанная от $t=0$ до настоящего момента).

$$P' = C(t')e^{-rt'} dt.$$

Интегрирование по времени дает чистую ценность проекта для настоящего момента

$$P = \int_0^{\infty} C(t')e^{-rt'} dt.$$

Это выражение может быть приравнено нулю, и тогда оно будет соответствовать условиям равновесия (перехода от убыточности к прибыльности проекта). Уравнение можно разрешить относительно величины r , которая в этом случае представляет собственную норму дисконтирования или собственный показатель окупаемости проекта. Затем можно сопоставить собственное значение r с заданным лимитирующим его значением и сделать вывод о целесообразности проведения данного проекта.

Минимальный уровень r для европейских компаний колеблется около 20% в год (до вычета налогов), а для США он, возможно, выше, достигая 30% (до вычета налогов)¹. Формулы для «единовременного» и «непрерывного» подхода используют в своей практике 25—30% американских фирм.

Технико-экономическое обоснование новой тематики

Технико-экономическое обоснование НИОКР прикладного характера включает в себя:

во-первых, обоснование научно-технического решения, а значит, выбор принципиальных схем, оптимального варианта технологии, оценку прогрессивности принятых решений, соответствие намечаемых конечных результатов лучшим мировым образцам и подтверждение их патентной чистоты, выявление экономической эффективности результатов исследований;

¹ Эрих Янч. Прогнозирование научно-технического прогресса. М., «Прогресс», 1970, стр. 298—299.

во-вторых, обоснование выбора материалов, энергетических средств и технологического оборудования, гарантирующих разработку передовой технологии и организации производства, надежность и долговечность изделий.

Определение экономической эффективности тематики, предлагаемой для включения в план института, состоит в выявлении затрат на ее проведение, расчете народнохозяйственного эффекта, сопоставлении эффекта с затратами, т. е. определении коэффициента эффективности НИОКР и сравнения его с нормативным показателем.

Определение затрат на проведение тематики представляет определенную сложность. Ряд авторов предлагают свои методы их расчета. Наиболее детально они изложены М. Л. Башиным¹. Представляется правильной его позиция в том, что в сфере проведения прикладных исследований и конструкторских разработок налицо условия для обобщения данных статистической информации, содержащей материалы о затратах на законченные НИОКР. Создается объективная основа для разработки нормативной базы, позволяющей обоснованно рассчитывать затраты на проведение прикладных исследований и разработок.

Для большинства прикладных НИОКР существуют следующие методы расчетов, позволяющие обоснованно определять затраты на их проведение:

1. Оценка плановых расходов на исследования путем сравнения с фактическими затратами после окончания работ. Этот метод использует средние величины как исходную базу. Учитываются числовые значения критериев оценок, направление тематики, состав работы, степень использования унифицированных элементов и др.

2. Оценка затрат через удельный вес калькуляционных статей с использованием систематизированной информации о фактической стоимости работ по достаточно представительной совокупности исследований.

3. Метод, использующий в качестве основы активные компоненты разработок. Выделение активных частей НИОКР позволяет выявить основные факторы, форми-

¹ М. Л. Башин. Планирование научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ. М., «Экономика», 1969.

рующие конечные затраты на их проведение с достаточной степенью точности. Унификация аппаратуры создала условия для отбора активных компонентов.

Уточненное (расчетное) определение сметных затрат на НИОКР требует применения более совершенных методов расчета сметных затрат. Таких методов три.

Метод уточненной трудоемкости. В основе расчета лежит определение переводных коэффициентов, позволяющих сопоставить сложность новой разработки, расчлененной на первичные элементы, со сложностью базового объекта.

В этом случае разрабатываются критерии отбора представителей, которые по своим функциональным данным, техническим параметрам и конструктивным принципам являются типичными. Это позволяет получить нормативные таблицы трудоемкости ОКР в пересчете на одну оригинальную деталь с учетом четырех групп сложности.

Системы аналогов. Теоретической предпосылкой данных систем принято положение, согласно которому большинство элементов, составляющих эти работы, повторяются в определенных количественных и качественных сочетаниях (несмотря на оригинальность исследования в целом). Задача сводится к выявлению и классификации элементов, имеющих информационное отражение. Число оригинальных элементов, не имеющих прототипов, например, в приборостроении, не превышает 10—15% объема работ.

В результате применения этого метода расчета сметных затрат в ряде отраслевых НИИ и КБ установлена возможность создания обоснованной нормативной базы на основе аналогов. Сложность разработки систем аналогов связана с состоянием учета затрат, который часто носит суммарный характер. Поэтому их подготовку рекомендуется начать с упорядочения первичного учета затрат на проведение НИОКР. Важным условием при этом является составление классификатора работ в зависимости от функционального назначения объектов. Классификатор состоит из видов, типов и детализированных групп работ, имеющих базовый аналог. Последний должен обладать сквозными параметрами для объектов, входящих в однородную совокупность.

Метод множественной корреляции. Его использование позволяет увязать затраты на проведение НИОКР с

основными характеристиками разработок. Метод предусматривает подготовку исходных нормативов на элементы работ: деталь, узел, блок, прибор. Тщательная классификация объектов исследований и их формализация создают условия для выбора базовых параметров. Степень влияния основных параметров на уровень затрат устанавливается корреляционным анализом. Наличие и формы корреляционных связей выявляются графически или с помощью формул. Форма связи характеризуется уравнением, выражающим зависимость затрат от основных параметров разработки. Исходная информация сводится в специальные формы. Для придания информации необходимой достоверности вводятся поправочные коэффициенты, учитывающие характер изменения основных показателей: новизна темы, структура ценообразования, степень использования нормализованных узлов и блоков, доля контрагентских работ и др. Источниками информации для расчета служат карты аналитического учета, отчеты подразделений, бухгалтерские данные и др.

Использование рассмотренных методов расчета затрат на НИОКР создает необходимые условия для обоснованного планирования и финансирования исследований и разработок в отраслевых НИИ и КБ машиностроения и приборостроения.

Для укрупненных предварительных расчетов стоимости намечаемой тематики можно воспользоваться методикой, предлагаемой Г. А. Самойловым¹. Суть ее заключается в следующем:

устанавливаются «укрупненный» и основные нормативные расходы на одного научного сотрудника в институтах родственного профиля;

определяются соотношения по каждой статье затрат в процентах к «укрупненному» нормативу.

«Укрупненный» норматив отрасли науки ($H_{\text{укр}}$) определяется по формуле

$$H_{\text{укр}} = \frac{\sum S}{\sum d}, \quad (36)$$

где $\sum S$ — сумма затрат институтов отрасли;

$\sum d$ — общее число научных сотрудников в отрасли.

Для химических институтов таким нормативом, согласно расчету, будет 8350 руб. Если в институте 100 на-

¹ Г. А. Самойлов. НОТ в институте. Киев, «Наукова думка», 1968.

учных сотрудников, то весь бюджет института на год составит 835 000 руб.

$$S = H_{\text{укр}} \cdot d, \quad (37)$$

где S — затраты института;

d — количество сотрудников в институте.

Таким же образом можно произвести расчеты на тему. Если известно количество сотрудников, которые будут принимать участие в исследованиях, и предполагаемое время исследований, то расчет проводится по формуле

$$S_{\text{т}} = H_{\text{укр}} \cdot d_{\text{т}} \cdot t \cdot K_1, \quad (38)$$

где $S_{\text{т}}$ — затраты на тему;

$d_{\text{т}}$ — количество сотрудников, которые будут принимать участие в исследованиях по теме;

t — предполагаемое время исследований (в годах);

K_1 — коэффициент соизмерения во времени (рост «укрупненного» норматива в процентах в среднем по годам).

При расчете народнохозяйственного эффекта следует учитывать рекомендации, приводимые в «Типовой методике определения экономической эффективности капитальных вложений»¹.

В ней устанавливаются понятия *общей* (абсолютной) и *сравнительной* эффективности.

Методы **сравнительной** эффективности применяются для выбора вариантов в тех условиях, когда национальный доход нельзя прямо измерить, а показатель прибыли, как локальный критерий оптимальности, в силу несовершенства цен или по иным причинам не отражает в должной мере народнохозяйственные интересы. Оценка **общей** эффективности необходима для увязки деятельности предприятий с плановыми и бюджетными показателями отдельных министерств и по стране в целом.

При экономическом обосновании тематического плана института используется сравнительная эффективность. При этом возникают следующие типы задач.

Сравнение двух или нескольких вариантов для выбора относительно лучшего из них (обычно по минимуму приведенных затрат). Более сложный вид задач при

¹ «Типовая методика определения экономической эффективности капитальных вложений». М., «Экономика», 1969.

сравнении вариантов решается оценкой затрат в данном звене производства, в сопряженной отрасли и в сфере потребления продукции.

Экстремальные задачи на нахождение экономически оптимального варианта, т. е. лучшего из всех возможных при заданных условиях и ограничениях.

Решение здесь возможно на основе методов классической математики (если найдены функциональные связи между затратами и технико-экономическими параметрами техники) или на основе математического программирования.

Определение экономического эффекта, т. е. результата капитальных вложений, измеряемого показателем приведенных затрат или прибыли.

В ряде задач требуется оценка затрат и их результатов не только по абсолютной величине, но и по распределению во времени. В этой связи рекомендуются методы соизмерения разновременных затрат и результатов, условного приведения их к одному периоду. В практике расчетов нередки случаи, когда с условными коэффициентами приведения оперируют как с математическими величинами, отражающими реальные стоимостные соотношения. Это в особенности относится к случаям установления фактического экономического эффекта. Основной формулой, по которой производятся все расчеты, служит формула приведенных затрат.

Большие затруднения возникают при определении объема внедрения результатов исследований и разработок. Обычно методические рекомендации сводятся к тому, что предполагаемая его величина должна определяться по данным исследовательских или проектно-конструкторских организаций. Дело значительно облегчается при наличии плана выпуска данной техники в ближайшие годы. Но во многих случаях таких планов нет, особенно по технике, которая еще только разрабатывается. Поэтому предполагаемый объем внедрения результатов НИОКР определяется ориентировочно, на основании опыта разработчиков. Более точно его величину можно подсчитать, если воспользоваться следующей формулой:

$$A_n = \frac{\Pi_n \cdot a_n}{T_n \cdot \beta}, \quad (39)$$

где A_n — предполагаемый среднегодовой объем внедрения в производство результатов НИОКР;

- P_n — потребность в данной технике в плановом периоде с учетом ее качества (шт., м, т и т. д.);
- α_n — поправочный коэффициент, характеризующий возможность удовлетворения промышленностью данной потребности в плановом периоде, $0 < \alpha_n \leq 1$;
- T_n — продолжительность выпуска промышленностью техники аналогичного назначения (в годах);
- β — поправочный коэффициент, учитывающий вероятность уменьшения сроков выпуска данной модели новой техники в плановом периоде, $\beta > 0$.

Показатель P_n выявляется на основе запросов потребителей путем анкетирования или проведения специального исследования. Поправочный коэффициент α_n рассчитывается по результатам анализа возможностей заводов отрасли, которые хорошо известны специалистам. Показатель T_n определяется по отчетным заводским данным, а β устанавливается в результате анализа сроков выпуска прежних образцов новой техники на заводах отрасли.

Пример. Если $P_n = 10\,000$ машин; $\alpha_n = 0,8$; $T_n = 5$ лет; $\beta = 1$, то

$$A_n = \frac{10\,000 \times 0,8}{5 \times 1} = 1600 \text{ шт./год.}$$

Формула (39) применима в тех случаях, когда определяется среднегодовой выпуск продукции. Если же выпуск изделий в течение планового периода изменяется по годам, то формула принимает вид:

$$\Sigma A_n = \sum_{i=1}^n P_i \alpha_i, \quad (40)$$

где ΣA_n — предполагаемый объем внедрения в производство результатов НИОКР в плановом периоде;

P_i — потребность в данной технике с учетом ее качества в i -м году планового периода;

α_i — поправочный коэффициент, учитывающий возможность удовлетворения промышленностью потребности в данной технике в i -м году планового периода;

$$n = T_n \beta.$$

Пример. Если $P_1 = 300$ шт., $\alpha_1 = 1$; $P_2 = 1000$ шт., $\alpha_2 = 0,5$; $P_3 = 1500$ шт., $\alpha_3 = 0,6$; $P_4 = 1700$ шт., $\alpha_4 = 0,7$;

$$P_5 = 1700 \text{ шт.}, \alpha_5 = 0,8; \beta = 1, T_n = 5 \text{ и } n = T_n \beta = 5 \times 1, \text{ то} \\ \Sigma A_n = 300 \times 1 + 1000 \times 0,5 + 1500 \times 0,6 + 1700 \times 0,7 + \\ + 1700 \times 0,8 = 4410 \text{ шт.}$$

Определив экономию, которую получит народное хозяйство от внедрения результатов научных исследований, необходимо сопоставить ее с затратами на разработку и внедрение новой техники, т. е. следует определить коэффициент предварительной экономической эффективности НИОКР (по формуле 24).

**Разработка
нормативно-справочных
материалов для расчетов
и обоснований**

Для определения экономической эффективности НИОКР, а также для построения оптимальной структуры тематики НИИ и

КБ необходим **классификатор работ**. Ниже приводится один из разделов примерного классификатора тематики, который используется в практике одного из отраслевых НИИ. В нем даются рекомендации по расчету технико-экономической эффективности, в том числе и по отбираемой тематике.

В условиях данного отраслевого института проводятся следующие виды исследований: теоретические, прикладные, поисковые и методические. Кроме того, осуществляется разработка технологических параметров нового изделия или технологии, опытной, опытно-промышленной и промышленной технологии и т. д. Классификатор предназначен для систематизации работ при определении их экономической эффективности и экономическом анализе научной деятельности тематических лабораторий и отделов.

Все работы, проводимые в институте, сведены в группы с учетом специфики исследований металлургических и технологических лабораторий, а также с учетом особенностей опытно-конструкторских работ. По каждой группе исследований и разработок дается определение понятия и рекомендации по расчету технико-экономической эффективности.

Классификатором можно пользоваться при включении тем и работ в тематический план института, после их завершения и составления отчета, по окончании внедрения результатов исследований и разработок.

Для примера (табл. 13) приводится часть классификатора, относящаяся к металлургическим, технологическим, а также опытно-конструкторским работам.

**Классификатор тематики для определения экономической
эффективности**

Вид исследования и разработок	Определенные понятия	Рекомендация по проведению расчета технико-экономической эффективности
Металловедческие и технологические работы		
Теоретические прикладные исследования	Познание закономерностей явлений, процессов; создание научного задела. (Примеры)	Расчет не проводится
Поисковые исследования	Изыскание возможности применения познанных закономерностей для создания нового сплава и изделий из него. (Примеры)	Расчет не проводится. По некоторым работам возможен иллюстративный расчет
Методические исследования	Разработка методик проведения исследований с использованием новых принципов, нового оборудования и т. д. (Примеры)	Расчет не проводится
Разработка технологических параметров нового сплава	Определение примерных технологических параметров изготовления полуфабрикатов из новых сплавов и уровня свойств сплавов. (Примеры)	Определяются основные технико-экономические показатели нового сплава
Разработка опытной технологии	Технология с неотработанными в эксплуатации параметрами изготовления изделий. (Примеры)	Проводится расчет предварительной экономической эффективности на возможный годовой объем применения новой технологии в отрасли

Вид исследования и разработок	Определение понятия	Рекомендация по проведению расчета технико-экономической эффективности
Разработка опытно-промышленной технологии	Технология с временными параметрами изготовления изделий. (Примеры)	Расчет уточняется, т.е. проводится определение ожидаемой эффективности на годовой объем применения и на объем опытно - промышленной партии изделий. После года эксплуатации определяется фактическая эффективность
Разработка и внедрение промышленной технологии	Технология, обеспечивающая постоянные, апробированные в эксплуатации параметры изготовления изделий, выпускаемых серийно. (Примеры)	Определяется ожидаемая экономическая эффективность на годовой объем серийного выпуска и объем промышленной партии. В течение расчетного периода (пять лет) ежегодно определяется фактическая экономическая эффективность
Усовершенствование действующей промышленной технологии	Технология, обеспечивающая постоянные, апробированные в эксплуатации частично новые параметры изготовления изделий, выпускаемых серийно. (Пример)	Проводится расчет ожидаемой экономической эффективности на годовой объем и фактической эффективности в течение трех лет со времени внедрения
Техническая помощь	Удовлетворение текущих потребностей заводов. (Примеры)	Расчеты проводятся по работам, используемым в серийном производстве

Опытно-конструкторские работы

Поисковые работы	Изыскание технической возможности создания новой конструкции. (Примеры)	Расчет не проводится. В отдельных случаях возможен иллюстративный расчет
------------------	---	--

Вид исследований и разработок	Определение понятия	Рекомендации по проведению расчета технико-экономической эффективности
Экспериментальные работы	Создание испытательных стендов и принципиально новых элементов конструкций, испытание их работоспособности и получение экспериментальных данных для проектирования нового оборудования. (Пример)	Расчет не проводится
Создание лабораторного и экспериментального оборудования	Оборудование для лабораторных исследований. (Пример)	Расчет не проводится
Создание промышленного оборудования: а) опытный образец	Оборудование с неотреботанными в эксплуатации техническими параметрами. Изготавливается с целью проверки в условиях опытной эксплуатации взаимодействия основных узлов и надежности работы всего агрегата. (Пример)	Определяется предварительная экономическая эффективность на возможный годовой объем производства продукции на данном оборудовании. Расчет составляется заказчиком (лабораторией), дающим техническое задание, и уточняется конструкторами по окончании разработки проекта опытного образца
б) опытно-промышленный образец	Оборудование с параметрами серийного образца, требующими проверки их стабильности в условиях промышленной эксплуатации. (Пример)	При выдаче технического задания на проектирование расчет предварительной экономической эффективности проводится заказчиком (лабораторией), выдающим задание, а затем уточняется конструкторами по окончании проектирования опытно-промышленного образца, т. е. определяется ожидаемая экономическая эффективность. В случае про-

Вид исследований и разработок	Определение понятия	Рекомендации по проведению расчета технико-экономической эффективности
в) промышленный образец	Оборудование с отработанными стабильными техническими характеристиками, отвечающими требованиям длительной эксплуатации в производственных условиях. (Пример)	мысленной эксплуатации у заказчика через год определяется фактическая экономическая эффективность Проводится расчет годовой ожидаемой экономической эффективности. После внедрения в эксплуатацию оборудования определяется экономическая эффективность в течение расчетного периода (пять лет)
Усовершенствование существующего оборудования	Улучшение технических параметров существующего оборудования. (Пример)	Проводится расчет годовой ожидаемой экономической эффективности. После ввода в эксплуатацию определяется фактическая экономическая эффективность в течение трех лет
Техническая помощь	Удовлетворение текущих потребностей завод. (Пример)	Расчеты проводятся по работам, используемым в серийном производстве

По каждому понятию вида исследований в качестве примеров приводится его название. Так, для теоретических прикладных работ в графе «Определение понятия» показаны примеры: «Исследование природы дефектов типа «расслоение» в поковках и штамповках» и «Исследование влияния водорода на структуру и свойства слитков из нового сплава».

