

ШИФР 13.01.06.

ИНСТИТУТ ТРУДА

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО  
НОРМИРОВАНИЮ ТРУДА НА ВЫПОЛНЕНИЕ  
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ И ОПЫТНО-  
КОНСТРУКТОРСКИХ РАБОТ**

МОСКВА 2014

Методические рекомендации по нормированию труда на выполнение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ определены в РАЗДЕЛ 13 «Научно-исследовательские, опытно-конструкторские работы».

ШИФР 13.01.06.

РАЗДЕЛ 13 Научно-исследовательские, опытно-конструкторские работы

Настоящие Методические рекомендации предназначены для нормирования труда по научно-исследовательским и опытно-конструкторским работам и расчета необходимой численности работников, выполняющих научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы.

Настоящие Методические рекомендации основаны на результатах научно-исследовательских работ, проведенных Институтом труда за 2012-2013 гг., а также на ранее утвержденных методических рекомендациях и носят рекомендательный характер.

Разработаны Институтом труда

Утверждены Федеральным государственным бюджетным учреждением  
«Научно-исследовательский институт труда и социального страхования»  
Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации

№ 006 от «07» марта 2014 года

## ВВЕДЕНИЕ

На основе анализа характера и содержания труда работников научно-исследовательских институтов (НИИ) и конструкторских бюро (КБ) в рекомендациях излагаются общие методические принципы нормирования труда специалистов научных организаций, которыми следует руководствоваться при создании системы нормирования труда в НИИ и КБ. Представлены классификации НИР и ОКР, требования к системе нормативов трудоемкости работ. Изложена сущность основных методов определения трудоемкости, предложены методики решения задач в области нормирования труда в условиях внедрения договорных отношений, применения коллективных форм организации труда и использования программно-технических комплексов для автоматизации исследований, проектирования, конструирования, а также управления деятельностью научных организаций. При разработке рекомендаций учтены результаты научно-исследовательских работ по совершенствованию нормирования труда научных работников, конструкторов и технологов.

Эффективность деятельности научных организаций в новых условиях хозяйствования во многом зависит от экономии затрат, в первую очередь затрат труда, совершенства методов и организации определения их трудоемкости.

Без качественного нормирования труда не может быть эффективного планирования работ, успешной оценки и стимулирования работников и в конечном счете нельзя достичь значительного роста результативности труда, повышения научно-технического уровня исследований и разработок, сокращения сроков создания и внедрения новой техники и технологии.

Имеющийся к настоящему времени опыт перехода научных организаций на новые условия оплаты труда убедительно показывает, что самой серьезной трудностью, мешающей эффективно использовать

появившиеся возможности в совершенствовании материального стимулирования работников, является недостаточный уровень нормирования труда. При этом картина состояния нормирования труда оказывается довольно разнообразной. В большей степени нормированием охвачена сфера конструкторского труда, в меньшей мере – труд научных работников.

Работа, выполненная отдельными научными организациями по созданию местных нормативных материалов, не подкреплялась обобщением опыта на отраслевом и в особенности на межотраслевом уровнях.

Современные НИИ, КБ и иные организации, занимающиеся научно-исследовательскими и опытно-конструкторскими работами, должны разрабатывать системы нормирования труда для повышения производительности труда и эффективности использования трудовых ресурсов.

## 1. Общие положения

### 1.1. Основы нормирования научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ

В научно-исследовательских и опытно-конструкторских работах, существует зависимость между затратами ресурсов, в том числе ресурсов труда, и результатами. Затраты научного труда (количество труда) — масса живого труда (умственной, нервной энергии), израсходованная в процессе трудовой деятельности, измеряется продолжительностью рабочего времени (экстенсивная величина) или объемом труда в единицу времени (интенсивная величина).

При определении затрат труда, необходимых для создания научно-технической продукции, следует учитывать ряд важных факторов.

Все ресурсы, включая ресурсы труда, являются в той или иной степени взаимозаменяемыми. Наряду с отношением взаимозамены наблюдается и отношение взаимодополнения, когда отдельные ресурсы должны использоваться в определенных пропорциях. Пропорциональность лежит в основе многообразных нормативных требований к условиям труда.

В сфере НИОКР, как и в других областях труда, действует закон убывающей эффективности. Согласно этому закону при увеличении затрат труда и постоянной величины прочих затрат наступает момент, когда дополнительные количества затрат труда будут приносить уменьшающийся вклад в общий результат труда.

Фактор взаимозаменяемости в сфере науки не принимает абсолютного значения. Выделяют незаменимости оригинальных творческих работников. Тот результат, который способен получить такой специалист, не может быть получен в те же сроки при данном уровне технического оснащения, а лишь по истечении длительного времени в результате усилий большого числа специалистов.

Зависимость между затратами и результатами труда в сфере НИОКР не является неизменной и подвержена циклическим изменениям, связанным с чередованием стадий развития научных и технических направлений.

На протяжении выполнения НИОКР можно выделить следующие исследовательские стадии:

- возникновение нового технического принципа;
- достижение возможности технической реализации;
- достижение уровня экономической эффективности традиционной техники;
- исчерпание возможностей дальнейшего роста эффективности новой техники в рамках неизменного принципа.

Аналогичные циклы обнаруживаются в развитии научных направлений в области фундаментальных и прикладных научных исследований.

Результативность разработок, возрастая на первых стадиях жизненного цикла, в дальнейшем неизбежно падает. Соответственно меняется и трудоемкость разработок, уменьшаясь на первых стадиях и увеличиваясь на заключительных.

Научный труд представляет собой не только поиск средств удовлетворения практических потребностей общества, но и процесс удовлетворения интеллектуальных потребностей творческих работников. Творческий интерес к решению конкретной проблемы представляет собой важный субъективный фактор, резко повышающий продуктивность научного труда и соответственно сокращающий его трудоемкость.

Отсюда, в частности, вытекает ограниченность прямолинейного подхода к учету затрат рабочего времени в сфере НИОКР. Возможность продолжения творческой работы за пределами рабочего дня ведет к тому что продолжительность официально затрачиваемого рабочего времени не отражает действительных затрат труда исследователя (разработчика).

Ограниченные возможности передачи информации, необходимой для оценки затрат труда и находящейся в распоряжении непосредственных участников выполнения работ. Данное обстоятельство вызвано невозможностью полного описания информации, используемой исследователем и разработчиком для решения той или иной научной или технической задачи информации и привлекаемого личного опыта и передачи этих сведений лицам, не занятым непосредственно решением данной задачи. Отсюда следует хорошо известное положение об исключительных преимуществах специалиста — исполнителя данной работы как эксперта по определению ее ожидаемой трудоемкости по сравнению с другими специалистами, а также всеми другими лицами, участвующими в планировании хода работ по данной теме.

На практике получила распространение разнообразная документация (технические задания, методические программы, промежуточные отчеты о НИР и др.), улучшающая информированность лиц, участвующих в планировании процесса выполнения работы (в том числе и о величине затрат и сроках ее выполнения). Однако возможности таких документов все же ограничены, и для эффективной системы нормирования труда основные исполнители играют значительную роль. Оценки, вырабатываемые такими экспертами, нужно учитывать и обобщать с целью определения их достоверности.

Описанные выше факторы весьма существенны для решения проблемы нормирования труда в сфере научных исследований и разработок и должны приниматься по внимание прежде всего при определении принципов нормирования конкретных видов научного труда.

## **1.2. Задачи нормирования труда работников, занятых научно-исследовательскими и опытно-конструкторскими работами**

Установление новых форм договорных отношений, реализация нормативного метода планирования расчета стоимости работ, организация оплаты труда специалистов в зависимости от уровня его конечного результата, расширяет состав задач нормирования труда и предопределяет повышенные требования к качеству устанавливаемых норм затрат труда на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы.

Экономические методы хозяйствования вызвали к жизни ряд новых задач управления и организации труда, решаемых на основе нормирования труда специалистов научно-тематических подразделений.

В соответствии с основным принципом деятельности научных организаций необходимо иметь механизм расчета и обоснования затрат на создание и реализацию научно-технической продукции, и в первую очередь ее трудоемкости как базового элемента в структуре затрат. Расчет и обоснование трудоемкости работ нужны для установления уровня рентабельности научно-технической продукции в процессе согласования ее договорной цены.

Величина нормативной трудоемкости научно-технической продукции является также базой определения сроков, календарного плана производимых работ и определения размеров целевого финансирования.

Данный метод нормирования труда научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ будет эффективным при условии образования фонда оплаты в зависимости от количества и сложности затраченного труда, определение и обоснование которого — основная задача нормирования труда в современных условиях хозяйствования.

При коллективной форме организации и стимулирования труда специалистов объектом совместного установления нормативной трудоемкости и нормативной величины фонда заработной платы является

бригадный (подрядный) комплекс работ, поскольку он завершается конечным результатом, имеющим самостоятельное значение.

Внутренний расчет в научных организациях, предусматривающий заключение внутренних договоров, ведение расчетных ведомостей между взаимосвязанными службами, применение системы взаимных претензий и другие формы реализации внутрипроизводственных отношений, основывается на тарификации получаемых отдельным подразделением и специалистом работ и образовании внутренней стоимости работ и услуг.

Одной из основных задач организации труда в научных организациях является обеспечение его содержательности и привлекательности у разных профессионально-квалификационных групп специалистов. Посредством обоснованного нормирования затрат труда необходимо создать условия устойчивой профессиональной и материальной мотивации творческой деятельности работников. Для этого применяются гибкие значения нормативной трудоемкости, исключающие "натиск" на творческий процесс, а с помощью уточнения и корректировки предварительных значений трудоемкости и фонда заработной платы специалистов после завершения работы обеспечивается зависимость указанных величин от уровня реально достигнутых ими конечных результатов. Повышению содержательности труда специалистов способствуют выделение, учет и в итоге исключение из круга обязанностей несвойственных им работ при установлении нормированных заданий.

Нормирование труда обеспечивает также функционирование системы управления процессами научных исследований и разработок. Оно служит для определения трудоемкости комплексов работ на каждой стадии и этапе НИР и ОКР, формирования необходимого объема работ структурным подразделениям, установления нормированных заданий на отчетные периоды.

Перечень основных задач управления научно-исследовательскими и опытно-конструкторскими работами, решаемые в современных условиях на основе нормирования труда, следующий:

- определение и обоснование необходимого количества коллективного труда и нормативное обоснование фонда оплаты труда по теме (заказу) и в целом для всей организации;
- определение и обоснование трудоемкости производства научно-технической продукции, указанной в договоре, для продукции в процессе согласования договорной цены;
- расчет трудоемкости работ, определенных нарядом;
- расчет трудоемкости работ и услуг, поручаемых подразделениям;
- тарификация работ и расчет внутренней стоимости работ и услуг;
- обоснование трудоемкости работ, поручаемых исполнителям и расчет фонда заработной платы на основе тарификации работ по сложности;
- создание условий устойчивой профессиональной и материальной мотивации труда специалистов, обеспечение свободы творчества.