Используя классификатор, определяют структуру тематического плана института с целью его оптимизации (табл. 14).

Таблица 14

Структура тематического плана отраслевого института на 1972 г.
(в процентах; данные условные)

	Класс работ									Итого
	теоретиче- ские	поисковые	методиче- ские	разработка технологиче- ских парамет- ров	опытная технология	опытно-про- мышленная технология	промыш- ленная технология	усовершенст- вованная технология	нормативы	
Новые темы: по плану 1971 г.	6,3	31,3	3,1	9,4	15,6	6,3	9,4	9,3	9,3	100
по плану 1972 г.	5	12	14	12	21	9	9	3	15	100
Итого	5	20	10	11	19	8	10	5	12	100

На основе составленного классификатора был проведен экономический анализ научной деятельности ряда металловедческих и технологических лабораторий. В частности, была выявлена структура их исследований (по стоимости работ, табл. 15).

Таблица 15

Структура исследований металловедческих и технологических лабораторий (в процентах к итогу; по стоимости)

Класс работ	Лаборатории	
	металло- ведческие	техноло- гические
Теоретические	15	5
Поисковые	16	8
Методические	2	0,2
Экспериментальные	—	2,5
Разработка технологических параметров сплавов	13	—
Опытная технология	20	30
Опытно-промышленная технология	29	20
Промышленная технология	1	10
Усовершенствование технологии	—	1,7
Техпомощь	4	22,6

Из табл. 15 видно, что технологические лаборатории имеют небольшой процент теоретических и поисковых работ, что снижает их научный задел. Кроме того, слишком велика техпомощь заводам. Эти два обстоятельства снижают отдачу лабораторий, основная задача которых — создание новой техники большой народнохозяйственной значимости.

Расчеты экономической эффективности ведутся по стадиям исследования и внедрения результатов разработок, т. е. определяются предварительная, ожидаемая и фактическая эффективность. Первичная единица учета — научно-исследовательская или проектно-конструкторская работа, а не тема, включающая подчас ряд не всегда связанных между собой работ.

В тематическом плане расчеты проводятся по всем работам, по которым есть рекомендации в классификаторе. После отбора тем осуществляется экономический анализ предполагаемой результативности деятельности отдельных подразделений института.

Рассмотренный классификатор позволяет создать на картах с краевой перфорацией аналитическую систему многоаспектного экономического анализа научной деятельности лабораторий.

В нее входят **картотека** для экономического анализа и система кодирования научно-экономических показателей. Как показал опыт, картотека из перфокарт с краевой перфорацией ручного обращения способна хранить большой объем информации и позволяет проводить многоаспектный ее поиск.

Карточка учета экономической эффективности НИОКР содержит все основные экономические показатели, начиная от включения ее в тематический план и завершая внедрением результатов исследования в производство. Карточки, заполненные на все без исключения работы, размещаются в специальном ящике и группируются по подразделениям института. Для картотеки была взята перфокарта К-5 размером 207×147 мм, которая содержит 200 информационных ячеек и широко применяется у нас в СССР и в ряде зарубежных стран. В карточках делаются вырезы с помощью специального компостера по тем данным о НИР или ОКР, которые в ней имеются. Вырезы делаются в соответствии с системой кодирования.

Нами выбраны три ключа кодирования числовых данных.

Однорядный, по которому запись ведется в двоичной системе счисления. Вырез участка края карты, превращение его в щель, означает «да» (единицу), а его отсутствие — «нет» (ноль).

Двухрядный — 1—2—4—7—Е.

Для обозначения десяти цифр-понятий здесь используется десять точек или пять пар отверстий. Цифры, указанные в названии ключа — 1, 2, 4, 7, Е, отмечаются глубокими вырезами, а остальные — сочетаниями мелких вырезов и одного глубокого (Е) (например, $1+2=3E$; $1+4=5E$; $2+7=9E$).

Для записи десятков, сотен, тысяч применяется только восемь точек или четыре пары отверстий.

Отборный. Здесь используются четыре пары отверстий, позволяющих с помощью двух вырезов разместить двенадцать вариантов цифр.

Дескриптор	Максимальные числа кода
НИО	10
КБ	4
Лаборатория, сектор	
(Отдел, бригада)	1 000
Шифр темы	10 000
Класс работы	70
Основание для постановки темы	10
Руководитель работы (в списке руководи- телей)	100
Научная квалификация руководителя работы	4
Научное направление	100
Стоимость работы (в группе стоимости)	10
Источник финансирования	1; 0
Год окончания работы	12
Год внедрения работы	12
Наличие публикаций по работе	1; 0
Свидетельства об изобретениях, патенты, ли- цензии, рационализаторские предложения, полу- ченные по результатам работы	7
Экономическая эффективность от внедрения результатов работы:	
сумма ожидаемой экономии	
(по группам работ)	7
рост производительности труда	1; 0
сокращение рабочих	1; 0
экономия материалов	1; 0
фактическая экономия на первый год внедрения (по группам работ)	7

единицы				единицы				1		сотни				десятки				единицы				десятки				единицы																					
1	2	4		1	2	4	7	1	2	1	2	4	7	1	2	4	7	1	2	4	7	1	2	4	7	1	2	4	7																		
Фактич. экономия на первый год внедр.								НИО		КБ		Лаборатория, сектор (отдел, бригада)								Класс работ																											
Шифр темы				Стоимость работы				эконом. материал. сокращение рабочих Рост производ. труда				Руководитель работы				Основание для постановки темы				Свидетельства, патенты, лицензия, рац. предложения				Научное направление				Публикация				Источ. финанс.				Квалиф. кадров				Год окончания				Год внедрения			
1 2 4 7				1 2 4 7				1 2		1 2 4 7				1 2 4 7				1 2 4 7				1 2 4 7				1 2 4 7				1 2 4 7				1 2 4 7				1 2 4 7									

Кодовая карта.

Кодированию подлежат все понятия (дескрипторы), характеризующие НИОКР.

Нами выбраны те из них, которые можно обозначать числами.

Для кодирования карточек составляется кодовая карта и разрабатывается порядок кодирования научно-технических показателей.

В качестве иллюстрации приводится система кодирования, разработанная автором и применяемая в одном из институтов, который включает металлургические, технологические и конструкторские подразделения.

Кодирование научно-экономических показателей

1. НИО и КБ

Для каждого отделения и конструкторского бюро в институте установлен свой номер.

	Код
КБ-1	1 (глубокий вырез 1)
КБ-2	2 (глубокий вырез 2)
КБ-3	3 (два мелких выреза)
КБ-4	4 (два глубоких выреза)

2. Лаборатория, сектор (отдел, бригада)

Секторам и бригадам присваиваются условные номера по списку в данном подразделении от 1 до 9, и эти числа пишутся справа от двузначного номера лаборатории или отдела, например: третий по списку сектор лаборатории № 2 имеет код 023; первая по списку бригада в отделе № 55 имеет код 551 и т. д.

3. Шифр темы

Кодируется по шифру тематического задания. Техпомощь (четыре нуля) кодируется 7007, внеплановые работы — 10 000.

4. Класс работы

В соответствии с классификатором кодирование производится следующим образом.

Класс работ	Металловедческие работы	Технологические работы	Опытно-конструкторские работы	Разработка контрольно-измерительной аппаратуры
Теоретические	11	21	—	41
Поисковые	12	22	32	42
Методические	13	23	—	43
Создание лабораторного и экспериментального оборудования	—	—	33	—
Экспериментальные	—	—	34	44
Разработка основных технологических параметров	14	24	—	—
Опытная технология (образец)	15	25	35	45
Опытно-промышленная технология (образец)	16	26	36	46
Промышленная технология	17	27	37	47
Усовершенствование	18	28	38	48
Техническая помощь	19	29	39	49

Нормативно-справочные материалы шифруются кодом 50.

5. Основание для постановки темы

	Код
Постановление правительства	1
Решение министерства	2
Решение руководства инсти- тута	3
Инициатива лаборатории (от- дела)	4
Запросы заводов	5

6. Руководитель работы (в списке руководителей)

В списке руководителей работ имеются три группы чисел: номера фамилий руководителей по алфавиту, код руководителя и код соруководителя работы. В карточке пробивается только код руководителя работы: числа кода от 1 до 10 (включительно), а также числа, кратные десяткам (20, 30... 90), кодируются с учетом Е, т. е. число 2 пробивается как Е2, число 10 пробивается как Е10 и т. д.

7. Научная квалификация руководителя работы

	Код
Инженер	0
К. т. н.	1 (длинный вырез)
Д. т. н.	2 (длинный вырез)

Совместное руководство

	Код
Д. т. н., к. т. н.	3 (два коротких выреза)
Д. т. н., инженер	3 (один длинный вырез, один короткий вырез)
К. т. н., к. т. н.	4 (два длинных выреза)
К. т. н., инженер	1 (короткий вырез)

8. Научное направление

Кодируется порядковый номер по списку научных направлений лаборатории (КБ). Порядок кодирования см. в п. 6 «Руководитель работы».

9. Стоимость работы

Группа работ по величине
их стоимости (тыс. руб.)

	Код
До 5	1
5—10	2
10—25	3
25—50	4
50—100	5
100—200	6
Свыше 200	7

10. Источник финансирования

	Код
Госбюджет	0
Хоздоговор	1

11. Год окончания или год внедрения работы

Кодирование производится по отборному ключу
(приведен на кодовой карте).

Год окончания или год внедрения	Код
1966	1
1967	2
1968	3
1969	4
1970	5
1971	6
1972	7
1973	8
1974	9
1975	10
1976	11
1977	12

Кроме того, по всем внедренным работам в учетной
карточке делается пробивка в правом нижнем углу.

12. Наличие публикации по работе

	Код
Есть	1
Нет	0

13. Свидетельства, патенты, лицензии, рационализаторские предложения

	Код
Свидетельства об изобретении	1
Патенты	2
Лицензии	3
Рационализаторские предложения	4

14. Экономический эффект (ожидаемый и фактический)

	Код
а) Сумма годовой экономии (тыс. руб.)	
До 50	1
51—100	2
101—250	3
251—500	4
501—1000	5
Свыше 1000	6
б) Рост производительности труда	
Есть	1
Нет	0
в) Сокращение численности рабочих	
Есть	1
Нет	0
г) Экономия материалов	
Есть	1
Нет	0

15. Длительность проведения работы

	Код
До 1 года	1
От 1 до 2 лет	2
Свыше 2 лет	3

Определение экономической эффективности выбираемой тематики законченных и внедренных работ должно проводиться по определенной программе. Ввиду того что «Методические положения по определению экономической эффективности научно-исследовательских ра-

бот»¹ не могут учесть отраслевые особенности, в ряде отраслей созданы свои методики. Особенности некоторых из них рассмотрены на стр. 19—57. К каждой методике должны быть приложены справочные материалы для определения экономической эффективности. Автором были разработаны несколько таких справочников, которые используются рядом НИИ и КБ. В 1970 г. вышли справочные материалы для дипломного проектирования в черной металлургии.

Разработка справочников, содержание которых может быть использовано при определении экономической эффективности НИОКР, представляет значительную трудность. Нужно учесть в них не только существующий уровень техники, но и прогнозные оценки, данные своей отрасли, а также отраслей, поставляющих средства производства и потребляющих новую технику или продукцию, производимую с ее помощью.

Часть необходимых показателей можно получить в результате проведения специальных исследований, другие — при анализе данных отрасли, закрепленной за институтом.

Примерная структура и содержание справочника технико-экономических показателей могут быть такими:

1. Общий раздел, в котором приводятся сведения о развитии экономики страны, данной и сопряженных отраслей; показатели, имеющие общий характер для всех технологических процессов или всех цехов отрасли, и др.

Большое практическое значение имеют таблицы, содержащие данные по структуре себестоимости товарной продукции в среднем по отрасли, структуре сметы затрат на производство, структуре промышленно-производственных фондов, цеховых расходов. Пользуясь ими, можно сделать расчеты экономической эффективности от выполнения научно-исследовательских работ при условии изменения отдельных составляющих себестоимости или сметы затрат на производство и т. д.

Как правило, разработка новых конструкций, материалов, технологических процессов сопровождается повышением производительности труда, т. е. сокращением численности обслуживающего персонала, увеличением

¹ «Основные методические положения по определению экономической эффективности научно-исследовательских работ». М., «Экономика», 1964.

выпуска продукции в единицу времени. В этом случае при расчетах в качестве исходных данных пользуются такими показателями, как средняя заработная плата рабочих и ИТР, средний тарифный разряд рабочих, коэффициенты, учитывающие отчисления на социальное страхование и дополнительную заработную плату, и т. д. В этом же разделе приводятся показатели по труду, дифференцированные по видам производства. Усовершенствование существующих технологических процессов и разработка новых приводят к улучшению использования оборудования. При обосновании научно-исследовательских работ такого направления приходится пользоваться данными, показывающими годовой фонд времени работы различного оборудования, коэффициенты потерь времени и использования оборудования. Кроме того, изменение стоимости оборудования влияет на изменение текущих и капитальных затрат. Этим вызвана необходимость приведения таких таблиц в общем разделе. Важным направлением научных разработок является сокращение энергоемких операций и производств. Поэтому здесь целесообразно поместить таблицы, характеризующие затраты электроэнергии, газа на 1 т различных полуфабрикатов по заводам отрасли.

Повышение выпуска годной продукции — наиболее частый результат многих научно-исследовательских работ. В связи с этим следует привести показатели увеличения ее выхода при производстве основных видов полуфабрикатов. Для сравнительного анализа, правильного сопоставления новых разработок необходимо иметь данные об аналогичных показателях производства за рубежом.

2. Группа разделов, посвященных основным технологическим процессам (литье, прокатка,ковка и штамповка, термообработка, механообработка и др.).

В этих разделах приводятся таблицы по расходу шихты на производство 1 т листов, прутков и других полуфабрикатов из различных сплавов. Данные, характеризующие металлургический баланс производства заготовок, могут быть использованы при подсчете экономической эффективности работ, связанных с дополнительным вовлечением отходов при выплавке различных сплавов.

В качестве исходных данных в расчетах чаще всего

используют структуру себестоимости и трудоемкость изготовления 1 т заготовок (труб, листов, поковок, штамповок, литья). Кроме того, требуется знание структуры цеховых и общезаводских расходов по основным цехам и заводам. Все эти показатели должны быть сгруппированы в таблицы.

В связи с совершенствованием оборудования могут изменяться удельные капитальные вложения на его производство, расходы на текущий ремонт и содержание, использование по времени и мощности, нормы расхода электроэнергии, тепла, сжатого воздуха. Рассматриваемые разделы должны содержать эти данные, которые можно использовать в расчетах для сопоставления с проектируемыми.

3. Разделы по отдельным видам технологических и производственных процессов (упрочнение материалов, ремонт оборудования и др.). Содержание этих разделов зависит от специфики отраслей. Для фондоемких отраслей большое значение приобретают данные о ремонтных циклах оборудования, стоимости и трудоемкости различных видов ремонта. Поэтому в справочнике должны быть приведены формулы расчета и нормативные показатели, отражающие экономику ремонта.

Один из разделов следует посвятить данным о технических показателях оборудования, его весу, себестоимости эксплуатации, занимаемой производственной площади и др.

4. Раздел о ценах на сырье, материалы, изделия, оборудование. Здесь целесообразно показать не только цены на каждый вид сырья, материалов, изделий, оборудования, но и средние оптовые цены по группам заготовок, изделий, машин. В этом же разделе следует привести цены на соответствующую продукцию за рубежом (в США, Англии, ФРГ, Японии и других странах).

СОКРАЩЕНИЕ СРОКОВ ВЫПОЛНЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ И РАЗРАБОТОК

Общие вопросы В настоящее время внимание работников самых различных специальностей привлекают вопросы оптимизации научной деятельности, которая может проводиться на различных уровнях: государства, отрасли и института.

В масштабе государства она принимает характер научно-технической политики и заключается в формировании целей и основных направлений развития науки и техники на дальнюю и ближайшую перспективу, определении общей величины и пропорций распределения затрат на исследования по отраслям, концентрации затрат по наиболее важным темам, их распределении между фундаментальными, прикладными и проектно-конструкторскими работами, планировании потребности в кадрах и т. д.

На уровне отрасли оптимизация состоит в увязке развития исследований и конструкторских разработок в отрасли с общими целями государственной научно-технической политики, определении основных видов техники и их параметров, обеспечивающих выполнение поставленных перед отраслью задач, распределении затрат по научным направлениям и обеспечении необходимой концентрации затрат на наиболее важных темах, определении сроков создания основных видов новой техники и т. д.