### **1.3. Принципы нормирования труда и определения трудоемкости по научно-исследовательским и опытно-конструкторским работам**

По научно-исследовательским и опытно-конструкторским работам необходимо соизмерение затрат и результатов трудовой деятельности.

Это обуславливает потребность активного совершенствования как практики, так и теории нормирования труда работников по данным направлениям деятельности.

Основополагающим при нормировании труда по научно-исследовательским и опытно-конструкторским работам является расчет трудоемкости работ. Принципы определения нормативной трудоемкости НИОКР и нормированию труда специалистов представлены в таблице 1.

Таблица 1

**Принципы определения нормативной трудоемкости НИОКР и пути их реализации**

Содержание принципиальных положений 1	Формы практической реализации 2
1. Определение трудоемкости всего комплекса работ, относящихся к НИОКР, и охват всех категорий работников по данным работам нормами затрат (результатов) труда	Создание классификатора объектов нормирования в сфере научных исследований и разработок. Применение совокупности методов и универсального набора методик нормирования труда, адекватных разнообразию работ и условий их проведения в НИИ и КБ
2. Системный подход к решению комплекса задач по нормированию труда	Разработка системы нормирования труда (СНТ), обладающей целевой функцией, составом, структурой и входящей в состав системы управления организацией как системы более высокого порядка
3. Всестороннее обоснование нормативной трудоемкости, учитывающее технические, экономические, организационные, психофизиологические и социальные факторы	Проведение оптимизации технологического и трудового процессов, лежащих в основе норм затрат труда специалистов. Выявление неизменных факторов — условий, переменных (варьируемых) факторов, ограничений по значениям факторов, выбор экономических критериев оптимизации (общих и частных), применение алгоритма комплексного обоснования трудоемкости
4. Отражение уровня неопределенности процесса НИОКР в методологии нормирования труда	Установление в процессе нормирования труда двух значений нормы. Априори (до начала работы) определяется прогнозное (предварительное) значение трудоемкости, а после завершения работы ее скорректированное значение, учитывающее фактически полученный результат и реальные организационно-технические условия его достижения. Метод определения нормативной трудоемкости работ по стадиям проектирования выбирается в зависимости от времени решения задачи нормирования труда по отношению к ходу процесса НИОКР, т.е. с учетом последовательного нарастания полноты знаний об объекте нормирования
5. Отражение вероятностного характера процесса НИОКР в значениях нормативной трудоемкости	Установление гибких значений нормативной трудоемкости, включающих базовую величину трудоемкости и интервал возможного изменения. Интервальные значения вводятся на соответствующих уровнях укрупнения объекта нормирования при неопределенности процесса, обусловленной входными значениями, методом решения проектной задачи и неопределенностью заданных характеристик конечного результата. Это достигается использованием адаптивных систем и моделей определения трудоемкости

Содержание принципиальных положений	Формы практической реализации
1	2
6. Обеспечение динамичности системы нормирования труда и ее восприимчивости к изменениям в научно-технической деятельности	Проведение систематического учета выполнения норм затрат труда и анализа качества норм и нормативов, пересмотр норм, корректировка нормативов, непрерывное обновление нормативно-статистической базы. Опережающая разработка аналитически-исследовательским методом нормативной базы трудоемкости применения новых программно-технических комплексов. Автоматизация процесса установления нормативной трудоемкости, ее оперативного учета и анализа при традиционных и автоматизированных процессах НИОКР
7. Создание нормативной основы внутрипроизводственных отношений	Введение в качестве первичной планово-учетной единицы производственного процесса в НИИ и КБ комплекса работ, завершающегося достижением определенного конечного результата, на который устанавливается наряду с нормативом трудоемкости нормативная величина заработной платы
8. Участие специалистов – исполнителей НИР и ОКР в процессе расчета нормативной трудоемкости работ	Привлечение специалистов в качестве экспертов при проведении соответствующих нормативных исследований по установлению значимых нормообразующих факторов. При аналитическом нормировании труда разработка информационно-логической модели процессов, выбор средств его реализации, проектирование рациональных процессов индивидуального и коллективного труда, установление параметров процесса по аспектам обоснования поручаются, как правило, самим исполнителям
9. Достижение экономического эффекта при установлении нормативной трудоемкости работ в сфере НИОКР	Соизмерение затрат труда на нормирование с результатами внедрения норм. Используемый в каждом конкретном случае метод нормирования труда должен с минимальными затратами на реализацию обеспечивать заданную точность разрабатываемых нормативных материалов и устанавливаемых норм затрат труда. Степень детализации нормируемого процесса оптимизируется по частному экономическому критерию с учетом масштабов работы и ее срочности. При экономическом обосновании величины нормативной трудоемкости используется механизм соизмерения конечного результата выполненной работы с ее стоимостью.

## 2. Классификация научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ

Для решения практических задач, связанных с расчетом трудоемкости, рекомендуется использовать основную классификацию научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, приводимую в таблице 2. Каждый тип классификации определяется особенностями организации процесса исследования и сферой проявления эффекта от внедрения его результатов: дальнейшее развитие научно-исследовательских работ.

Таблица 2.

Основная классификация научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ

Типы работ 1	Характеристика 2
Фундаментальные	<p>Результаты исследований являются основой для новых фундаментальных поисковых прикладных исследований и разработок.</p> <p>Качественно новый уровень и глубина исследования.</p> <p>Высокий внутринаучный эффект, определяющий возникновение нового направления в развитии науки и техники.</p> <p>Высокий уровень неопределенности в момент начала работы.</p> <p>Предоставленное время - неопределенное и как правило, длительное.</p> <p>Выход НИР в виде публикаций, докладов, сообщений.</p> <p>Конечная цель — открытие</p>
Поисковые	<p>Результаты поисковых исследований могут быть использованы в дальнейших поисковых и прикладных исследованиях и разработках.</p> <p>Высокий уровень новизны и глубины исследований.</p> <p>Меньший по сравнению с фундаментальными исследованиями общенаучный эффект.</p> <p>Меньший по сравнению с фундаментальными исследованиями, но относительно высокий уровень неопределенности результатов.</p> <p>Время выполнения работы — длительное, но регламентированное.</p> <p>Возможность оценки технико-экономической целесообразности исследования.</p> <p>Возможность расчета экономического эффекта от внедрения результатов исследования</p>
Прикладные	<p>Направленный характер исследований, что является основой для развития конкретных разработок.</p> <p>Новизна в постановке, решении задач и научный приоритет или патентоспособность.</p> <p>Малый уровень неопределенности в достижении результатов.</p> <p>Время на выполнение исследований регламентировано.</p> <p>Результатом работы являются макеты, методики, схемы и т.д., которые могут быть использованы в начале разработок.</p>

Типы работ	Характеристика
1	2
	Рекомендуется расчет экономического эффекта от внедрения результатов исследования
Разработки	Наличие материального конечного результата. Разработки ориентированы на внедрение в производство и эксплуатацию. Результат должен быть технически лучше, чем тот, что имеется в стране и за рубежом. Обязателен расчет экономического эффекта от внедрения результатов Разработки. Порядок и сроки проведения исследований регламентированы
Опытно-конструкторские	Ориентированы на создание новых образцов техники (процессов), внедряемых на производстве в эксплуатацию. Обязателен расчет экономического эффекта от внедрения результатов ОКР в народном хозяйстве. Содержание и порядок работ унифицированы и регламентированы. К ОКР относятся: создание образцов новой техники, комплексов и систем машин, агрегатов, станков, приборов, отвечающих заданным требованиям; модернизация существующих образцов; механизация и автоматизация основных и обеспечивающих процессов на предприятиях и т.д.

Классификация научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ проводится по данным, получаемым из технической документации на исследования и разработки. В качестве основных принципов проведения классификации работ рекомендуются следующие:

- классификации подлежат все разрабатываемые и ранее созданные изделия, имеющие перспективы использования в новых разработках целиком, отдельными частями или принципов их действия;
- классификация должна охватывать все конструктивные и функциональные части разрабатываемых изделий (систем);
- классификация должна осуществляться по минимальному количеству признаков;
- классификация должна проводиться по принципу взаимного исключения признаков;
- признаки не должны быть малозначимыми, иметь неоднозначную оценку, не могут дублировать друг друга;

- формулировки признаков классификации не должны допускать отнесения объектов к двум и более признакам, характеризующим один классификационный тип;

- признаки классификации должны устанавливаться логическим путем;

- значения классификационных признаков устанавливаются на ранних стадиях проектирования.

С целью более полного описания научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, выступающих объектами нормирования, в развитие основной классификации производится дополнительная классификация работ по частным признакам, приводимая в таблице 3.

Целесообразность проведения классификации по всем классообразующим признакам определяется в каждой конкретной организации самостоятельно исходя из специфики ее деятельности.

Таблица 3

Дополнительная классификация научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ

Признак 1	Качество признака 2	Характеристика 3
Научно-технический уровень предполагаемых или достигнутых разработок	Превышает мировые достижения	Получение принципиально новых результатов, неизвестных науке, разработка новых теорий открытие закономерностей, создание принципиально новых устройств, веществ, способов.
	Находится на уровне мировых достижений	Установление некоторых общих закономерностей, разработка новых устройств, методов, способов, алгоритмов, принципиальные усовершенствования.
	Приближается к мировым достижениям	Положительное решение поставленных задач на основе простых обобщений, анализ связей между факторами, распространение неизвестных принципов на новые объекты, воспроизводство устройств, агрегатов.
	Тривиальный	Описание отдельных элементарных факторов, реферативные обзоры, передача и распространение опыта.