В НИИ или КБ оптимизация принимает более узкий и целенаправленный характер. Учитывая постав-

ленные перед коллективом задачи, необходимо произвести отбор тематики исследований и разработок. Для этого следует в первую очередь сопоставить предполагаемые затраты с ожидаемым выходом, т. е. определить эффективность различных программ и выбрать оптимальный их набор. Затем необходимо распределить средства и персонал по различным исследовательским и конструкторским работам и проводить систематический контроль для своевременного перераспределения ресурсов на те исследования, где наметились или уже получены обнадеживающие результаты.

Специфика научной деятельности накладывает известные ограничения на возможности ее оптимизации. В зависимости от вида исследований они возрастают по мере приближения процесса создания новой техники к завершению. На каждой его стадии возможности оптимизации различны.

При проведении теоретических исследований, когда неопределенность в получении научных результатов наибольшая, оптимизация заключается в подборе необходимых кадров и в обеспечении необходимых условий для творчества: хорошей информационной базы, наличия ЭВМ и т. д.

Успешная разработка опытных и опытно-промышленных образцов новой техники связана с необходимостью их быстрого проектирования, изготовления и испытания в условиях, близких к производственным, или в серийном производстве и т. д. Следует отметить, что в ряде случаев научным сотрудникам и конструкторам требуется создание условий таких же, как и при осуществлении теоретических изысканий.

Для повышения эффективности исследований при данных материальных и трудовых ресурсах целесообразно проводить одновременно минимальное число работ с тем, чтобы на решающем этапе они были обеспечены всем необходимым. Это позволит создавать наиболее эффективную новую технику в кратчайшие сроки.

На практике такой принцип требует определения очередности выполнения работ в порядке их значения для отрасли. Следует выявить и количественно оценить все основные факторы, оказывающие влияние на последующее использование разработанной техники. Причем необходимо предсказать и взвесить их на несколько лет

вперед с учетом тенденций технического развития и потребностей отрасли, а также учесть ряд других факторов, от которых будет зависеть объем применения данной техники. Данные об очередности проведения работ позволят маневрировать имеющимися ресурсами, потому что потребности в них на различных этапах реализации намеченной тематики (теоретическое исследование, эксперимент, разработка и изготовление опытного образца и др.) будут колебаться по виду и объему. Повышенный спрос на определенный вид затрат какой-либо первоочередной работой может быть удовлетворен исключением расходов по этой статье из одновременно осуществляемой разработки с меньшим приоритетом. Безусловно, подобное маневрирование ограничено невозможностью замены некоторых ресурсов в пределах самого института, прежде всего труда исследователей разных профессий, и это должно учитываться.

Система очередности проведения отдельных работ обусловлена хорошо организованной в НИИ или КБ информацией и крепкой производственной дисциплиной, позволяющими обеспечить мобильность средств.

**Условия эффективной
деятельности
научных руководителей**

Обычно новая техника — плод коллективных усилий ученых, конструкторов, работников заводских и цехо-

вых служб. И все-таки, несмотря на коллективный характер творчества, роль отдельных его участников в разработке наиболее прогрессивных параметров новой техники не должна умаляться. Практика показывает, что в большинстве случаев авторами изобретений становятся сразу несколько человек. Представляется, что в настоящее время еще недостаточно внимания уделяется основным фигурам в достижении новых научно-технических результатов — руководителям НИОКР. Именно они обеспечивают выполнение тематики на высоком научном уровне. Поэтому в каждом институте должны быть созданы благоприятные экономические и организационно-технические условия для творческого руководства работой научного коллектива.

Под экономическими условиями деятельности руководителей тем и работ понимается материальное обеспечение исследований, находящееся в их распоряжении, т. е. наличие производственных площадей, машин, экспериментального оборудования, приборов и т. д.

В понятие организационно-технических условий входит количество НИОКР, приходящееся на одного научного руководителя, число обслуживающих его инженеров, техников, лаборантов и рабочих, взаимоотношения со вспомогательными подразделениями института, организация его рабочего места и др.

В одном из отраслевых НИИ автором было проведено изучение некоторых факторов, влияющих на работу руководителей научно-исследовательских тем (табл. 16).

Таблица 16

Количество тем, работников и экспериментальной техники в расчете на одного руководителя научно-исследовательских работ

Лаборатория	Доля руководителей научн. тем в общей численности персонала (%)	Количество тем	Количество инженеров, техников, лаборантов и рабочих	Стоимость машин, оборудования и приборов (тыс. руб.)	$E_{\text{нир}}$
1	38	3	2,2	7,8	10
2	22	3,4	3,6	7,6	8,4
3	34	3,9	1,9	7,9	4,3
4	35	3	1,9	5	3,8
5	13	2,3	6,4	17,3	2,6
6	26	3	2,9	5,3	2
7	20	5,2	4,1	41	1,9
8	26	3,3	2,5	13,2	1,6
9	20	2,7	4,1	28,7	1,6
10	32	3,1	2,1	8,5	1,2
11	35	2,7	1,9	9,4	1,1
12	36	2,6	1,8	9,8	0,9
13	24	1,7	3,2	19,8	9,7
В среднем	23	3,1	3,4	15,8	4

Цель исследования — повышение продуктивности научного руководства. Определение степени влияния различных факторов экономических и организационно-технических условий проводилось на основе использования коэффициента фактической экономической эффективности $E_{\text{нир}}$ (отношение фактического экономического эффекта от внедрения результатов НИОКР в производство к предпроизводственным затратам). Ре-

зультаты этого изучения по 13 подразделениям института приведены в табл. 17. По каждому фактору определялись показатели, а затем проводилось их ранжирование, т. е. расстановка по порядку от самого большого к самому меньшему показателю. Наибольшему показателю по данному фактору присваивается единица, наименьшему — 13. Ранжирование $E_{\text{нир}}^{\Phi}$ проводилось от самого меньшего к самому большому показателю.

Таблица 17

Ранжированное распределение работ, сотрудников и экспериментальной техники на одного научного руководителя

Показатели, по которым проводилось ранжирование							
Количество работ	$E_{\text{нир}}^{\Phi}$	Количество сотрудников	$E_{\text{нир}}^{\Phi}$	Экспериментальная техника	$E_{\text{нир}}^{\Phi}$	Доля руководителей в общей численности сотрудников (%)	$E_{\text{нир}}^{\Phi}$
1	7	1	9	1	7	1	13
2	11	2	7	2	5	2	2
3	12	3	5	3	1	3	10
4	6	4	12	4	9	4	3
5	4	5	1	5	6	5	11
6	13	6	8	6	2	6	4
7	10	7	6	7	3	7	6
8	8	8	13	8	4	8	8
9	5	9	4	9	11	9	1
10	3	10	11	10	13	10	12
11	2	11	10	11	12	11	7
12	9	12	3	12	8	12	5
13	1	13	2	13	10	13	9
$\rho_1 = -0,45$		$\rho_2 = -0,09$		$\rho_3 = +0,56$		$\rho_4 = -0,05$	

Определение тесноты связи между данным фактором и $E_{\text{нир}}^{\Phi}$ основано на учете порядковых номеров или рангов обоих признаков. Показатель тесноты связи — коэффициент ранговой корреляции Спирмена ρ — определяется по формуле

$$\rho = 1 - \frac{6 \sum d^2}{n(n^2 - 1)}, \quad (41)$$

где d^2 — квадрат разности между рангами данного фактора и $E_{\text{нир}}^{\Phi}$;

n — количество научных подразделений.

Данный коэффициент ранговой корреляции был выбран для расчетов ввиду его большой простоты и легкости вычисления. По своей величине он несколько отличается от коэффициента парной корреляции r , но в рассматриваемом случае высокая точность его определения и не требуется.

Оценим полученные величины. Очевидно, что чем больше работ приходится на одного научного руководителя, тем ниже $E_{\text{нпр}}^{\Phi}$. Коэффициент ρ_1 здесь равен $-0,45$. Для оценки его существенности применим способ Фишера. Он заключается в том, что вместо коэффициента парной корреляции (будем считать в данном случае, что $\rho \approx r$) оценивается связанная с ним определенным соотношением величина Z . Преимущество этого способа заключается в том, что распределение величины мало зависит от объема выборки, быстро приближаясь при возрастании последней к нормальному распределению. По величине коэффициента корреляции $\rho \approx r = -0,45$ в специальной таблице находим величину Z , равную $0,4847$. Отношение величины Z к ее средней ошибке равно $t = 0,4847 \sqrt{13-3} = 1,53$. Зная t , по таблице значений интегралов вероятностей находим вероятность $(0,874)$ того, что величина коэффициента корреляции не выйдет за пределы $\pm 0,45$. Однако случайные его величины могут оказаться равными или выйдут за пределы $-0,45$. Для определения вероятности этого нужно вычесть из единицы полученное ее значение и разность разделить на два $(1-0,874):2 = 0,063$ (разность делится на два потому, что показатель отклоняется в одну сторону). Таким образом, небольшая величина, полученная в итоге расчета $(0,063)$, свидетельствует, что случайный характер отклонений коэффициента корреляции от нуля в данном опыте маловероятен. Следовательно, наличие корреляционной зависимости между количеством работ, приходящимся на одного руководителя, и $E_{\text{нпр}}^{\Phi}$ можно считать доказанным. В дальнейшем предстоит определить оптимальное количество этих работ, чтобы достичь максимально возможной их эффективности.

Другим фактором, где получена существенная величина ρ , является количество экспериментальной техники (в стоимостном выражении), используемой ученым при исследованиях. Из табл. 17 следует, что отдача на-

учных изысканий выше при значительном их техническом оснащении. Задача состоит в том, чтобы обеспечить создание современной экспериментальной базы в институтах. Это требует немалых затрат, но зато они быстро окупятся экономией от внедрения результатов исследований в производство.

Показатели тесноты связи между величиной $E_{\text{нпр}}^{\Phi}$ и численностью сотрудников, участвующих и обслуживающих НИОКР, а также процентом руководителей работ в общей численности сотрудников оказались несущественными. Требуются дополнительные исследования для определения этих величин применительно к условиям данного института. По-прежнему актуальным вопросом, требующим своего решения, остается установление с учетом специфики определенных отраслей науки оптимального состава научного коллектива, подчиняющегося одному руководителю.

**Эффективные
взаимосвязи
творческих
подразделений
отраслевых НИИ и КБ**

Известно, что создание новой техники производится большими коллективами исследователей, конструкторов, производителей. В пределах одной научной организации ряд тем проводится совместно несколькими отделами или лабораториями (в зависимости от организационной структуры институтов). Назовем такие темы комплексными. Специализированными можно назвать темы, осуществляемые в рамках только одного подразделения института. Разнообразные связи между различными подразделениями (организационные, информационные и т. д.) возникают при проведении прежде всего комплексных работ. По-видимому, можно установить эти связи таким образом, что эффективность работы коллективов исследователей и разработчиков будет максимальной.

Одним из видов взаимосвязи подразделений института является экономическая, и в частности стоимостная, их увязка: каждое подразделение получает определенное финансирование, отражающее материальное и трудовое обеспечение его потребностей при выполнении порученной части исследования.

Затраты на проведение изысканий по утвержденной тематике отражают в достаточной мере творческие связи лабораторий, которые в пределах одного НИИ или

КБ можно подразделить на внутрилабораторные и межлабораторные. Этим связям отвечают два вида затрат на осуществление научно-исследовательских работ: **на собственную тематику**, в которой не принимают участия другие научные коллективы («работа на себя»); **для других лабораторий** («работа на других»). Второй тип затрат выступает также в виде финансирования соседних отделов и секторов для выполнения тематики данной лаборатории («другие лаборатории работают на данную»).

В соответствии с таким делением в табл. 18 приведены сложившиеся затраты на выполнение тематики по десяти ведущим лабораториям технологического института.

На основе этой таблицы можно установить количество сложившихся групповых творческих связей между

Таблица 18

Сложившееся распределение затрат на выполнение тематики по лабораториям (тыс. руб.)

Лаборатория	Лаборатория										Выполняемая работа		Итого затрат
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	на себя	на других	
1	574	—	37	—	—	9	—	—	—	—	574	46	620
2	15	442	7	3	—	41	—	—	6	—	442	72	514
3	—	24	315	8	12	—	25	6	9	17	315	101	416
4	—	—	—	387	—	—	—	—	7	—	387	7	394
5	—	—	—	—	450	—	—	—	—	—	450	—	450
6	—	1	13	6	—	217	—	—	—	—	217	20	237
7	—	20	19	—	32	—	290	7	—	—	290	78	368
8	1	—	26	4	11	—	25	236	—	—	236	67	303
9	—	7	12	67	—	—	—	—	444	—	444	86	530
10	1	25	72	—	—	37	9	—	—	223	223	144	367
Работы на себя	574	442	315	387	450	217	290	236	444	223	3578	621	4199
Другие лаборатории на данную	17	77	186	88	55	87	59	13	22	17	621	—	—

лабораториями как по горизонтали, так и по вертикали (табл. 19).

Таблица 19

Количество сложившихся связей между лабораториями

Лаборатория	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
По горизонтали	2	5	7	1	—	3	4	5	3	5
По вертикали	3	5	7	5	3	3	3	2	3	1

Влияние количества групповых связей между лабораториями на эффективность их работы можно определить, предварительно рассчитав коэффициенты эффективности научно-исследовательских работ ($E_{\text{нир}}$). Они представляют собой отношение эффекта от внедрения результатов исследований к затратам на их проведение. На основании предварительного анализа были получены следующие $E_{\text{нир}}$ (с первой по десятую лаборатории соответственно): 9; 7,5; 7; 6,5; 5; 4; 3,7; 3,5; 3,5; 2. Общие суммы экономического эффекта по подразделениям приведены в табл. 20.

Таблица 20

Экономический эффект от внедрения результатов исследований при сложившихся межлабораторных связях (без учета работы «на себя»; тыс. руб.)

Лаборатория	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Итого
1	—	—	259	—	—	36	—	—	—	—	295
2	135	—	49	20	—	164	—	—	21	—	389
3	—	180	—	52	60	—	93	21	32	34	472
4	—	—	—	—	—	—	—	—	25	—	25
5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6	—	8	91	39	—	—	—	—	—	—	138
7	—	150	133	—	160	—	—	25	—	—	468
8	9	—	182	26	55	—	93	—	—	—	365
9	—	53	84	435	—	—	—	—	—	—	572
10	9	187	504	—	—	148	33	—	—	—	881
Итого	153	578	1302	572	275	348	219	46	78	34	3605

По данным табл. 19 и 20 с помощью параболических корреляционных уравнений $y=46x^2-135x+125$ (связи по вертикали) и $y=5+187x-14,5x^2$ (связи по горизонтали) определяем влияние количества групповых связей на величину экономического эффекта от внедрения (табл. 21).

Таблица 21

Темп изменения экономического эффекта в зависимости от вида и количества связей лабораторий

Количество связей	Эффект (тыс. руб.) при связях		Темп изменения эффекта при связях	
	по вертикали	по горизонтали	по вертикали	по горизонтали
1	36	178	1,0	1,0
2	39	321	1,1	1,8
3	134	436	3,7	2,5
4	321	521	8,9	2,9
5	600	578	16,7	3,3
6	971	605	26,9	3,4
7	1434	604	39,8	3,4

Из приведенного расчета следует, что с постепенным увеличением числа творческих связей данной лаборатории с другими по горизонтали эффект растет, но начиная с пятой связи темп его изменения снижается, а изображающая его кривая становится все более пологой (рис. 1). Следовательно, при этих условиях лабораториям нецелесообразно устанавливать большое число подобных связей.

В то же время чем больше лабораторий сотрудничает с данной, тем выше эффект, т. е. должна существовать определенная концентрация усилий исследователей.

В рассмотренном случае эффект резко растет начиная уже с третьей связи, а после четвертой он будет особенно существенным (до уровня «насыщения»). Отсюда вытекает необходимость стимулирования сотрудничества с лабораториями, где сосредоточены наиболее перспективные темы.

В целом по институту это даст общее повышение экономической эффективности исследований. Но при этом, естественно, изменятся связи между его подразделениями. В табл. 22 показано перераспределение

средств, которыми могут маневрировать лаборатории (средства на совместные исследования), с ограничительным условием, что эти расходы могут быть увеличены в 1,3—2 раза, при неизменных собственных и общих затратах института для «работы на себя», т. е. для обеспечения закрепленных за лабораториями научных направлений. Средства для работы на другие подразделения не могут использоваться данным научным коллективом. В табл. 22 это показано знаком «Х».

Из табл. 22 видно, что средства перераспределились в пользу пяти лабораторий, имеющих наиболее высокие показатели $E_{\text{нир}}$.

При этом были увеличены суммы затрат для совместных работ. Количество различных сочетаний меж-

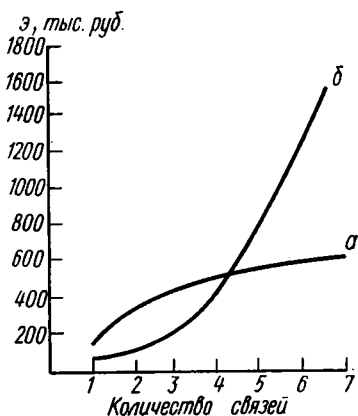


Рис. 1.

Изменение экономического эффекта в зависимости от вида и количества творческих связей лабораторий:
а — по горизонтали;
б — по вертикали.

Таблица 22
Новое распределение затрат лабораторий для участия
в комплексных темах (тыс. руб.)

Лаборатория	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Итого
1	X	46									46
2	34	X	38								72
3		98	X								101
4			7	3 X							7
5					X						—
6			20			X					20
7			78				X				78
8			67					X			67
9			30	56					X		86
10				88	56					X	144
Итого	34	144	240	147	56						621

лабораторных связей без изменения общего финансирования и при достижении максимального экономического эффекта в данном случае может быть равно 123 (C_9^5). Поэтому при заданных жестких ограничениях по общей сумме затрат и величинам $E_{\text{нир}}$ научные подразделения могут осуществлять наиболее эффективные творческие связи. Важно лишь, чтобы связи устанавливались с наиболее экономически эффективными лабораториями. Экономический эффект при новых творческих связях лабораторий приведен в табл. 23.