Признак	Качество признака	Характеристика
1	2	3
Перспективность	Первостепенные	Имеющие значение для прогресса всей сферы науки во всех странах, обеспечивающие пропорциональность развития науки в стране.
	Важные	Способствующие повышению производительности труда в будущем, удовлетворяющие возникшие потребности.
	Полезные	Способствующие повышению производительности труда, но перспективы применения не ясны
Возможный масштаб внедрения	Народнохозяйственный	Могут использоваться в нескольких отраслях, имеют значение для развития сопряженных наук.
	Отраслевой	Могут использоваться только в масштабе одной отрасли.
	Локальный	Могут использоваться только в масштабе конкретной организации
Степень вероятности успеха	Большая	Успех весьма возможен, имеются прецеденты.
	Умеренная	Предложения технически осуществимы.
	Малая	Теоретически осуществимо, рискованная идея
Источники финансирования	Госбюджетные	Научные работы, выполняющиеся по государственному заказу и финансируемые за счет средств государственного бюджета.
	Хоздоговорные	Научные работы, проводимые за счет поступления средств по договорам с заказчиками
Продолжительность выполнения работ	Долгосрочные Среднесрочные Оперативные	Более двух лет Один-два года Менее одного года
Масштаб работ	Научное (научно-техническое) направление	Наиболее крупная научная работа, имеющая самостоятельный характер и посвященная решению важной задачи развития данной отрасли науки и техники. Решение того или иного научного направления возможно усилиями ряда научных учреждений. Целесообразно, чтобы координацию осуществляли союзные центры или центры экономических районов. Часть научного (научно-технического) направления, которая представляет либо один из возможных путей решения направления, либо обособленную научную (научно-техническую) задачу, обеспечивающую в дальнейшем решение данного направления. Научная работа может решаться в виде целевой научно-
	Научная (научно-техническая) проблема	
	Научная тема	
	Этап осуществления темы	
	Подэтап осуществления темы (научный вопрос)	

Признак 1	Качество признака 2	Характеристика 3
		<p>технической программы, которая является комплексом взаимосвязанных по ресурсам, исполнителям, срокам работ, или в виде мероприятий, направленных на решение крупной проблемы развития науки и техники. Координацию должны проводить головные научные учреждения. Часть проблемы, которая решается, как правило, в пределах научного учреждения, является основной единицей тематического плана при финансировании, планировании и учете работ. Цель темы — эффективное решение конкретной задачи исследования, патентных или экономических работ и т.д. Раздел темы, имеющий самостоятельное значение, являющийся иногда объектом планирования и финансирования. В некоторых случаях сдается заказчику отдельно. Ответственными за решение этапа темы являются научные отделы института (организации). Часть этапа темы, представляющая объект внутреннего планирования. Ответственными за решение являются отдельные лаборатории, научные работники (группы работников)</p>
Характер работ	<p>Исследовательские Информационные Конструкторские, технологические, опытные работы Организационно- экономические</p>	<p>Работы, включающие все виды исследований (ФИ, ПИ), которые решают задачи, соответствующие данной отрасли науки. Работы, направленные на улучшение поиска и совершенствование анализа научной (и научно-технической) информации. Важнейшей составной частью информационных работ являются патентные исследования. Часть работ, входящих в процесс выполнения ОКР. Научные работы, направленные на совершенствование организации и планирования производства, разработку методов организации труда и управления, классификации и оценки эффективности научных работ и т.д.</p>

В силу недетерминированности как процесса поиска, так и результата, а также специфичности условий выполнения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ целесообразно

составлять свой конкретный классификатор выполняемых работ. В этом случае классификатор фактически представляет собой систематизированный перечень видов работ, всегда имеющий ограниченный и обозримый объем конкретных работ и признаков их классификации.

Процесс нормирования и разработки нормативов трудоемкости обусловлен характером технологии выполнения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, поэтому необходима разработка перечней работ, составляющих «технологический процесс» исследований и разработок. Основой составления таких перечней являются нормативные документы, в которых фиксируются определенные стадии разработки и этапы работ по созданию новых изделий. Этапы работ подразделяются на виды работ. Количество видов работ зависит от уровня специализации и специфики научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ.

Несмотря на разнообразие НИР и ОКР процессы их выполнения состоят из одних и тех же стадий. Это позволяет унифицировать и регламентировать содержание и порядок выполнения работ на каждой стадии.

Принцип постадийного распределения ответственности при решении задач НИОКР предопределил деление работ на научно-исследовательские и опытно-конструкторские. Однако в настоящее время определение происходит главным образом по предметному, а не технологическому принципу. Более того, в условиях интенсификации разработок и динамизма процесса НИОКР становится не исключением, а правилом совмещение стадий и этапов процесса НИОКР, когда НИР заканчиваются выпуском эскизного проекта или опытного образца, а ОКР включают большое количество научно-исследовательских работ, что приводит к недостаточности указанных в таблицы 2 и 3 классификационных признаков для построения системы нормативов. Особенно это характерно для разработки систем большого масштаба.

Качественно отличаясь от вопросов, которые ставятся при проектировании, например, приборов и устройств, вопросы проектирования больших технических систем (БТС) включают первые, что позволяет проводить классификацию научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ применительно к БТС.

Процесс проектирования БТС распадается на две достаточно выраженные самостоятельные части: а) выбор и организацию функций и структуры системы в целом; б) выбор и проектирование компонентов системы различного уровня агрегирования.

Каждая из названных самостоятельных частей требует и проектировщиков различной специализации. Одновременно при проектировании БТС производится множество вспомогательных специализированных работ, достаточно больших по объему. Для их выполнения привлекаются специализированные подразделения и организации. Решаемые при этом задачи крайне различны, но взаимообусловлены информационно.

Поэтому при проектировании БТС предлагается еще один классификационный признак — вид решаемых задач, или, поскольку подразделения, получая входную информацию, устраняют неопределенность, вид снимаемых неопределенностей. Наиболее часто встречающиеся из них следующие: теоретические системные; теоретические функциональные; технические системные; технические функциональные; технические конструкторские; технологические; метрологические; методологические; по математическому обеспечению; по обеспечению надежности; расчетные на прочность, жесткость, тепло и др. В итоге рекомендуется образовывать трехкоординатные классификаторы выполняемых работ, осями которых являются:

1. Членение объекта НИОКР.
2. Членение процесса НИОКР (состав стадий, этапы работ).
3. Виды снимаемых неопределенностей.

Такой подход к формированию классификаторов составляет одну из основ автоматизированной системы определения трудоемкости. Создается возможность образования норм и нормативов трудоемкости с различной степенью дифференциации и агрегирования, что в свою очередь позволяет производить уточнение трудоемкости по мере поступления новой информации об объекте, процессе, структуре исследования (разработки). Также это первый этап при разработке локальных норм труда на выполнение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ на основе укрупненных.

### 3. Факторы трудоемкости научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ

Под факторами трудоемкости понимаются характеристики НИР и ОКР как объектов нормирования, а также параметры производственной среды, обуславливающие уровень необходимых трудозатрат для достижения заданного результата. Характеристики и параметры, принимаемые за факторы трудоемкости работ, должны удовлетворять следующим условиям: наличие логической связи между факторами трудоемкости и объемом нормирования, возможность определения количественных и качественных характеристик факторов до начала выполнения работ, независимое существование факторов друг от друга.

Для решения практических задач установления трудоемкости НИР и ОКР выделяют факторы *обобщающие и частные* (организационно-технические и др.).

*Обобщающими факторами*, определяющими трудоемкость работ в сфере НИОКР, являются: уровень неопределенности, сложность и новизна исследований и разработок, а также их масштабы.

Процесс выявления уровня неопределенности НИОКР представляет собой ориентированный поиск содержания отдельных компонентов по уровням проводимых исследований (проблема, задача и т.д.) в соответствии с логикой поэтапного перехода из начального состояния к цели.

Обращение к компонентам позволяет представить процесс выполнения любого исследования как последовательное преобразование неопределенности в конкретное содержание каждой из них. При этом принимается, что процесс поиска содержания каждой компоненты проходит следующие информационно-содержательные уровни неопределенности: 1) информация отсутствует; 2) найдено полное множество вариантов; 3) выбран единственный вариант.

При оценке уровня неопределенности предмета НИОКР рекомендуется использовать типовые компоненты процесса НИОКР и отношения между ними. Типовыми компонентами являются:

1. Цель НИОКР и способ ее задания, выступающие внутренним ориентиром для выполняемого исследования и служащие эталоном сравнения для фактически полученного результата.

2. Исходные данные, характеризующие начальное состояние исследования и раскрывающие степень новизны цели.

3. Требования к будущему результату, выступающие внешним ориентиром выполняемого исследования.

4. Способ достижения, цели, характеризующий реальную возможность ее достижения, и его новизна, необходимые виды ресурсов.

5. Фактически полученный результат, раскрывающий степень соответствия установленной цели.

Конкретные работы на уровне задач, выполненные в ходе других научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, существенно отличаются друг от друга по степени новизны и повторяемости, что в совокупности выражается в уровне неопределенности. С позиции снятия неопределенности все решаемые задачи условно можно разделить на семантически оригинальные и повторяющиеся. Поскольку вторые являются частным случаем первых, то для оценки уровня неопределенности при установлении трудоемкости НИОКР следует использовать единый методологический подход.

Уровень неопределенности НИОКР как фактор трудоемкости самый динамичный, так как весь процесс НИОКР целенаправлен на получение новой информации, уменьшающей начальную неопределенность. Из этого следует, что момент оценки уровня неопределенности должен совпадать с моментом решения задачи по определению затрат труда.

Начальный уровень неопределенности объективно зависит от полноты имеющегося научного задела. В случаях, когда работа формально

начинается не с начальных этапов, а с промежуточных или завершенных, необходимо провести оценку имеющегося задела и объема предстоящих доработок.

Следующий обобщающий фактор трудоемкости — сложность НИОКР. Она может рассматриваться по двум направлениям: объектам НИОКР и процессам НИОКР. Существует возможность оценки сложности и объектов, и процессов НИОКР, но для решения практических задач определения трудоемкости рекомендуется обращаться к одному из обобщающих показателей сложности, поскольку они взаимообусловлены и коррелируют друг с другом.

Обычно для оценки трудоемкости НИР привлекают фактор сложности процесса и новизны результата исследования, а при оценке трудоемкости проведения разработок и опытно-конструкторских работ — сложность объекта и новизны процесса разработки.

Сложность объектов рассматривается в двух разрезах: структурном и параметрическом. Структурная сложность разрабатываемых объектов (систем) связана с качественными и количественными характеристиками уровней структуризации, проблемами компоновки и взаимосвязи функциональных частей объекта. Характеристиками структурной сложности могут быть агрегатность (модульность) изделия, наличие и число устройств различного типа и т.п. Параметрическая сложность характеризуется степенью влияния технических параметров объектов на трудоемкость их проектирования. К этим параметрам относят также характеристики среды и других условий, в которых будут эксплуатироваться разрабатываемые объекты.

Методики количественной оценки конкретных факторов сложности обычно предусматривают образование соответствующих групп сложности. Для формирования групп сложности сначала производится классификация объектов разработки по тематическим направлениям, а также общему и функциональному назначению изделий. Таким образом отражается в

общем виде проявление структурной сложности объектов. Затем в пределах классификационных групп объектов производится образование групп параметрической сложности изделий.