Таблица 23

Экономический эффект от внедрения результатов исследований при новых межлабораторных связях
(тыс. руб.)

Лаборатория	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Итого
1	X	345									345
2	306	X	266								572
3		735	X	20							755
4			49	X							49
5					X						—
6			140			X					140
7			546				X				546
8			469					X			469
9			210	364					X		574
10				572	280					X	852
Итого	306	1080	1680	956	280						4302

Общая сумма экономического эффекта увеличилась с 3605 до 4302 руб., а общий $E_{\text{нир}}$ — с 5,81 (3605:621) до 6,94 руб. эффекта на рубль затрат (4302:621), т. е. на 20%.

Таким образом, в новых условиях работы институтов установление рациональных творческих связей является одним из важных путей повышения эффективности исследований.

УСКОРЕНИЕ ВНЕДРЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ И РАЗРАБОТОК

**Цикл разработки,
внедрения
и эксплуатации
новой техники**

Срок эффективной эксплуатации новой техники до ее морального износа составляет в наиболее прогрессивных отраслях промышленности всего шесть-семь лет. Из-за этого более половины научных разработок не доходит до стадии внедрения или вступает в нее со значительным опозданием, что влечет за собой большие потери в народном хозяйстве. Всемерное сокращение периода внедрения результатов исследований и разработок весьма актуально.

Создание и использование новой техники позволяет получать экономию в течение ряда лет, вплоть до ее морального устаревания. При этом величина экономии изменяется по этапам, которые для отдельных видов новой техники при прочих равных условиях различны.

Графически изменение затрат и экономического эффекта во времени показано на рис. 2, где по оси абсцисс отложено время, по оси ординат вниз — затраты (K), вверх — прибыль ($\mathcal{E}$) и число единиц новой техники (n).

Затраты по этапам проведения НИОКР распределены на графике так: *I* — научно-исследовательские работы; *II* — проектирование и конструирование; *III* — изготовление образцов; *IV* — испытание и доводка опытного образца; *V* — подготовка производства, расходы на которую отнесены к НИОКР условно.

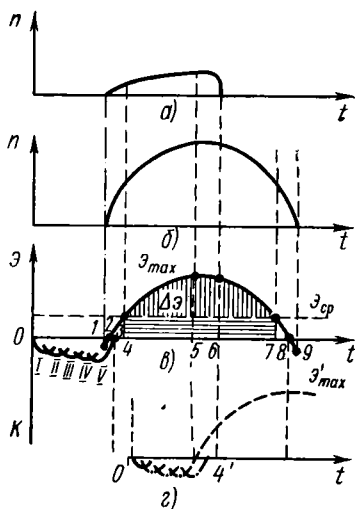


Рис. 2.

Динамика разработки, выпуска, парка, затрат на создание и внедрение новой техники и экономического эффекта от ее применения.

На рисунке сверху вниз показаны: динамика выпуска техники рассматриваемой модели (а); ее парка (б); затрат на создание модели и прибыли (экономического эффекта) от ее эксплуатации (в), а также создания, внедрения и эксплуатации новой перспективной модели техники (г).

Кривая $t_1 - \mathcal{E}_{\max} - t_9$ на графике (в) хорошо отражает динамику эффективности новой техники. Эффект показан начиная с выпуска установочной партии, когда модель еще не доработана и в процессе опытной эксплуатации изучаются возможности новой конструкции. Новая техника, прогрессивная по своим показателям, в эксплуатации еще не может полностью срав-

ниться с освоенными старыми моделями, поэтому на участке 1—2 графика показан отрицательный эффект.

В дальнейшем использование преимуществ новой техники повышается, поскольку снижается себестоимость, улучшается качество машин, а также степень их освоения. Но до точки 4 эффективность новой техники все еще ниже среднего уровня (на графике горизонтально заштрихованная область). Затем она возрастает благодаря более полному использованию и расширению парка, достигая своего максимума в точке 5. Примерно здесь же происходит ее совпадение по времени с формированием наибольшего парка данной модели новой техники. Далее на этапе 5—6 выпуск и парк новой техники стабильны, а уровень эффективности несколько снижается в связи с постепенным моральным устареванием модели.

В точке 6 техника снимается с производства, парк ее начинает уменьшаться и эффективность снижается до среднеотраслевого уровня, достигая затем нуля в точ-

ке 8. После этого на этапе 8—9 техника будет убыточной, если она не выбраковывается из-за дефицита новых машин.

Протяженность участка 5—7 зависит от общих темпов развития и внедрения новой техники в отрасли, т. е. от создания и распространения замещающих машин: чем темпы выше, тем этот участок короче.

Срок новизны — это часть экономически целесообразного периода жизни оборудования. Его можно связать с оптимальным сроком эксплуатации, т. е. от начала использования до момента достижения минимума средних издержек производства (максимума экономии). Затем экономия уменьшается, а издержки возрастают (эксплуатационные расходы и затраты на ремонт стареющего оборудования становятся все больше). Однако его эффективное использование возможно еще до тех пор, пока издержки, связанные с изготовлением на нем продукции, не превысят величины аналогичных затрат при эксплуатации заведомо устаревшего в условиях данного производства оборудования.

Новое оборудование не сразу становится преобладающим в народном хозяйстве. Когда период освоения заканчивается, потребность в нем, а следовательно, и производство постепенно расширяются. Утвердившееся в производстве оборудование находится на том участке кривой, который асимптотически приближается к уровню полного удовлетворения потребностей. До тех пор, пока его парк не достиг этого уровня и не стал определять общественно необходимые затраты на производимую продукцию, оборудование можно считать новым. При соответствующем насыщении народного хозяйства новым оборудованием условия его производства становятся регулирующими, происходит повышение общественной производительности труда.

Для экономической науки особый интерес представляет анализ тенденций и темпов обновления продукции отдельных отраслей производства в различные периоды. Систематические исследования этих тенденций в государственном масштабе и разработка предложений будут иметь большое народнохозяйственное значение для планирования капитальных вложений, формирования структуры отраслей промышленности, установления темпов и пропорций развития производства и т. п.

На участке 7—8 графика техника, бывшая некогда новой, превращается в устаревшую, низкоэффективную, а после точки 8 — в убыточную. Участок 4—7 — это общая длительность экономически эффективного существования новой техники, которая в это время позволяет получать прибыль выше среднеотраслевой (вертикально заштрихованная область), после чего ее целесообразно заменять другой, новейшей. Чем выше уровень конструкторских разработок, тем больше эффективность и продолжительней период активной отдачи новой техники.

Чтобы вести хозяйство рентабельно, необходимо начиная с точки 8 все оборудование данной модели выбраковывать.

В целях достижения максимальной эффективности общественного производства следует всемерно приближать получение наибольшей прибыли $\mathcal{E}_{\max}$ к началу использования новой техники. Это зависит от ряда условий, в том числе от качества и темпов научно-конструкторских разработок, сроков внедрения их результатов в производство, длительности освоения серийного (массового) выпуска новых образцов.

Однако в действительности возможны отклонения от идеальной системы. Это объясняется оттяжкой сроков освоения проектных показателей в производстве, недостаточно интенсивным распределением техники по потребителям.

В экономической литературе последних лет приводится немало примеров, свидетельствующих о значительных экономических потерях вследствие чрезмерной длительности использования морально и физически устаревшего оборудования. Эксплуатация, например, станка ДИП-200 по сравнению с 1К62 обходится примерно на 200 руб. в год дороже. Эффективность замены устаревшей техники при этом определяется исходя из экономии времени в станко-часах (около 20—25%) при выполнении заданного объема работ с использованием нового оборудования и соответствующего сокращения эксплуатационных расходов¹.

¹ «Экономика освоения новой продукции». Под редакцией Ф. А. Дронова и М. Н. Шатохиной. Минск, «Наука и техника», 1970, стр. 22—23.

Из графика (в) видно, что максимальный эффект народное хозяйство получает незадолго до того, как модель техники снимается с производства. В ряде случаев большие потери образуются при досрочной замене действующего оборудования, хотя не всегда и не всякая замена (особенно, если она осуществляется без учета реальных возможностей производства) выгодна. Из-за прекращения эксплуатации техники раньше оптимального срока ее использования народное хозяйство терпит значительные убытки.

Период положительного экономического эффекта можно продлить путем своевременной модернизации конструкции. Следует заметить, что график (в) иллюстрирует динамику показателей одной модели.

В реальных научно-исследовательских и проектно-конструкторских организациях постоянно и одновременно ведутся различные работы. Систематически совершенствуется выпускаемая модель, готовится ее очередная модификация и создается новая перспективная машина (рис. 2, график 2). Следовательно, можно отыскать общие закономерности процесса изменения эффективности использования в производстве оборудования, а вместе с тем и экономически целесообразные сроки его эксплуатации.

Моральный износ научно-исследовательских работ отличается от морального износа техники. Анализируя их сходство и различие, можно определить период учета экономического эффекта для НИОКР. Моральное старение техники бывает двояким — при создании новой техники с лучшими параметрами либо более дешевой. Ввиду того что одно и то же научное исследование дважды не проводится (имеется в виду в данном или в других институтах, если сведения о нем опубликованы в печати), отсутствует его моральный износ по причине удешевления. Другое дело, что известны отдельные методы сокращения затрат на разработки, независимо от их тематики. Остается моральный износ исследований ввиду создания новых, более существенных научных результатов, на которые ориентируются все последующие разработки.

Длительность этого устаревания измеряется промежутком времени, истекшим до появления результатов исследований с новыми параметрами техники.

Научные результаты устаревают раньше, чем новая техника становится преобладающей в отрасли или на данной технологической операции, и прибыль от ее эксплуатации будет равна средней прибыли, получение которой обеспечивается с помощью обычной рядовой техники. Для этого нужен большой период времени. Проведенные ВИСХОМом исследования продолжительности разработки и выпуска сельскохозяйственных машин показали, что средний срок их сменяемости в производстве составляет 5 лет, а полный моральный износ наступает по истечении 12 лет.

К. Маркс писал: «При быстром развитии производительной силы все старые машины должны быть заменены более выгодными, то есть должны быть совсем выброшены»¹. Но это можно сделать, когда производство нового оборудования обеспечивает потребности в замене изношенного старого, а также нужды расширенного воспроизводства.

В связи с тем что сроки новизны научных разработок и новой техники значительно отличаются друг от друга, расчетный период учета экономического эффекта НИОКР короче периода экономически эффективного использования новой техники, созданной в результате исследований.

Естественно, что нельзя отрывать моральный износ результатов исследований от морального износа техники. На это указывал еще К. Маркс. Удешевление машин благодаря улучшению материала, усовершенствованиям в процессе и т. д. он связывал с развитием интеллектуального труда, особенно естественных наук². Если НИОКР завершается внедрением промышленных образцов, старая техника подвергается моральному износу с момента окончания этой разработки.

**Экономические
проблемы внедрения
научных результатов**

Темпы технического прогресса определяются двумя независимыми факторами — скоростью, с которой результаты исследований и разработок внедряются в производство, и быстротой распространения каждой разработки в экономике страны.

¹ К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. 25, ч. II, стр. 342—343.

² См. К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. 25, ч. I, стр. 93.

Для подсчета изменения одного из этих факторов — скорости внедрения технических новинок в производство — можно воспользоваться тремя косвенными показателями: расходами на науку, численностью научных работников и внедрением изобретений и рационализаторских предложений в народное хозяйство СССР (табл. 24).

Таблица 24

Темпы изменения затрат на науку и внедрение изобретений и рационализаторских предложений¹
(число раз)

Период	Затраты на науку по госбюджету	Численность научных работников	Затраты на внедрение изобретений и рационализаторских предложений
С 1950 по 1969 г.	11,0	5,4	4,9
» 1950 » 1960 »	4,4	2,18	3,88
» 1960 » 1969 »	2,54	2,5	1,12
В том числе:			
с 1960 по 1965 г.	1,85	1,88	1,12
» 1965 » 1969 »	1,38	1,34	1,13

За 20 лет затраты на науку выросли в 11 раз, численность научных работников — более чем в 5 раз, а внедрение изобретений и рационализаторских предложений — около 5 раз.

Интересно сопоставить темпы роста числа научных работников и сотрудников конструкторских организаций и опытно-экспериментальных баз. Если армия ученых за 10 лет выросла в 2,5 раза, то общая численность занятых в конструкторских организациях возросла примерно в 1,9 раза, а на опытно-экспериментальных базах примерно в 1,5 раза².

Это говорит о том, что отраслевые министерства и ведомства уделяют недостаточное внимание конструкторским

¹ Рассчитано по данным статистического ежегодника «Народное хозяйство СССР в 1969 г.». М., «Статистика», 1970, стр. 75, 694, 772.

² Показатели определены с учетом данных книги Б. Ф. Зайцева, Б. А. Лапина «Организация планирования научно-технического прогресса». М., «Экономика», 1970, стр. 15.

торским и опытно-экспериментальным базам научных организаций, ассигнуют на их развитие и создание полупромышленных установок незначительные средства. Не все научные организации имеют свои опытные базы, что ведет к удлинению сроков освоения результатов исследований и разработок. Например, только 9 из 32 научно-исследовательских институтов Министерства черной металлургии СССР оснащены современными опытными базами.

Кроме выделения более значительных капитальных вложений целесообразно, по нашему мнению, передавать научным организациям небольшие заводы и фабрики, малорентабельные с точки зрения современного производства, но пригодные для изготовления опытных образцов машин и аппаратов или экспериментальной проверки новых технологических процессов.

Ускорение внедрения результатов НИОКР в производство требует изменения организационных форм их связи. За последнее время получили распространение различные типы научно-производственных и научно-технических комплексов, различающихся по числу охватываемых ими фаз цикла «исследование—производство».

Они располагают всем необходимым для проведения процесса «исследование—производство» с начала до конца, что доказано на опыте работы нескольких десятков уже действующих в СССР объединений.

Можно выделить семь видов таких комплексов¹.

Научно-техническое объединение. В него входят институты общенаучного профиля, опытный завод, конструкторское бюро, центр подготовки и повышения квалификации кадров. При этом, как показывает опыт, в несколько раз сокращаются сроки реализации новшеств.

Учебно-научно-техническое объединение — включает также высшее учебное заведение.

Такой комплекс позволяет привлечь к исследованиям преподавательские кадры, использовать студентов как научно-вспомогательных работников.

Научно-производственные объединения (НПО) — организации, комплексно решающие проблемы от стадии прикладного исследования до освоения разработки в

¹ Л. С. Бляхман. Объединение: опыт и перспективы. «Правда», 1 декабря 1971 г., стр. 3.

производстве. В состав НПО с полным циклом входят научный и проектный институты, контора по комплектации оборудования, конструкторское и технологическое бюро, пусконаладочная организация, опытная база и предприятие, выпускающее серийные образцы новой техники.

Здесь также готовят кадры, способные эксплуатировать производимые НПО новинки. Таким образом, отрасль получает от этой организации не чертежи, а отработанную технологию серийного производства вместе со специальным оборудованием, оснасткой, приспособлениями и, что особенно ценно, со специализированными кадрами.

Технические объединения. Это комплекс предприятий, проектных и конструкторских учреждений во главе с мощным конструкторским бюро, наделенным солидной научной базой. Они всецело оправдали себя в авиационной и других отраслях индустрии.

Производственно-технические объединения (ПТО) вступают в дело со следующей стадией, которая, как отмечалось на XXIV съезде КПСС, является ныне самым слабым звеном сложной цепи, связывающей науку с производством. В их составе — пусконаладочные (монтажные) организации, предприятия, а в ряде случаев также центры НОТ, информационные службы, подразделения по отбору идей, пригодных для реализации.

Производственно-научные объединения, имеющие в своем составе научные подразделения, создаются прежде всего в отраслях индивидуального и мелкосерийного машиностроения, где исследование, разработка и освоение направлены на один и тот же единичный объект, совмещающий в себе опытный и промышленный образец. НИИ в их составе обслуживает в основном одно предприятие, отвечая за его технический уровень, а не за отрасль в целом. Известны успехи Ленинградского оптико-механического объединения, Уралмашзавода, ЗИЛа, построенных по принципу: институт (конструкторское бюро) при заводе.

Наконец, следует назвать **объединения по научному обслуживанию** предприятий и других организаций. Они также дают большой эффект.

Объединения позволяют значительно сократить сроки внедрения. Одно только сокращение продолжительности экспертиз, увязок, согласований и т. п. привело к

уменьшению сроков разработки и освоения сопоставимых новинок, например, в ленинградских объединениях «Пластполимер», «Позитрон», «Светлана», «Буммаш» на одну треть.

Необходимо отметить весьма важный момент, касающийся понятия «внедрение результатов работ». Под этим термином нами понимается использование потребителями результатов НИОКР. Можно различать внедрение: **научно-техническое**, т. е. использование потребителями результатов теоретических, поисковых, методических, экспериментальных и нормативных работ (публикации статей, книг, рассылка результативных материалов и др.); **промышленное**, т. е. использование потребителями результатов исследований «в металле» — нового технологического оборудования, приборов, конструкций, материалов, изделий, а также технологических процессов, рабочих проектов, нормативных материалов, сопровождающихся выпуском изделий.

Промышленное внедрение направлено на улучшение экономических показателей у потребителей или на выпуск принципиально новой продукции (не имеющей аналога для сопоставления ее технико-экономических показателей) и подразделяется на различные уровни или масштабы: опытный образец, опытно-промышленные образцы, промышленные образцы.

Такое понятие внедрения дает возможность наиболее точно оценить вклад института и его подразделений в развитие отрасли, в удовлетворение нужд народного хозяйства.

Один из важных экономических вопросов реализации результатов научных исследований — установление оптимального соотношения затрат на разработки и их внедрение. Если рассмотреть опыт США, то там в среднем лишь четверть средств, отпущенных на реализацию изобретения в промышленности, тратится на научные исследования и разработки, а остальное идет на решение производственных проблем и организацию сбыта¹. Следовательно, соотношение затрат на НИР к затратам на внедрение в США составляет 1:3. По данным Л. Бляхмана, до 70% затрат на научно-технический прогресс связано с разработкой и производственным

¹ Реферативный сборник «Экономика промышленности». М., 1970, 4Е20.

освоением результатов исследований, т. е. у нас соотношение затрат на исследования и на внедрение составляет 1 : 2,3.

Для повышения эффективности внедрения, в частности, представляется важным использование достижений гуманитарных наук и особенно психологии и социологии при организации производства и сбыта продукции. Необходимо привлечение на промышленные предприятия психологов, социологов, демографов и других специалистов в области социальных наук. Следовало бы организовать серии конкретных социальных исследований, направленных на выявление того, каким образом интересы отдельных людей и целых коллективов влияют на внедрение научных достижений в производство.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОНЦЕНТРАЦИИ И КООПЕРИРОВАНИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Межинститутская и внутриинститутская концентрация и кооперирование

Специализация и кооперация труда в сфере научных исследований представляет собой форму разрешения противоре-

чия между расширением и углублением научных исследований, а также служит показателем усложнения накопленных знаний, развития техники и технологии исследований, нарастания потока информации и ограниченности возможностей отдельного ученого.

Кооперативная форма исследования внутри лабораторий отражает его общественный характер. Если разработку проводил целый коллектив, то, естественно, полученные результаты — плод коллективного труда. Но это не умаляет заслуг отдельного ученого. Как правило, необходимо огромное самостоятельное исследование для подведения итогов сделанному ранее. Внутри коллектива сохраняются различия индивидуального вклада в проводимые НИОКР. С технической точки зрения они могут быть в ряде случаев выявлены и отмечены. Факты свидетельствуют о том, что организующее влияние крупного ученого (или ученых) огромно и в кооперированном процессе исследования. Таких выдающихся деятелей науки не могут заменить даже десятки ординарных ученых и инженеров. Но и выдающийся ученый уже не может выполнить ту работу, которая под силу лишь совокупному рабочему в сфере научных исследований и

разработок. Необходимо правильное соотношение коллектива и отдельной личности.

Поскольку в пределах каждой формы научных исследований одновременно ведутся разработки по ряду проблем, то складывается определенная пропорция сосредоточения материальных и людских ресурсов внутри отдельных форм научной деятельности. Концентрация научных исследований — один из методов повышения их эффективности.

В Пущине недавно организован академгородок биологов. Здесь расположены институты фотосинтеза, биофизики, белка, Специальное конструкторское бюро биологического приборостроения, Институт биохимии и физиологии микроорганизмов, Институт агрохимии и почвоведения и др.

Идея собрать в один «куст» институты, родственные по направлению и методам исследований, исходила помимо прочего и из необходимости постоянного общения с коллегами. Вряд ли возможно сегодня стать и оставаться ученым, если следить за движением науки только по печатным публикациям: наука движется быстро, и публикация статей отстает от ее темпа. В этом городке ученые работают с большей производительностью, чем, скажем, в условиях московских институтов. Этому способствует, во-первых, отличная организация труда, обеспеченность рабочими помещениями и необходимыми для исследований современными приборами. А во-вторых, возможность прийти в лабораторию и вечером, и в выходной день: к незавершенному эксперименту или чтобы повторить его, если он дал интересный результат; чтобы поговорить с коллегами. Лаборатория близко. Институт рядом с домом.

Примерно такое же положение и в г. Дубне, под Москвой. В институтах, расположенных в столице, положение в ряде случаев намного хуже. По-видимому, в ближайшие годы целесообразно направить часть средств на усиление концентрации в них научных исследований.

Размеры организаций и структура их персонала сказываются на результатах деятельности, о чем можно судить по данным исследований, проведенных в Ленинграде. Так, в 1966—1968 гг. средний размер НИИ по числу занятых составлял 620 человек. При максимальном значении, превышающем 2,6 тыс. человек, существует группа мелких НИИ (около 12% общего их

числа) с числом сотрудников менее 100 человек¹. Эти организации имеют минимальный уровень эффективности, на одного научного сотрудника в них приходится около 0,7 вспомогательного персонала института. Это очень далеко от оптимального соотношения научных сотрудников и вспомогательного персонала (ряд экономистов рекомендует такие пропорции: 1 : 3 — 1 : 5). Как показал анализ, объем работы, выполняемый собственными силами в расчете на одного сотрудника, и творческая отдача существенно выше в крупных организациях. Показатели внедрения институтских разработок выше у НИИ с численностью 300—700 человек, где на одного научного сотрудника приходится 2,3 работника, на одного доктора и кандидата наук — 9 работников института². Объясняется это тем, что в более крупных организациях выполняются сложные комплексные темы, рассчитанные на ряд лет, они располагают более развитой экспериментальной базой.

На эффективность деятельности научных организаций большое влияние оказывает комплексность структуры персонала. Эффективность разработок наибольшая у НИИ, имеющих кадры конструкторов и технологов, и у КБ, имеющих исследовательские подразделения. В таких организациях выше и творческая отдача сотрудников. По нашему мнению, результаты анализа работы ленинградских исследователей могут быть использованы в таком центре науки, каким является Москва, а также в институтах других городов.

Концентрация исследований предполагает определенный минимум работников и материальных условий для разработки какой-либо проблемы или, иначе говоря, должна быть обеспечена их «критическая масса». Под этим термином понимается минимальная концентрация исследований, которая служит исходным условием их экономической эффективности. Показателем концентрации могут быть затраты в расчете на одного научного сотрудника с учетом различных отраслей промышленности.

Путем к определению объективно необходимой концентрации исследований можно считать знание средней

¹ «Критерии оценки деятельности социалистического предприятия». Изд-во Ленинградского университета, 1970, стр. 177.

² Там же, стр. 178, 180.

величины организации, хотя и здесь значительную роль играют характер НИОКР и отраслевые особенности.

Результативность научных разработок в значительной мере зависит от размеров лабораторий, их оснащенности научно-техническим оборудованием и сумм выделяемых средств. В больших лабораториях она выше, чем в малых, так как здесь обеспечивается более интенсивное использование оборудования. Поэтому при решении проблем смежных областей науки и техники возможно широкое взаимное использование полученных результатов, тогда как в малых лабораториях это практически исключается ввиду ограниченного количества изучаемых тем.

Увеличение производства научной продукции происходит также в результате взаимодействия различных наук.

Современная научно-техническая революция сопровождается разделением труда и его кооперированием, дифференциацией и интеграцией наук. Так, на стыке физики, механики, химии, электроники, биологии возникли механическая физика, физическая химия, биологическая химия, электронная физика и т. д. Взаимосвязь наук приводит к обогащению их новыми идеями и методами исследования, ускоряющими и повышающими их эффективность. На стыках наук создаются направления, впитывающие в себя лучшее из разных научных методов. Создается возможность дальнейшего развития теоретических положений и последующей разработки продукции, выгодно отличающейся по экономическим показателям от уже имеющейся. Например, развитие бионики позволяет создать новые средства автоматизации производства, значительно повышающие производительность труда и облегчающие его.

Возникновение новых научных направлений тесно связано с математизацией. Методы математики позволяют моделировать технологические процессы и тем самым сокращать в 8—10 и более раз время и затраты на проведение экспериментов. Для регулирования процесса кооперации научных исследований необходимо найти методы количественной оценки такого взаимодействия, а это задача весьма сложная. Одним из основных этапов в научной деятельности является проведение естественнонаучного эксперимента. На его организацию, оснащение техникой, ее размещение и обслужи-

живание оказывают влияние многие факторы экономического, социального, биологического, технического и эстетического характера, а также тенденции и закономерности развития науки и прежде всего ее дифференциация и интеграция. Они находят свое отражение в проникновении методов одних отраслевых наук в другие, в широком сотрудничестве ученых разных специальностей и профилей, в необходимости специализации и кооперации научного труда в НИИ.

Первая попытка количественной оценки взаимодействия наук в условиях НИИ сделана в ГипроНИИ АН СССР¹.

К выбору количественного показателя этого взаимодействия предлагается подойти через величину рабочей площади лабораторного здания, поскольку этот показатель дает возможность определить динамику развития и количественную сторону составных элементов естественнонаучного эксперимента — число занятых в эксперименте людей, количество техники и предметов исследования, а также объемно-планировочные, конструктивные и коммуникационные решения лабораторных зданий. Было установлено, например, что в НИИ химического профиля физические лаборатории в настоящее время (по данным проектов последних лет) занимают в среднем 17% рабочей площади зданий, а в НИИ физического профиля химические лаборатории составляют 16% (в 1946 г. — 9%).

Представляется, что в дальнейшем необходимо будет изыскать и другие возможности оценки взаимодействия наук в условиях институтов с целью повышения эффективности этого процесса.

В условиях вузов межнаучная концентрация усилий также позволит повысить эффективность исследований.

Во 2-м Московском медицинском институте разработан и применяется на практике новый организационный принцип планирования науки, обеспечивающий многодисциплинарное комплексное изучение при решении крупных актуальных проблем медицины². Речь идет о

¹ М. Ф. Суслин. К вопросу качественных и количественных оценок взаимодействия наук в условиях НИИ. В сб.: «Научно-исследовательские центры, институты, лаборатории», вып. I, изд. ГипроНИИ АН СССР, М., 1970, стр. 108—111.

² Ю. Лопухин. Творческий потенциал вуза. «Правда», 17 февраля 1971 г.

составлении программ научных исследований, подчиненных определенной цели, в рамках всего института или групп кафедр.

Составление перечня научных и экспериментальных работ с указанием последовательности их реализации может быть представлено в виде «дерева целей». В качестве примера можно привести «дерево целей», составленное в институте по проблеме трансплантации органов. Конечная цель этой проблемы — **пересадка жизненно важных органов человеку** — может быть успешно осуществлена при решении трех задач: получение жизнеспособных органов — **проблема консервации**, преодоление реакции тканевой несовместимости — **иммуногенетические проблемы** и разработка всех аспектов больного и донора — **клинические проблемы**.

Каждая из задач консервации требует комплексной работы ряда специалистов: химиков, экспериментаторов, микробиологов, морфологов, перед которыми ставятся узкие, конкретные задания. По такому же принципу строится «дерево целей» по иммуногенетическим и клиническим ветвям общего дерева.

Опыт составления единой программы исследований по проблеме трансплантации органов позволил объединить коллективы многих кафедр и лабораторий для решения одной из сложнейших проблем современной медицины.

При проведении исследований можно использовать различные виды кооперирования, которые способствуют повышению эффективности труда исследователей. Различают следующие виды кооперации:

1. Распорядитель средств привлекает по хозяйственным договорам отдельных ученых и целые организации для составления программы исследований, последующего их проведения и обобщения результатов.

2. «Генератор» идеи — ученый разрабатывает основную идею, а все попутные исследования выполняют другие организации.

3. Когда решается важная, назревшая народнохозяйственная проблема и вышестоящая организация определяет основных исполнителей и соискателей.

4. Приобретение лицензий и результатов разработок других стран (главным образом, стран СЭВ) для решения одной или нескольких задач исследований.

Одним из эффективных методов кооперации в процессе исследований является покупка «машино-часов» (машинного времени) ЭВМ, электронных микроскопов, точной измерительной аппаратуры, прецизионного оборудования по утвержденным расценкам. Это позволяет экономить средства, а также улучшает использование основных фондов НИИ и пополняет их финансовые средства.

Международное сотрудничество

Международное научно-техническое сотрудничество позволяет его участникам получать значительный экономический эффект: снижается себестоимость НИР за счет устранения их дублирования, к тому же эти работы можно проводить в лучших условиях при объединении усилий наиболее способных ученых ряда стран в международных исследовательских центрах и т. д. Больше того, для некоторых стран международное сотрудничество порою единственная возможность принять участие в сложных исследовательских проектах, которые не под силу их экономике. Эффективность научных исследований в большой степени зависит также от международных связей науки.

В условиях научно-технической революции разделение труда в науке и технике, все Сольшая интеграция различных по своей мощности научно-технических потенциалов стран социализма позволяют им концентрировать свои научные силы и материальные ресурсы на решении важнейших экономических проблем своего развития, обеспечивают значительную экономию времени и средств, рациональное использование в общих интересах передового производственного опыта. Все это способствует ускорению темпов научно-технического прогресса социалистического содружества.

Братские страны проводят определенную специализацию своих научных исследований, которая в основном базируется на их производственной специализации, хотя полностью с ней и не совпадает. Это, в свою очередь, делает необходимым сосредоточение в данной стране новейшего опыта и достижений, имеющихся у партнеров.

Научно-техническое сотрудничество стран — членов СЭВ осуществляется в различных организационных формах, которые непрерывно развиваются, видоизменяются и совершенствуются по мере расширения и уг-

лублия экономических, научно-технических и иных связей между братскими странами, экономической и политической консолидации мировой социалистической системы.

За последние годы наряду с двусторонними все большее развитие получают многосторонние формы совместного решения научно-технических задач, взаимосвязанные и дополняющие друг друга. При двустороннем кооперировании в качестве его органов преимущественно выступают смешанные комиссии (комитеты), а при многостороннем — международные экономические организации стран социализма (Совет Экономической Взаимопомощи, Организация сотрудничества железных дорог и др.).

В своем исследовании А. Н. Быков отмечает следующие основные организационные формы научно-технических связей¹:

взаимный обмен научными, техническими и производственными достижениями путем передачи (безвозмездной и оплачиваемой) проектов на капитальное строительство, чертежей машин и оборудования, технологической и другой документации, лицензий;

обмен делегациями специалистов для ознакомления с достижениями и опытом, оказания взаимной технической помощи в различных отраслях экономики и техники, а также для совместного обсуждения различных научно-технических и производственных вопросов;

сотрудничество в проведении научно-технических прогнозов;

консультации по вопросам планирования развития науки и техники;

координация научных и технических исследований;

сотрудничество научно-исследовательских и проектно-конструкторских организаций, министерств и ведомств путем обмена опытом, кооперирования, координации и совместного проведения работ;

заказы на выполнение определенных НИОКР для нужд других стран;

создание совместных научно-исследовательских и проектно-конструкторских центров (организаций и кол-

¹ А. Н. Быков. Научно-технические связи стран социализма. М., «Мысль», 1970, стр. 15—16.

лективов) для решения задач в области науки, техники и производства;

сотрудничество в подготовке специалистов и научных кадров, в области научно-технической информации, изобретательства, патентов и лицензий.

Не все из перечисленных форм в равной мере используются в двустороннем и многостороннем сотрудничестве.

В настоящее время около 400 советских организаций связаны на двусторонней основе с родственными по профилю организациями социалистических стран. Это сопровождается развитием форм многостороннего сотрудничества, осуществляемого в рамках Совета Экономической Взаимопомощи. В 1967—1969 гг. оно охватило около 50 важнейших научно-технических проблем, в решении которых участвовало более 700 научно-исследовательских организаций стран — членов СЭВ. По планам СЭВ с 1962 г. выполнено свыше 1100 НИОКР, создано 142 образца машин и приборов, 26 видов новых материалов, разработано 60 технологических процессов¹.

¹ Б. Ф. Зайцев, Б. А. Лапин. Организация планирования научно-технического прогресса. М., «Экономика», 1970, стр. 29—30.

СТИМУЛЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ

Методы анализа и оценки результатов деятельности НИИ и КБ

Вопросы повышения эффективности труда ученых и конструкторов весьма актуальны. Преобладающая часть (более 85%) исследований проводится в отраслевых институтах страны. Поэтому представляет большой практический интерес разработка методов анализа и оценки результатов труда отдельных работников и коллективов НИИ и КБ — одного из условий повышения эффективности их работы.

Методы анализа и показатели оценки результативности научной и конструкторской деятельности определяются спецификой данного вида труда. Экономическая особенность творчества исследователей — в его всеобщем общественном характере.

Научной деятельности свойственна неопределенность затрат времени, материальных и трудовых ресурсов на получение конечных результатов, что оказывает заметное влияние на точность их оценки: она повышается с приближением к завершающим этапам исследований и разработок. Наиболее точны, безусловно, фактические показатели внедрения.

Особенность труда в сфере науки заключается в необходимости определенного задела в виде теоретических, поисковых, методических работ.

Научные исследования проходят различные этапы во времени, а в ряде случаев и в пространстве, поэтому требуются различные показатели их оценки.

Возможность анализа и оценки деятельности НИИ и КБ зависит от того места, какое они занимают в цепочке «исследование — производство». Чем ближе к последней стадии, тем конкретнее показатели и точнее их анализ.

Теоретические, поисковые, методические работы можно оценить научно-техническими показателями, а последующие этапы, связанные с созданием опытных образцов, опытной технологии, — показателями экономической эффективности.

Основная особенность науки как отрасли деятельности — ее предмет труда: существующее незнание в той или иной области человеческой практики. Преодоление его, выявление закономерностей, определяющих протекание исследуемых процессов, разработка способов материализации раскрытых закономерностей характеризуют технологию научного труда.

Содержание работы исследователя зависит от этапов создания новой техники. На первом этапе она в основном умственная — разработка технического или проектного задания, поиск аналогов, имеющихся в проектах, литературе, производстве; разработка эксперимента. На следующем этапе научной технологии производится опытный образец. Здесь умственный труд сочетается с физическим. Затем определяется область применения результатов исследования. На этом чисто исследовательская часть кончается. Начинается научно-производственная стадия исследования. Создается, испытывается и доводится опытно-промышленный образец, затем — промышленный образец, выпускаются установочные партии новых машин (для сферы эксплуатации), опытные серии машин и установок (для сферы производства), их монтаж и наладка. При этом включаются в работу конструкторы и производственники, а исследователь принимает лишь частичное участие. Таким образом, научно-производственная стадия заканчивается внедрением результатов исследований в производство.

Наука занимается созданием новых знаний, используя при этом весь арсенал накопленного человечеством опыта. Поэтому исследователи и конструкторы призваны непрерывно осваивать это наследие и разрабатывать новые идеи, новое приложение уже известных идей. Для этого нужно обладать (по крайней мере ведущим ра-

ботникам) нестандартным мышлением. Непрерывная учеба, обновление своих знаний и представлений в настоящее время совершенно необходимы для многих, но особенно для исследователей и конструкторов.