Степень влияния параметров на трудоемкость проектирования, выражаемая посредством коэффициента сложности, оценивается с использованием корреляционного и регрессионного анализа. Методический подход к определению коэффициента сложности должен быть различным для статистических совокупностей большого и малого объема.

Обычно требуется решать задачу оценки сложности объектов разработки при наличии небольшого числа изделий в классификационной группе. Кроме того, вариационные ряды значений отдельных технических параметров чаще всего меняются неоднозначно (неравномерно, в противоположных направлениях и т.п.). Поэтому рекомендуется образовать сначала группы сложности отдельно по каждому значимому параметру, а затем произвести расчет интегрального показателя сложности и сформировать группы сложности изделий для данной классификационной группы объектов разработки. Методика формирования групп сложности изделий приведена в приложении 2.

Заключительным обобщающим фактором трудоемкости является новизна НИОКР. Новизна НИОКР рассматривается в двух аспектах: новизна результата (объекта) исследования (разработки); новизна процесса исследования (разработки).

Новизна разрабатываемого объекта характеризуется уровнем изменения технических параметров нового изделия по отношению к прошлым разработкам и долей измененной части создаваемого нового объекта.

Применительно к ОКР предлагается рассматривать новизну результата (объекта) как качественный фактор, имеющий пять возможных состояний представленных в таблице 4.

## Характеристики новизны объекта и процесса разработки

Заданная новизна результата	Возможные состояния уровня новизны на подэтапах процесса разработки			
	Выбор принципа решения проектной задачи	Сбор информации	Реализация принципа решения задачи	Применение результатов решения
Воспроизведение существующих решений	Использован известный принцип	Систематизация информации, относящейся к объекту разработки и возможным условиям его функционирования	Использованы существующие функциональные элементы Для использования существующих функциональных элементов преобразованы способы их соединения	Разработка заканчивается созданием опытного образца  Разработка заканчивается созданием серийного образца
Модификация существующих решений	Выбран один из нескольких существующих принципов			
Модернизация существующих решений	Выбран один из нескольких принципов и изменен применительно к конкретной задаче	Переработка информации применительно к решаемой задаче		
Создание новых разработок с полным циклом ОКР и экспериментальных проверок	Потребовалось создание нового принципа решения задачи	Для решения задачи потребовалось получение новых данных экспериментальным путем	Потребовались преобразование части функциональных элементов и создание новых способов их соединения	
			Потребовалось создание значительного числа новых функциональных элементов и новых способов их соединения	
Создание новых разработок на основе новых конструктивных принципов			Создание совершенно новых способов решения задачи	

Для характеристики новизны процесса разработки производится его условное членение на четыре подэтапа: выбор принципа решения проектной задачи, сбор информации, реализация принципа решения задачи, применение результатов решения.

По каждому подэтапу, исходя из возможных его состояний, представленных в таблице 4, определяется достигаемый качественный уровень новизны процесса разработки.

Интегральный коэффициент новизны процесса разработки ( $K_n$ ) рассчитывается по формуле:

$$K_n = \prod_{i=1}^4 X_{ii}^{a_i},$$

где  $a_i$  — показатели регрессии зависимости трудоемкости от частных характеристик новизны, полученные путем анализа статистическими методами;

$X_{ii}$  — экспертные оценки частных характеристик достигаемой новизны на подэтапах процесса разработки.

Методика формирования групп новизны проектируемых изделий приведена в приложении 3.

В целях всестороннего и глубокого обоснования трудоемкости работ обобщающие факторы дополняются группой частных, отражающих организационные и технические условия, в которых реализуются процессы НИР и ОКР.

Для НИР такими факторами выступают:

1. Новизна для исполнителей задачи и способа достижения цели (наличие информационного задела и практического опыта выполнения подобных работ данными исполнителями).

2. Доступность информации об объекте исследования (о состоянии научно-технического задела, совершенстве информационного обслуживания).

3. Интенсивность (срочность) выполнения работы (достаточность или острый дефицит времени на работу).

4. Соответствие квалификации исполнителей (наличие общего опыта НИР) уровню выполняемой работы.

5. Необходимость привлечения специалистов нового профиля, которых почти или совсем нет в организации.

6. Обеспеченность информационно-вычислительными ресурсами.

7. Обеспеченность материальными ресурсами.

8. Наличие соответствующей экспериментальной базы.

9. Организационная сложность работы (число участвующих подразделений, организаций).

10. Степень самостоятельности в проведении НИР.

11. Совершенство структуры управления процессом НИР.

Для ОКР такими факторами являются:

1. Существование необходимой для проведения ОКР научно-технической информации.

2. Достоверность и полнота исходных данных (обоснованность и стабильность заданных требований).

3. Достаточность времени на проведение полного цикла ОКР.

4. Обеспеченность трудовыми ресурсами.

4.1. Общая обеспеченность.

4.2. Обеспеченность специалистами, способными квалифицированно выполнять разработки.

4.3. Необходимость в специалистах нового профиля.

5. Обеспеченность новыми материалами и элементной базой.

6. Достигнутые масштабы и потенциальный уровень автоматизации исследований, проектирования, конструирования, эксперимента и испытаний.

7. Пригодность экспериментальной базы.

8. Пригодность базы опытного производства.

9. Степень самостоятельности в проведении НИОКР.

10. Территориальная целостность объекта проектирования и опытно-конструкторской организации (ОКО).