Темпы решения научных проблем определяются законами эвристики — науки о законах творческого мышления. Чем больше творческие способности ученого, тем быстрее и дешевле будет создано новое. Результаты научных поисков зависят также и от применения современного лабораторного и экспериментального оборудования. Таким образом, основными специфическими особенностями науки, как мы выяснили, являются предмет труда, специфика технологического процесса, кадры и средства труда. Именно они диктуют использование при анализе показателей, свойственных только науке. Основная цель анализа — разработать пути и методы повышения эффективности научной и конструкторской деятельности НИИ и КБ.

В настоящее время существуют различные определения понятия «эффективность работы научных организаций». Так, например, М. Л. Башин пишет: «Под эффективностью работы отраслевых НИИ и КБ, вероятно, следует понимать оптимальное проведение цикла «исследование — производство», в результате которого должны быть созданы новые или модернизированы существующие образцы техники, разработаны новые материалы и технологические процессы, оборудование, средства механизации и автоматизации производства и другие средства производства, обеспечивающие нужды народного хозяйства и обороны страны и по технико-экономическим показателям соответствующие мировому уровню или превосходящие его»¹. Это определение включает сразу несколько сторон деятельности: оптимальное проведение цикла работ; создание новых конструкций, машин, технологических процессов и материалов; уровень новой техники должен быть обязательно выше мирового уровня или равен ему.

В этой формулировке смешиваются выходные показатели работы научного коллектива (количество новых образцов и их уровень), правильные, на наш взгляд, и методы достижения этих показателей, что неверно.

¹ М. Л. Башин. Хозяйственный расчет в отраслевых НИИ и КБ. М., «Московский рабочий», 1971, стр. 200.

Кроме того, здесь не учитывается и еще одна очень важная сторона деятельности институтов — их вклад в науку. В связи с этим формулировка М. Л. Башина нуждается в существенном дополнении.

Под эффективностью работы институтов нами понимается количество произведенной новой информации (с учетом ее ценности) и внедренной новой техники за определенный промежуток времени в сравнении с прошлым периодом. Представляется, что эта формулировка охватывает самые существенные стороны деятельности отраслевого института — разработку новых научно-технических знаний и их материализацию в средствах и предметах производства. На основе этих представлений можно составить перечень показателей, позволяющих оценить научную сторону работы институтов и их отдачу.

Выявление путей повышения эффективности НИОКР связано с уточнением возможностей определения выходных показателей, характеризующих данное явление. В связи с этим необходимо различать продуктивность (результативность) ученого или научного коллектива и эффективность их работы. Продуктивность (результативность) ученого (коллектива) характеризуется количеством научной продукции, созданной им в течение некоторого периода (за год или несколько лет). Количество научной продукции зависит от самого ученого (коллектива) и тех условий, в которых он работает.

Эффективность работы ученого или научного коллектива характеризуется количеством созданной ими продукции, используемой потребителями (предприятиями отрасли, институтами, отдельными работниками). Известно, что внедрение результатов исследований и разработок в производство во многом зависит от организационных и технических условий, сложившихся на предприятиях, системы планирования и стимулирования. Поэтому далеко не все созданное учеными внедряется в производство, и в связи с этим показатели эффективности ниже показателей продуктивности. Задача состоит в том, чтобы определить те условия, которые позволяют наиболее полно претворить показатели продуктивности в показатели эффективности.

Для оценки продуктивности и эффективности научной и конструкторской деятельности следует установить

критерии (измерители). Наиболее ценным будет тот, который можно выразить численно. Различные количественные характеристики служат параметрами эффективности научных исследований по выбранному измерителю. Так, для прикладных исследований экономический критерий — экономическая эффективность внедрения их результатов в народное хозяйство. Параметрами этого мерила может быть экономия материальных и трудовых затрат и повышение производительности общественного труда. Ввиду того, что не все результаты исследований можно оценить количественно, их в ряде случаев оценивают качественно.

Критерии для оценки эффективности НИОКР должны отвечать определенным требованиям, важнейшие из которых: представительность, критичность к оцениваемым параметрам, максимально возможная простота, агрегатность, т. е. объединение в себе по возможности всех основных элементов оцениваемого параметра, и правильный учет специфики работ. Рассмотрим эти требования более подробно.

Представительным будет тот измеритель, который позволит оценивать эффективность решения основной задачи работы, а не второстепенных ее задач. Цель проведения НИОКР должна находить свое прямое отображение в критерии.

Требование критичности мерила означает его чувствительность к изменениям исследуемых параметров: чем она выше, тем лучше. Весьма желательно, чтобы критерий был максимально простым и единым, так как оценки при наличии нескольких измерителей затрудняются. Введение в него второстепенных величин может усложнить оценку, не приводя ни к каким ее уточнениям.

Для отраслевого института таким требованиям отвечает критерий экономической эффективности затрат на исследования и разработки. При этом возникают в ряде случаев большие сложности при определении суммы эффекта, но это должно вести к разработке методов, позволяющих получить стоимостную оценку. Помимо экономической необходимо учитывать и другие виды эффективности науки, которые не подсчитываются в деньгах, но отражают влияние НИОКР на положение дел в обслуживаемой институтом отрасли.

В настоящее время осуществляется постепенный пе-

реход институтов на новую систему планирования и материального стимулирования. В связи с этим большую актуальность приобретает разработка критериев оценки деятельности НИИ и КБ, а также их подразделений при переходе на хозрасчет.

Ввиду новизны дела еще нет единых принципов и отработанной в деталях методики. При этом следует иметь в виду следующее. Работа организаций, перешедших на новую систему, оценивается величиной прибыли, которую они получают от внедрения разработок только в «своей» отрасли. В этих условиях использование результатов исследований данного НИИ или КБ в других отраслях народного хозяйства не учитывается и не стимулируется. Поэтому, получая одинаковую сумму прибыли от продукции заводов обслуживаемой отрасли, научные организации дают народному хозяйству существенно различный эффект. В связи с этим совершенно необходимо при анализе учитывать весь народнохозяйственный эффект, который дают работы НИИ или КБ. Определенный недоучет особенностей исследований и разработок имеется в предложениях некоторых исследователей, которые предлагают внедрить внутриинститутский хозрасчет¹.

Деятельность подразделений научной организации предлагается оценивать по семи показателям: валовой и товарной продукции, номенклатуре, фонду зарплаты, плановой себестоимости товарной продукции, техническому уровню выполненных работ и их качеству. Первые пять из них весьма слабо отражают специфику исследований, и нет никакой уверенности в том, что с их помощью можно поднять технический уровень отрасли и обеспечить народное хозяйство новой техникой, удовлетворяющей имеющиеся или создающей новые потребности.

Учитывая специфику научной работы, можно предложить оценивать деятельность отраслевых научно-исследовательских организаций и их подразделений рядом показателей, объединяемых в четыре группы:

1. Удовлетворение потребности отрасли и народного хозяйства в новой технике:

¹ «Критерии оценки деятельности социалистического предприятия». Изд-во Ленинградского университета, 1970, стр. 183—198.

доля изделий, разработанных НИИ или КБ, в общем объеме продукции отрасли;

количество впервые внедренных разработок.

2. Научно-технический уровень исследований:

получено изобретений;

подано заявок на авторские свидетельства;

количество лицензий, проданных за рубеж;

доля работ, премированных на конкурсах и выставках, в общем числе законченных исследований.

3. Экономическая эффективность применения результатов работ:

ожидаемая;

фактическая;

сумма платежей, полученных от продажи лицензий.

4. Научно-методическая работа:

методики, нормативно-справочные материалы;

печатные труды (статьи, брошюры, монографии);

консультации, лекции, доклады на конференциях.

Для определения приведенных выше показателей используются следующие формулы.

Доля изделий новой техники $K_{нт}$, разработанной институтом или его подразделением, в продукции отрасли подсчитывается с помощью коэффициента новой техники:

$$K_{нт} = \frac{P_{н} \cdot 100}{\Sigma П}, \quad (42)$$

где $P_{н}$ — объем выпуска новой продукции или продукции, выпускаемой с применением новых технологических процессов, разработанных институтом (научным подразделением) (руб., шт., м, т);

$\Sigma П$ — общий выпуск в отрасли данного вида продукции (руб., шт., м, т).

Количество впервые внедренных разработок в отчетном году $K_{в}$ показывается в расчете на 100 000 руб. затрат на содержание института (подразделения):

$$K_{в} = \frac{N_{в} \cdot 100\,000}{S_0}, \quad (43)$$

где $K_{в}$ — коэффициент внедрения;

$N_{в}$ — число впервые внедренных работ;

S_0 — затраты, учитываемые при анализе (руб.).

Количество изобретений $K_{и}$ определяется по абсолютным и удельным показателям (на 100 или на 10 человек):

$$K_{и} = \frac{N_{и} \cdot 100}{P}, \quad (44)$$

где $K_{и}$ — удельное число изобретений (на 100 человек);
 $N_{и}$ — общее число изобретений;
 P — среднесписочное число работников института (подразделения).

По аналогичной формуле определяется удельное количество заявок на авторские свидетельства:

$$K_{с} = \frac{N_{с} \cdot 100}{P}, \quad (45)$$

где $K_{с}$ — удельное число заявок на авторские свидетельства (на 100 или на 10 человек);
 $N_{с}$ — общее число заявок на авторские свидетельства.

Количество лицензий, проданных за рубеж, определяется по их общему числу.

Доля работ ($P_{п}$), премированных на конкурсах и выставках, определяется отношением к общему числу законченных исследований:

$$P_{п} = \frac{P_{п} \cdot 100}{P_{з}}, \quad (46)$$

где $P_{п}$ — премированные работы (шт.);

$P_{з}$ — общее число законченных подразделением исследований.

Общая сумма ожидаемой эффективности $\mathcal{E}^0$ (тыс. руб.) от внедрения законченных работ института (подразделения), КБ рассчитывается по формуле

$$\mathcal{E}^0 = \sum_{i=1}^n \mathcal{E}_{дi}^0, \quad (47)$$

где $\mathcal{E}_{дi}^0$ — ожидаемая эффективность i -й законченной работы с учетом долевого участия (тыс. руб.).

Общая сумма фактической эффективности $\mathcal{E}^{\Phi}$ (тыс. руб.) всех работ, внедренных в расчетном периоде (за последние пять лет) и дающих народному хозяйству экономию в отчетном году, находится по формуле

$$\mathcal{E}^{\Phi} = \sum_{i=1}^n \mathcal{E}_{дi}^{\Phi}, \quad (48)$$

где $\mathcal{E}_{дi}^{\Phi}$ — фактическая экономическая эффективность отдельной работы с учетом долевого участия (тыс. руб.).

Коэффициент ожидаемой экономической эффективности научно-исследовательских работ $E_{нир}^o$ (опытно-конструкторских работ $E_{окр}^o$) определяется по формуле

$$E_{нир}^o = \frac{\mathcal{E}^o}{\Sigma \mathcal{E}}, \quad (49)$$

где $\Sigma \mathcal{E}$ — стоимость законченных работ института (подразделения) (тыс. руб.).

Коэффициент фактической экономической эффективности научно-исследовательских работ $E_{нир}^{\Phi}$ (опытно-конструкторских работ $E_{окр}^{\Phi}$) определяется по формуле

$$E_{нир}^{\Phi} = \frac{\mathcal{E}^{\Phi}}{S_{\Phi}}, \quad (50)$$

где $\mathcal{E}^{\Phi}$ — сумма фактической экономической эффективности, полученная народным хозяйством в отчетном году от работ института (научного подразделения, КБ), внедренных в расчетном периоде, с учетом долевого участия (тыс. руб.);

S_{Φ} — фактические затраты на проведение тематики научного подразделения (КБ) в отчетном году (за вычетом затрат на проведение работ по специальной тематике, а также на исследования, связанные с планированием отрасли) (тыс. руб.).

Формула (50) очень удобна ввиду своей простоты, однако при этом занижается экономический эффект примерно на 12—15%. Анализ, проводимый в НИИ или КБ ежегодно, позволяет получать результаты примерно с одинаковой ошибкой, которая в этом случае становится систематической.

Показатель $E_{нир}^{\Phi}$ учитывает специфику производства научной продукции, заключающуюся в том, что НИОКР выполняются и внедряются в течение нескольких лет.

Анализ экономических результатов работы научной организации за длительный срок позволит повысить от-

ветственность за качество выполненных разработок и внедрение их результатов в производство. Если, например, разработка была внедрена на первом году расчетного периода, но затем оказалась несовершенной и на третьем году уже не эксплуатировалась, то начиная с этого года экономический эффект не войдет в показатель. Учет надежности и других качественных характеристик образцов новой техники в основном экономическом показателе, несомненно, повысит требования к качеству и надежности новых машин, приборов и т. п.

Показатель $E_{\text{нир}}^{\Phi}$ стимулирует широкое внедрение разработок в максимально короткие сроки, техническую помощь ученых предприятиям и способствует сокращению непроизводительных затрат (накладные расходы, приобретение излишнего оборудования и т. п.). Этот показатель народнохозяйственной эффективности деятельности научных и конструкторских организаций наиболее достоверен, потому что выявлен в результате длительной эксплуатации новой техники.

Эффективность в расчете на одного сотрудника НИИ (подразделения), КБ измеряется в рублях и определяется по следующим формулам:

$$P_{\text{нир}}^{\circ} = \frac{\mathcal{E}^{\circ}}{P}, \quad (51)$$

$$P_{\text{нир}}^{\Phi} = \frac{\mathcal{E}^{\Phi}}{P}, \quad (52)$$

где $P_{\text{нир}}^{\Phi}$ и $P_{\text{нир}}^{\circ}$ — фактическая и ожидаемая эффективность на одного работника НИИ (подразделения), КБ (тыс. руб./чел.);

$\mathcal{E}^{\Phi}$ и $\mathcal{E}^{\circ}$ — фактическая и ожидаемая экономическая эффективность от внедрения работ НИИ (подразделения), КБ (руб.);

P — среднесписочное количество работников (чел.).

Сумма платежей от продажи лицензий подсчитывается по данным Лицензинторга: фактическая — за отчетный год, ожидаемая — на будущий год.

Научно-методическая работа оценивается общим количеством созданных методик, опубликованных работ, проведенных консультаций и т. д., а также удельными показателями.

Коэффициент методических разработок (M_p) рассчитывается по формуле

$$M_p = \frac{N_{\text{мн}} \cdot 100}{\Sigma N}, \quad (53)$$

где $N_{\text{мн}}$ — количество разработанных методик, нормативов, справочников и т. д.;

ΣN — общее число законченных работ.

Коэффициент публикаций (K_p) вычисляется по формуле

$$K_p = \frac{N_p \cdot 100}{P_{\text{нс}}}, \quad (54)$$

где N_p — число опубликованных работ научными сотрудниками лаборатории, отдела;

$P_{\text{нс}}$ — число научных сотрудников в подразделении.

Коэффициент консультаций ($K_{\text{кл}}$), учитывающий также лекции, доклады, определяется по формуле

$$K_{\text{кл}} = \frac{N_{\text{кл}} \cdot 100}{P_{\text{нс}}}, \quad (55)$$

где $N_{\text{кл}}$ — количество консультаций, лекций, докладов.

Анализ деятельности научных подразделений (КБ)

Цель экономического анализа деятельности лабораторий, бюро и отделов (секторов) отраслевого НИИ — выявить

экономические результаты их научно-исследовательской и конструкторской деятельности, резервы ее улучшения и стимулировать творческую активность сотрудников.

В задачу экономического анализа входит: оценка выполнения плана НИОКР и степени внедрения законченных тем; определение экономической эффективности исследований и сопоставление ее с затратами на их проведение; определение экономически эффективных направлений работы; выявление ритмичности использования ресурсов; итоговая оценка деятельности института, отделов (секторов), бюро, лабораторий; выявление резервов повышения экономической эффективности и наметка мероприятий по их использованию.

Анализ проводится по основным показателям оценки.

Сопоставление затрат и эффекта должно проводиться за квартал, год и период (пять лет). Оценка за пе-

риод отражает специфику исследований и разработок, которые длительное время проводятся и дают эффект в производстве также в течение ряда лет. Итоги работы отдела, лаборатории, КБ за год целесообразно сопоставлять с остальными годами периода, определяя темп изменения показателей. Например, темп изменения экономического эффекта $\mathcal{E}_T$ рассчитывается по формуле

$$\mathcal{E}_T = \frac{(4a - \delta) \cdot 100}{\delta} \%, \quad (56)$$

где a — сумма фактической эффективности, полученная народным хозяйством от внедрения работ (отдела, лаборатории) в отчетном году (тыс. руб.);
 δ — сумма фактической эффективности, полученная народным хозяйством от внедрения работ института за четыре года периода (тыс. руб.).

Рассмотренные показатели оценки деятельности отраслевого НИИ, КБ и их подразделений должны носить нормативный или плановый характер, с тем чтобы можно было оценить фактически достигнутый уровень. Но пока еще не представляется возможным это сделать¹. По одному из наиболее существенных показателей — коэффициенту эффективности научно-исследовательских работ предлагается установить его плановый уровень²; разработка этого норматива осуществляется сейчас в ряде научных учреждений.

Анализ деятельности подразделений проводится каждый квартал, а также по окончании отчетного года, и результаты рассматриваются научно-техническими советами подразделений и дирекцией института.

Основными объектами экономического анализа служат узкие научные направления в лабораториях, к которым относятся все НИОКР, нацеленные на разрешение отдельной научно-технической проблемы, **научная деятельность лабораторий и отделов**. На каждый из этих объектов составляется картотека учета и анализа экономической эффективности, которая ведется в экономическом подразделении (лаборатории, отделе).

¹ Общий итог работы института и его подразделений можно определить как среднеарифметическую сумму темпа изменений всех показателей, вычисленных по формуле (56), где a — показатель в отчетном году, δ — показатель за прошедшие четыре года.

² М. Прокофьев, П. Погудин. О планировании в научных учреждениях. «Плановое хозяйство», 1970, № 7, стр. 24.

Учет затрат и эффекта по темам научного направления

Темы научного направления	Источник финансирования*	Год окончания темы	Затраты на тему (тыс. руб.)	Накопленные затраты (тыс. руб.)	Ежегодный эффект (тыс. руб.)					Накопленный эффект (тыс. руб.)				
					1967 г.	1968 г.	1969 г.	1970 г.	1971 г.	1967 г.	1968 г.	1969 г.	1970 г.	1971 г.
Теоретические	ГБ	1964	5	5										
Поисковая	ГБ	1965	15	20										
Прикладные:	ХД	1966	45	65	75	75	75	75	75	75	150	225	300	375
№ 1	ХД	1967	40	105		85	85	85	85		85	170	255	340
№ 2	ХД	1968	50	155			65	65	65			65	130	195
№ 3	ХД													
Итого			155		75	160	225	225	225	75	235	460	685	910

* ГБ — госбюджет.

ХД — хозяйсвог.

Рассмотрим подобный учет на примере одного из научных направлений (табл. 25).

Фактический эффект учитывается на второй год после внедрения результатов прикладной темы, т. е. той, в которой разрабатываются основные положения теоретической и поисковой тем применительно к условиям внедрения на конкретном предприятии. В каждой последующей прикладной разработке используются результаты предыдущих. В табл. 25 все они обозначены номерами условно. Каждая тема научного направления проводится в течение одного года.

Табл. 26 составлена по данным табл. 25.

Т а б л и ц а 26

	Коэффициенты эффективности $\left(\frac{\text{руб. экономии}}{\text{руб. затрат}} \right)$									
	по ежегодному эффекту					по накопленному эффекту				
	1967 г.	1968 г.	1969 г.	1970 г.	1971 г.	1967 г.	1968 г.	1969 г.	1970 г.	1971 г.
Прикладные темы:										
1	1,66	1,66	1,66	1,66	1,66	1,66	3,33	5,0	6,66	8,33
2	—	2,1	2,1	2,1	2,1	—	2,1	4,25	6,35	8,5
3	—	—	1,3	1,3	1,3	—	—	1,3	2,7	3,9
Научное направление	на-	—	—	—	—	0,72	1,52	2,96	4,42	5,87

Из табл. 26 видно, что эффективность отдельной прикладной темы часто выше, чем эффективность научного направления. Это объясняется тем, что в затратах на прикладную разработку не учитываются расходы на теоретическую и поисковую темы. На практике это встречается очень часто в связи с неточностью метода распределения затрат на отдельные стадии исследований. Поэтому наиболее близок к истине коэффициент эффективности по научному направлению. Кроме того, очевидно, что он характеризуется величиной, изменяющейся по годам расчетного периода, который устанавливается применительно к прикладной теме на пять лет. По научному направлению в целом эффект учитывается в течение более продолжительного периода, в данном случае семи лет — с 1967 по 1973 г. (в табл. 25 не по-

казаны данные за 1972 и 1973 гг. по второй и третьей прикладным темам). Учет затрат по рассматриваемому направлению должен производиться в течение десяти лет — с 1964 по 1973 г. Естественно, это предполагает хорошую организацию учета затрат и результатов научной деятельности.

Вся документация подается научными лабораториями и конструкторскими отделами для обобщения в отдел (лабораторию, бюро) технико-экономических исследований: за отчетный квартал — 5-го числа первого месяца следующего квартала, за год — 15 января следующего года.

Расчеты экономической эффективности по законченным темам и по темам, внедренным в промышленность, поступают в отдел (лабораторию, бюро) технико-экономических исследований. Здесь они обобщаются, а затем сообщаются дирекции института: за квартал — 10-го числа первого месяца следующего квартала, за год — 25 января следующего года.

Оценка работы ведущих сотрудников

Сложность этой проблемы состоит прежде всего в коллективном характере труда при создании новой техники. По этому вопросу имеется ряд предложений. Для оценки продуктивности исследователей-разработчиков предлагается составлять журнал учета выполненных работ и сводную карту их результатов¹. В них отражаются все работы, связанные с созданием новой техники. В конце каждого года эти документы рассматриваются руководством и служат основой для морального и материального стимулирования исследователя. Представляется, что это несложное, но очень полезное предложение может найти применение в деятельности институтов. Развитием этого предложения является журнал учета работы научного сотрудника (трудовой паспорт ученого), введенный в Институте горного дела Сибирского отделения Академии наук СССР².

¹ А. С. Консон, М. Ф. Топоров, Г. И. Дереш. Показатели работы научно-технических отделов новых разработок (лабораторий) и отдельных разработчиков отраслевого научно-исследовательского института и конструкторского бюро. Л., 1965, стр. 26—32.

² А. И. Щербаков. Методы и опыт анализа особенностей совершенствования организации труда в научном учреждении. ВИНТИ, 1968.

Интересное предложение внес И. В. Бестужев-Лада¹. Он предлагает для естествознания и общественных наук создать некий эквивалент патентного описания, удостоверяющего наличие новой научной информации. В нем должна быть изложена суть научной работы с определением ценности информации — открытие; разработка открытого; систематизация; критический анализ разработок и т. д. При этом возможны различные коэффициенты ценности новой информации, которые, на наш взгляд — ошибочно, автор советует определять величиной объема работы в страницах или неделях труда. В действительности же истинную ценность информации составляет ее содержание.

Оценке и повышению эффективности работы отдельных ученых уделяют значительное внимание также и за рубежом. В промышленности США применяют, например, следующие пять методов.

Цифровая оценка применяется большинством промышленных компаний во время регулярных инспекционных проверок научного персонала с целью выяснить сильные и слабые стороны в подготовке ученого. Каждым ученым заполняется специальная форма, включающая определенное количество вопросов, и ответы на каждый из них оцениваются по балльной системе. Однако этот метод имеет много недостатков, в связи с чем велика опасность субъективной оценки. В связи с этим ученых просят дополнительно дать подробное письменное пояснение каждого своего ответа.

Сочетание цифровой и множественной оценок, которые вырабатывают специальные группы менеджеров.

Оценка опыта ученых. Испытуемого просят перечислить области знаний, в которых он специализируется или когда-либо имел дело, а затем оценить свой опыт в каждой из них, например по 5-балльной системе.

Управление по целям (применяется также для повышения квалификации ученых), при котором ученый совместно со своим непосредственным начальником формулирует строго определенные цели и критерий оценки своей работы на предстоящий год. Это повышает заинтересованность ученого в достижении того, что он сам же и наметил.

Кривая зрелости применяется в основном для оценки деятельности докторов наук. Ценность ученого определяется шириной и глубиной его знаний, творческой производительностью, глубиной суждений, авторитетом в коллективе, умением брать руководство научным исследованием на себя, степенью взаимодействия с другими учеными и техниками, желанием использовать свои знания и опыт.

При оценке деятельности отдельных работников возникает проблема соизмеримости достигаемых ими ре-

¹ И. В. Бестужев-Лада. С точки зрения КПД. «Литературная газета», 7 октября 1970 г., стр. 11.

зультатов. Одни сотрудники больше внедряют в промышленность материализованную в металле технику, технологию, материалы, в то время как другие выдают больше чисто творческой продукции. В связи с этим представляются неверными рекомендации А. П. Соловьева, который предлагает считать среднегодовую стоимость внедренных договорных работ в расчете на одного работника одним из измерителей фактической экономической эффективности разработок.

Несмотря на важность показателя внедрения, стоимость внедренных работ далеко не полно отражает фактическую экономическую эффективность. Кроме того, в общем виде творческая отдача имеет слабую связь со стоимостью внедренных работ. Это видно из табл. 27, составленной нами по данным А. П. Соловьева¹.

Таблица 27

Название отдела	Творческая отдача (в условных единицах)	Фактический экономический эффект	Ранги		d	d^2
			творческой отдачи	фактической эффективности		
Топливной аппаратуры	100	25	1	6	-5	25
Лопаточных машин	100	100	2	1	1	1
Автоматизации	80	85	3	3	0	0
Рабочих процессов	63	89	4	2	2	4
Материалов	58	24	5	7	-2	4
Топлива и масел	52	46	6	4	2	4
Газовых двигателей	50	26	7	5	2	4

Определим корреляционную связь между творческой отдачей и фактической экономической эффективностью или, что в данном случае одно и то же, со стоимостью внедренных работ. Для этой цели используем коэффициент ранговой корреляции Спирмэна. Расположим все показатели по ранжиру от самого большого к наименьшему, обозначив наибольший показатель единицей, следующий за ним — двойкой и т. д. Находим разницу между двумя рангами (столбец d) и возводим ее в

¹ А. П. Соловьев. К вопросу о критериях эффективности исследовательского труда. В кн.: «Вопросы экономики и планирования научных исследований». Изд-во Ленинградского университета, 1968, стр. 36.

квадрат (d^2). Сумма d^2 равна 42. Рассчитаем коэффициент ранговой корреляции по формуле (41), тогда

$$\rho = 1 - \frac{6 \times 42}{7(49 - 1)} = 0,25.$$

Таким образом, искомая величина оказалась небольшой, что говорит о несущественной связи между творческой отдачей и стоимостью внедренных работ. Поэтому утверждение Соловьева о том, что «в большинстве случаев уровни эффективности деятельности отдела в целом располагаются в том же порядке, что и показатели индивидуальной творческой отдачи сотрудников этих отделов»¹, может быть правильным лишь в порядке исключения.

Распространенной ошибкой при оценке результатов труда отдельных ученых и коллективов является смешение достигнутого с факторами, влияющими на эти итоги.

Поэтому неправильно считать одним из измерителей творческой отдачи ученого структуру его рабочего дня, как предлагает А. П. Соловьев. Это фактор, влияющий в некоторой степени на творческую отдачу, но не на ее измеритель.

Интересно предложение определять эффективность труда научных сотрудников и инженеров с помощью системы экспертных оценок «по заслугам»². Для этого необходимо разработать научно обоснованные системы, характеризующие личные качества работников.

Как видно из рассмотренных предложений, имеется ряд методов оценки индивидуальной работы ученых и конструкторов. Практическая проверка предложенных систем позволит установить их ценность.

**Материальное
и моральное
стимулирование
труда ученых
и конструкторов**

При разработке систем экономического стимулирования деятельности НИИ и КБ необходимо учитывать вопросы интенсификации самого процесса творчества внутри организации и скорейшего внедрения полученных результатов исследований в народное хозяйство. Как гово-

¹ А. П. Соловьев. К вопросу о критериях эффективности исследовательского труда. В кн.: «Вопросы экономики и планирования научных исследований». Изд-во Ленинградского университета, 1968, стр. 36.

² «Критерии оценки деятельности социалистического предприятия». Изд-во Ленинградского университета, 1970, стр. 204.

рилось выше, это связано с несоответствием продуктивности и эффективности труда ученых. Последняя зависит от усилий большого числа работников управления, заводских и цеховых служб.

В принятом ЦК КПСС и Советом Министров 24 сентября 1968 г. постановлении № 760 «О мероприятиях по повышению эффективности работы научных организаций и ускорению использования в народном хозяйстве достижений науки и техники» вопросам совершенствования материального и морального стимулирования исследовательских кадров уделяется большое внимание.

Существующая ныне система оплаты труда научных работников принимает во внимание: научную квалификацию (кандидат, доктор наук, академик), сложность и объем выполняемой работы. Отсюда дифференциация окладов в зависимости от должности сотрудника, стажа научной работы и категории института.

Однако ученая степень не всегда свидетельствует о новизне, актуальности и эффективности исследований, проводимых ее обладателем.

В связи с этим коллектив Физико-химического института имени Л. Я. Карпова совместно с Государственным комитетом Совета Министров СССР по вопросам труда и заработной платы разработал и в декабре 1968 г. внедрил в порядке эксперимента новые принципы оплаты труда, которые учитывают не только ученую степень, должность и стаж, но и, как важнейший показатель, эффективность проводимых исследований. Применяемая здесь система предусматривает для каждой категории научных сотрудников и старших инженеров гарантированные минимальные оклады, размеры которых ниже прежних примерно на 25—30%. Но в зависимости от результатов труда работникам института устанавливаются надбавки, предельный размер их — 50%, а для персонала, имеющего ученые степени, — 25% прежнего должностного оклада. В случае, если отдача сотрудника недостаточна, ему выплачивается только гарантированный минимум. В зависимости от проводимой через каждые два года переаттестации научных работников устанавливается размер надбавок.

Результаты деятельности оцениваются по десятибалльной системе: тому, кто получил один балл, выпла-

чивается лишь гарантированный минимум; пять баллов — сохраняется прежде действовавший должностной оклад и десять баллов — устанавливается максимальная надбавка. Инженерам, техникам, рабочим и служащим за высокое качество выполнения сложных работ устанавливаются на один-два года должностные оклады, повышенные до 30%.

После того как были даны оценки деятельности научных работников и старших инженеров в этом институте, выяснилось, что должностные оклады в пределах утвержденного общего по институту фонда заработной платы сохранены у 59%, повышены у 26 и снижены у 15% работников. Итоги работы коллектива показали, что с применением новой системы оплаты там стали трудиться более продуктивно, увеличилось число законченных работ и изобретений, повысилась экономическая эффективность.

В Государственном научно-исследовательском институте цветных металлов (ГИНцветмет) при подготовке к переходу на новую систему оплаты труда научные работники подробно изучили и обсудили в своих отделах и лабораториях первые итоги применения этой системы в Институте имени Л. Я. Карпова¹. Оплата труда в ГИНцветмете сочетается с оценкой деятельности отдельных его подразделений, полученной на основе количественных и, следовательно, более объективных показателей. В методике этой оценки используется система баллов и учитывается научно-технический уровень выполненных работ, реальный экономический эффект и другие показатели.

В связи с этим необходимо более подробно рассмотреть вопрос об оценке работы коллективов НИИ и КБ с целью усиления их материального и морального стимулирования.

К системам оценки научной и конструкторской деятельности должны предъявляться следующие требования:

- максимально возможная объективность;
- отражение наиболее существенных сторон научно-производственной деятельности (не следует суммиро-

¹ В. Абатина, К. Ушаков. Поощрение и критерий эффективности труда ученого. «Социалистический труд», 1971, № 1, стр. 48.

вать выходные показатели работы с механизмом их обеспечения);

однозначное толкование оценок;
простота в использовании.

В настоящее время накоплен опыт разработки систем оценки деятельности подразделений внутри института и творческих коллективов одной отрасли.

Однако следует отметить, что не все из них отвечают перечисленным требованиям, что является одной из причин неудач в их разработке и применении.

Системы оценки деятельности НИИ и КБ основаны на использовании балльных оценок в сочетании с коэффициентами натуральных и стоимостных показателей.

Наибольший интерес представляет система оценки результатов работы подразделений института, разработанная во Всесоюзном научно-исследовательском и конструкторском институте химического машиностроения (НИИхиммаш)¹. В ее основу положена так называемая регулируемая система научно-технических, экономических, организационных и социальных показателей. С ее помощью оценивается деятельность трех типов подразделений: научно-производственных и научно-функциональных, а также вспомогательных (табл. 28). Предельная сумма баллов составляет 100 по всем отделам, кроме вспомогательных.

Каждый показатель оценивается баллами, из которых минимальная величина равна 15, а максимальная 26. Соотношение между всеми показателями выбрано таким образом, чтобы: а) сумма оценок по трем важнейшим из них превышала 50 баллов; б) там, где снижение против установленных норм недопустимо, давались отрицательные (штрафные) баллы; в) эталонное подразделение, получающее наивысшие оценки по всем показателям, получило в сумме 100 баллов.

Все показатели, кроме экономической эффективности, рассчитываются каждый квартал. Определение экономической эффективности производится по результатам года. Подсчет общей суммы набранных баллов

¹ И. М. Найдич. Регулируемая система оценки деятельности подразделений НИИ и КБ технического профиля. В сб.: «Научная организация труда и управления в научно-исследовательских и проектных учреждениях. Материалы семинара». Московский Дом научно-технической пропаганды. М., 1970.

Показатели оценки работы отделов НИИхиммаша

Показатель	Научно-производственные отделы	Научно-функциональные отделы	Вспомогательные отделы
	Возможные пределы		
Научно-технический уровень	От 0 до 20	—	
Реализация законченных разработок	» 0 » 10	От 0 до 8	
Экономическая эффективность	» — 10 » 0	» — 10 » 26	
Выполнение плана работ	» — 10 » 26	» — 10 » 0	
Уровень унификации	» — 3 » 3	—	
Разработка новых методов работы	—	От 0 до 15	
Теоретические и поисковые работы	От 0 до 3	» 0 » 4	
Консультации	» 0 » 3	» 0 » 6	
Координационная работа	» 0 » 4	» 0 » 13	
Выставки и конкурсы	» 0 » 8	» 0 » 8	
Публикации	» 0 » 5	» 0 » 5	
Подготовка научных кадров	» 0 » 5	» 0 » 5	
Сроки сдачи технической документации	» — 6 » 3	—	
Своевременное и качественное обслуживание научно-производственных и научно-функциональных отделов	—	—	От 0 до 40
Техника безопасности	От — 10 до 0	От — 10 до 0	» — 10 » 0
Трудовая дисциплина	» — 10 » 0	» — 10 » 0	» — 10 » 0
Участие в социалистическом соревновании и в общественной жизни	» — 15 » 10	» — 15 » 10	» — 15 » 0

осуществляется самими подразделениями. Результаты, подписанные начальником отдела и председателем профбюро, сдаются (по специальной форме) в отраслевой научно-технический отдел (ОНТО) до 10-го числа следующего за отчетным кварталом месяца.

В ОНТО материалы подразделений проверяются, а затем направляются в производственную комиссию завкома до 16-го числа следующего за отчетным кварталом месяца.

Итоги соцсоревнования подразделений рассматрива-

ются и утверждаются ежеквартально на расширенном заседании месткома профсоюза совместно с дирекцией института, парткомом и комитетом ВЛКСМ. Поощряются первые три подразделения в каждой группе.

При определении коэффициентов экономической эффективности в НИИхиммаше используются разработки автора, приведенные в главе «Методы расчета» и в данной. Система оценок НИИхиммаша получает широкое применение. В частности, институты Кировского района Москвы в процессе оценки результатов социалистического соревнования взяли ее за основу.

У каждого НИИ и КБ своя специфика, которую необходимо учесть в количественной системе оценок (в показателях, их величинах и формулах определения). Вот как оценено значение основных показателей, определяющих деятельность отделов и лабораторий ГИИцветмета — технологической научно-исследовательской организации. Научно-технический уровень выполненных работ в баллах составляет от 0 до +18, их экономическая эффективность — от —10 до +35, выполнение тематического плана — от —10 до 0 и т. д. Наибольшая величина оценки в баллах +35, наименьшая —10.

Соотношение между показателями выбрано таким образом, чтобы оценка первых двух превышала 50 баллов (в НИИхиммаше их было три). Ряд характеристик (так же, как в НИИхиммаше) может оцениваться в отрицательных баллах. Показатели рассчитываются по соответствующим формулам, цифровые коэффициенты которых получены на основании статистических данных, скорректированных с учетом результатов первого опыта применения методики.

Научно-технический уровень выполненных работ подсчитывается по формуле

$$\begin{aligned} P_1 &= \frac{20}{C} (a + 3A + 5П + 15Л + 30Д_0) + \\ &\quad + \frac{10T_n}{T_n} (\text{ГИИцветмет}); \\ P_1 &= \frac{40}{C} (a + 3A + 10П + 25Л + 50Д_0) + \\ &\quad + \frac{5}{K} (Д + 2Д_1) + \frac{10T_n}{T_n} (\text{НИИхиммаш}), \end{aligned}$$

где C — среднесписочная численность сотрудников в подразделении;

- a — число поданных авторских заявок на изобретения;
 A — число полученных авторских свидетельств и положительных решений об их выдаче;
 Π и L — соответственно количество полученных отдельно по каждой стране патентов и лицензий;
 D_o — выдано дипломов на открытия;
 T_n — число тем, ведущихся для реализации полученных лабораторией (отделом) авторских свидетельств и поисковых работ, выполненных в предыдущий период;
 T_n — общее число тем и поисковых работ в отчетном периоде;
 K — количество законченных разработок или технических проектов, из них на уровне:
 D — выше существующего в СССР;
 D_1 — выше мирового.

В этой формуле лишним является учет открытий. Статистика показывает, что за время установления дипломов на открытия (более 20 лет назад) единицы отраслевых институтов получили такие дипломы. Поэтому учитывать редкие события в формуле, используемой ежеквартально, не имеет смысла.

Экономическая эффективность законченных работ определяется так же, как в НИИХиммаше:

$$P_2 = 7,5\mathcal{E}_\phi + 2,5\mathcal{E}_o - 10,$$

где P_2 — экономическая эффективность (руб.);

$\mathcal{E}_\phi$ — фактическая экономическая эффективность внедренных работ, подтвержденная предприятием в отчетном периоде (руб./руб. затрат);

$\mathcal{E}_o$ — ожидаемая экономическая эффективность от подготовленных к внедрению или промышленным испытаниям и тому подобных работ, законченных в отчетный период (руб./руб. затрат).

В случае когда научно-исследовательская работа проведена совместно с несколькими лабораториями, показатель экономической эффективности отдельного подразделения подсчитывается пропорционально его доле в общих затратах на осуществление исследования.

При определении ожидаемой экономической эффективности вводится так называемый коэффициент досто-

верности, учитывающий степень совпадения предполагаемой и фактически полученной экономии за последние три года.

Третий основной показатель — **выполнение плана работ** — подсчитывается по формуле

$$П_3 = 20 \frac{P_{\phi} - P_{\pi}}{P_{\pi}} + 2P_{\Delta},$$

где P_{ϕ} — фактически законченные в отчетном периоде плановые темы;

P_{π} — темы, окончание которых запланировано в отчетном периоде;

P_{Δ} — число досрочно выполненных научно-исследовательских тем.

(В НИИхиммаше последнего члена формулы нет.)

Перечисленные и остальные показатели применяются для оценки деятельности подразделений как за год, так и за любой квартал года. Результаты оценки до сих пор брались за основу лишь при дифференцированном распределении премиального фонда между подразделениями. Преимущество получали те отделы и лаборатории, которые набирали максимальную сумму баллов, в особенности по экономической эффективности законченных исследований.

С введением в ГИНцветмете системы оплаты, впервые примененной в Институте имени Л. Я. Карпова, оклады начальникам отделов и лабораторий будут определяться также и результатами оценки деятельности руководимых ими подразделений. В дальнейшем, при совершенствовании количественной оценки работы структурных подразделений, такая методика будет распространена и на старших научных сотрудников.

Оценка работы сотрудников и установление им заработной платы в ГИНцветмете возложены на секционные и центральную комиссии, в которые входят руководители института и его подразделений, авторитетные ученые, хорошо знающие направления исследований, а также представители общественных организаций. Решение центральной комиссии утверждается директором института.

До введения новой системы оплаты труда научных сотрудников их стимулирование было малоэффективным, так как предусмотренная «вилка» в схемах должностных окладов была весьма узкой. В связи с этим

оплата исследователей, работающих с высокой творческой отдачей, практически уравнивалась с оплатой тех, кто добился лишь посредственных результатов. В частности, в ГИИцветмете одинаково оплачивался труд научных работников в отделе обогащения, который дает на 1 руб. затрат реальный экономический эффект в размере 4,5—5 руб., в лабораториях, где этот эффект измеряется 2,3—2,5 руб., и труд в отделах автоматизации и гидрометаллургии, где затраты на исследования в последние три года окупались лишь на 30—50%.

Для группы родственных НИИ одной отрасли предлагается система количественной комплексной оценки их научной, экономической и хозяйственной деятельности с применением экспертно-аналитического метода¹. Подбор показателей оценок исходит из следующих требований к научным коллективам:

- повышение экономической эффективности работы института;

- обеспечение высокого научно-технического уровня проводимых исследований, конструкторских и технологических разработок;

- увеличение объема научно-технической информации, создаваемой институтом;

- повышение интенсивности труда в коллективе путем улучшения подбора и расстановки кадров, повышения трудовой дисциплины, совершенствования организации труда и отдыха работников и т. п.

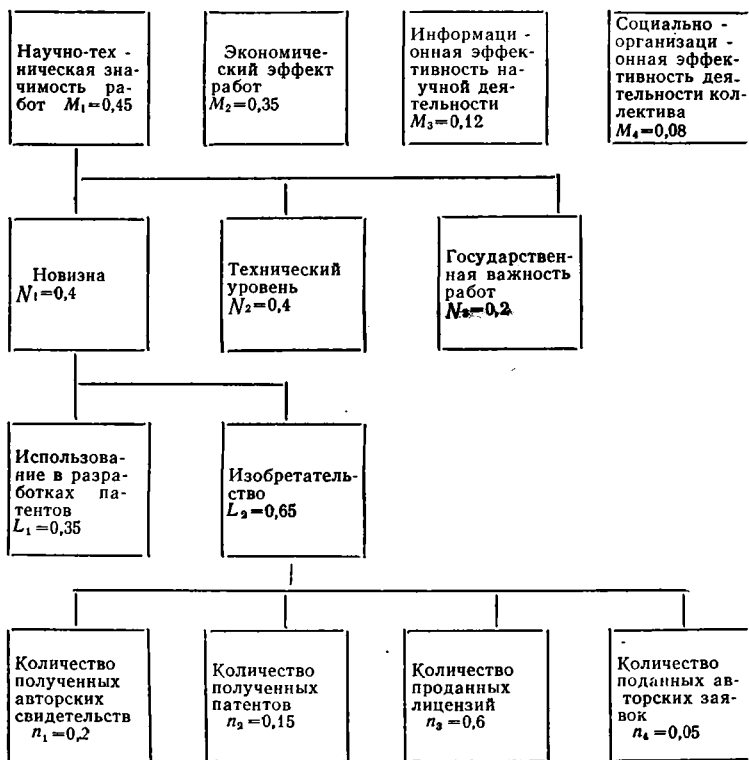
Ввиду того что прямому количественному подсчету поддаются не все показатели и результаты этих расчетов нельзя прямо суммировать, они получают безразмерную оценку с помощью схемы «дерева оценки». Показатели расчленяются в иерархическом порядке до уровня, удобного для расчета, т. е. каждый показатель высокого уровня делится на несколько показателей другого, более низкого уровня. Количество уровней при этом может быть любое, но число показателей по каждой ветви «оценочного дерева» — не более пяти, чтобы

¹ Р. С. Амирбекян. Система показателей оценки деятельности отраслевого НИИ. В сб.: «Теоретические основы прогнозирования и оценка эффективности научных исследований и разработок». Материалы Всесоюзной конференции 15—18 декабря 1970 г. М., изд. МВТУ имени Баумана, 1970, стр. 145—147.

при оценке эксперт мог осуществлять одновременное их мысленное сопоставление.

Роль экспертов при оценке весомости комплекса показателей заключается в сопоставлении группы показателей, находящихся на одном уровне одной ветви. При этом эксперт делит единицу на части, соответствующие значимости (по его представлению) каждого из показателей нижнего уровня. Эксперты участвуют в оценке показателей один раз. В дальнейшем предполагается, что интервалы колебаний показателей и закономерности этих колебаний внутри интервалов должны быть выявлены аналитическим путем. Для иллюстрации этой методики покажем пример, составленный нами.

Схема показателей оценки деятельности отраслевого НИИ



Обобщенный показатель эффективности деятельности института выражается формулой

$$K = \sum_{i=1}^n K_i M_i,$$

где n — количество показателей, характеризующих деятельность института;

K_i — безразмерная величина количественной характеристики i -го показателя; вычисляется аналитическим путем;

M_i — относительная весомость i -го показателя.

Сумма показателей одной ветви равна единице, т. е.

$$\sum M_i = 1; \sum N_i = 1; \sum L_i = 1; \sum n_i = 1.$$

По каждому показателю берется усредненное значение удельных весов, указанных экспертами.

Эта схема апробирована во ВНИИКЭ (г. Ереван) и сейчас разрабатывается для НИИ электротехнической отрасли.

Представляется, что для применения предложенной методики с целью оценки группы институтов необходимо продумать набор показателей и разработать требования к экспертам. Число основных показателей должно быть небольшим, чтобы можно было на первых порах обойтись без применения ЭВМ. Кроме того, не следует включать в систему специфические показатели, пригодные лишь для отдельных организаций.

Повышение результативности научной и конструкторской деятельности связано с внедрением новой системы планирования и экономического стимулирования проведения НИОКР. Первой в стране на эту систему перешла электротехническая промышленность.

Экономическое стимулирование научно-исследовательских, проектно-конструкторских, технологических организаций Министерства электротехнической промышленности СССР, а также материальное поощрение их работников были поставлены в прямую зависимость от фактической экономической эффективности использования в народном хозяйстве научно-технических решений и новой техники, разработанных ими.

Основными источниками образования фонда экономического стимулирования для перечисленных организаций министерства служат:

отчисления от прибылей, образующихся на предприятиях электротехнической промышленности в результате фактического снижения себестоимости производства продукции при внедрении новых научных и технических решений (совершенствование технологических процессов, снижение удельных расходов материалов, повышение производительности труда и т. п.);

отчисления от дополнительной прибыли, заложенной в ценах на новые виды изделий. Их величина зависит от годового экономического эффекта, получаемого в народном хозяйстве (у потребителей) благодаря использованию данной продукции, или, в отдельных случаях, средств, включаемых в стоимость НИОКР по разработке систем (схем) и комплектов электротехнической аппаратуры с использованием выпускаемого промышленностью оборудования. Их размер обусловлен также экономическим эффектом, получаемым у заказчика (потребителя), а также средствами, входящими в стоимость работ по созданию единичных образцов электротехнического оборудования, разработке систем (схем) на уровне лучших мировых научно-технических достижений, экономическая эффективность которых не может быть установлена;

премиальные средства по конкретным проектам и разработкам в суммах фактического их поступления; а также из централизованных фондов министерства и по другим действующим положениям.

Опыт работы организаций Министерства электротехнической промышленности СССР показал жизнеспособность новой системы планирования и экономического стимулирования.

Вместе с тем известно, что экономическая реформа не представляет собой нечто застывшее. Это сложный, динамический процесс, требующий постоянного совершенствования, в частности установления непосредственной связи экономического стимулирования с результатами работы конкретных категорий работников.

Нуждается в усовершенствовании и методический аппарат экономического стимулирования¹. Должен быть

¹ Б. Бизня. Эффективность научной разработки и меры поощрения. «Социалистический труд», 1970, № 10, стр. 47—50; А. Альтгаузен, Г. Вольфовский. Новая система стимулирования в действии. «Социалистический труд», 1970, № 12, стр. 22—29.

дифференцирован подход к определению сроков действия надбавок к ценам. Сейчас он единый — два года. Но для таких сложных изделий, как крупные электрические машины, этого явно недостаточно, поскольку в первые два года обычно изготавливаются установочные партии, а серийные машины — через три—пять лет. Поэтому расчет по первым двум годам не дает реальной картины экономического эффекта и побуждает предприятие к искусственной модернизации изделий. Сейчас не стимулируется создание новых изделий, позволяющих улучшить условия труда, повысить взрывобезопасность изделий, очистить воздушный бассейн населенных пунктов, наладить производство новых продуктов с уникальными свойствами и т. д. Дело в том, что эти преимущества по существующей методике нельзя выразить в стоимостном измерении. В то же время удельный вес таких изделий составляет 30—40% во всей вновь осваиваемой продукции.

Действующая методика определения экономической эффективности новой техники не обеспечивает единства методов и формул расчета в таких вопросах, как выбор базы для сравнения, учет предпроизводственных затрат, достижение сопоставимости вариантов, масштаб внедрения новой техники. Отсутствует общесоюзная методика определения экономической эффективности новых изделий народного потребления, что сдерживает технический прогресс в этой области.

Совершенно недостаточно стимулируется выполнение длительных и весьма трудоемких фундаментальных и поисковых исследований, связанных с созданием оборудования будущего. В результате научно-исследовательские отделы ряда институтов электротехнической промышленности, занимающиеся перспективной тематикой, получают незаслуженно меньше премий, чем до перехода на новый порядок экономического стимулирования.

Назрела настоятельная необходимость создать в стране единую систему планирования и учета экономической эффективности новой техники, которая распространялась бы на разработчиков, изготовителей и потребителей всех уровней — от предприятий до министерств. Решение этого вопроса значительно укрепило бы плановые начала в достижении максимальной фактической эффективности новой техники и технологии, усилило бы

материальную ответственность за снижение фактической эффективности по сравнению с возможной и плановой.

На повышение эффективности работы ученых и конструкторов оказывает сильное влияние моральное стимулирование. Оно может принимать самые разнообразные формы. Одна из них заключается в повышении заинтересованности сотрудников. Это достигается участием исследователей и разработчиков в определении целей своей работы. При этом они берут на себя всю полноту ответственности за порученное дело.

В коллективах должен быть создан благоприятный «психологический климат». Исследователи и разработчики должны регулярно получать информацию об оценке своего труда руководством. Если этого нет, то нарушается обратная связь в управлении, а в результате резко снижается производительность труда.

Большим стимулом является возможность продвижения по так называемой «технической служебной лестнице», т. е. продвижение, не связанное с выполнением руководящих функций. Существующая в настоящее время градация научных и инженерных должностей в НИИ и КБ недостаточна. Это одна из причин пассивности отдельных работников, снижения их продуктивности.

Наряду с этим исследователям и разработчикам крайне важно поддерживать непосредственные контакты с потребителями своей продукции. Это повышает их ответственность и заинтересованность в работе.

* * *

Переворот в развитии производительных сил, начавшийся под воздействием науки и ее открытий, в перспективе будет все более значительным и глубоким. Решения XXIV съезда КПСС предусматривают обеспечение развития НИОКР и ускорение внедрения их достижений в народное хозяйство. Органическое соединение достижений научно-технической революции с преимуществами социалистической системы хозяйствования позволит успешно выполнить главную экономическую задачу нынешней пятилетки — значительно повысить материальный и культурный уровень жизни советского народа.

СОДЕРЖАНИЕ

Народнохозяйственные критерии оценки	5
Понятие эффективности науки	5
Классификация исследований и разработок	9
Критерии оценки экономической эффективности исследований и разработок	12
Методы расчета	19
Общие вопросы	19
Расчет себестоимости и капитальных затрат	26
Предпроизводственные затраты	30
Сопоставимость вариантов научно-технических решений	32
Определение долевого участия	36
Особенности подсчета эффективности НИОКР в отдельных случаях	44
Обзор зарубежной практики	58
Экономическое обоснование выбора направлений исследований	67
Общие вопросы	67
Процедура отбора тематики	71
Зарубежный опыт	79
Технико-экономическое обоснование новой тематики	82
Разработка нормативно-справочных материалов для расчетов и обоснований	89
Сокращение сроков выполнения исследований и разработок	105
Общие вопросы	105
Условия эффективной деятельности научных руководителей	107
Эффективные взаимосвязи творческих подразделений отраслевых НИИ и КБ	111
Ускорение внедрения результатов исследований и разработок	117
Цикл разработки, внедрения и эксплуатации новой техники	117
Экономические проблемы внедрения научных результатов	122
Эффективность концентрации и кооперирования научных исследований	128
Межинститутская и внутриинститутская концентрация и кооперирование	128
Международное сотрудничество	134
Стимулы повышения эффективности	140
Методы анализа и оценки результатов деятельности НИИ и КБ	137
Анализ деятельности научных подразделений (КБ)	147
Оценка работы ведущих сотрудников	151
Материальное и моральное стимулирование труда ученых и конструкторов	154

43 к.