11. Совершенство формы организации и стимулирования труда специалистов и рабочих.

12. Совершенство структуры управления процессом НИОКР.

Факторы, влияющие на величину трудоемкости, действуют не изолированно, а в определенном взаимодействии, что обуславливает их совместное рассмотрение.

Высокие требования к уровню качества нормативной трудоемкости в современных условиях реализуются путем комплексного обоснования норм затрат труда (КОНТ).

Сущность КОНТ заключается в обосновании технологического и трудового процессов, лежащих в основе нормы, путем одновременного анализа всех факторов, влияющих на величину трудоемкости, и оптимизации значений варьируемых факторов (технических, экономических, психофизиологических, социальных).

К основным понятиям КОНТ относятся объекты обоснования, факторы, ограничения, критерии, алгоритм обоснования.

Объектом КОНТ специалистов является процесс решения инженерной (научной) задачи, т.е. технологическое и трудовое содержание и уровень затрат труда, предусматриваемый нормой.

Все факторы применительно к определенной работе (решению задачи) разделяются на факторы-условия (неизменные факторы), количественные и качественные характеристики которых не изменяются

при выполнении данной работы (новизна и сложность решаемой задачи и др.), и варьируемые (переменные) факторы (метод труда, режим взаимодействия с комплексом технических средств, организация взаимодействия с подразделениями-смежниками и т.д.).

Ограничениями называются значения варьируемых факторов, за пределами которых процесс выполнен быть не может или он недопустим. При нормировании затрат труда должны соблюдаться ограничения по достижению необходимого конечного результата деятельности (его качеству, стоимости, срокам), допустимым условиям труда, предельному уровню утомления, техническим характеристикам (быстродействию, объемам оперативной и внешней памяти технических средств, их программной и аппаратной совместимости) и др.

Поскольку действуют варьируемые факторы, возможны различные варианты процесса решения задачи и качества получаемого результата, а также норм затрат труда на его выполнение. Необходим выбор оптимального варианта, который осуществляется по экономическим критериям. Неоднородность инженерных и научных задач (нестандартность и различие в трудовом содержании их решения) исключает единый подход к формированию критериев экономической эффективности. Требуется выбор наряду с общим критерием частных критериев экономической эффективности. В качестве общего критерия выступает максимальная эффективность полученного результата решения задачи. Частными критериями могут быть минимальная стоимость получения технического решения, минимальные затраты на заработную плату исполнителям, минимальная стоимость используемых технических средств и др.

Алгоритм обоснования интерпретирует процесс КОНТ как сложный многозвенный процесс пошаговой оптимизации, предусматривающий определенную систему действий по реализации обоснования. Система действий по обоснованию раскрывается посредством общего алгоритма

КОНТ, который включает в себя ряд частных алгоритмов обоснования по разным аспектам.

Техническое обоснование предполагает учет технических характеристик предмета, средств, организации труда, включая организацию рабочих мест и санитарно-гигиенические условия труда, с целью оптимизации значений указанных характеристик и максимального использования технико-эксплуатационных возможностей применяемых технических средств.

Предметом и результатом труда инженерной деятельности является информация, поэтому в техническом обосновании необходимо в первую очередь отражение характеристик информации, состава, содержания и объема используемой информации, ее носителей (устная и письменная информация, информация в документированной форме, на магнитных носителях), средств обработки (средств труда — оргтехника, средства автоматизированного проектирования и др.), метода изменения, способа ее обработки (поиска, получения, восприятия, переработки, отображения новой информации, ее размножения, передачи, хранения). Суть технического обоснования сводится к достижению соответствия предмета труда (информации с ее параметрами) привлекаемым средствам труда для переработки информации, а также выбору рационального технологического процесса преобразования информации и получения новой информации. К техническому обоснованию относится также выбор метода поиска решения и технологическое описание оптимального процесса решения.

Организационное обоснование состоит в учете при проектировании трудового и технологического процессов организационных трудовых характеристик предмета труда, средств труда и самого труда работника. Центральное место в организационном обосновании норм затрат труда занимает построение рационального трудового процесса, начиная с выбора формы организации труда.

Экономическое обоснование заключается в учете ряда факторов и ограничений (стоимость и потребительная стоимость технических средств, срочность выполняемых работ, организация экономического механизма стимулирования деятельности специалистов), в выборе и обосновании экономических критериев для промежуточной и окончательной оптимизации трудового и технологического процессов, норм затрат труда, в нахождении оптимальных решений по результатам технического, организационного, психофизиологического, социального обоснования и их совместной оптимизации.

В ходе психофизиологического обоснования учитываются психофизиологические факторы и ограничения (предельный уровень утомления, оптимальный уровень интенсивности), влияющие на высокую производительность при сохранении на длительное время здоровья и работоспособности работников умственного труда.

Социальное обоснование предполагает устранение разобщенности в труде, обеспечение условий для повышения его содержательности и престижности, усиление творческой активности специалистов на основе преодоления сложившегося противоречия между удовлетворенностью свободным характером труда и неудовлетворенностью его фактическим содержанием из-за обилия неинженерных задач, что выражается в падении престижности труда на инженерных должностях, а также учет общеобразовательной, профессиональной подготовки и стажа работы,

#### **4. Система нормирования труда научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ**

Системный подход к проблеме нормирования труда реализуется в решении всего комплекса задач, стоящих перед нормированием. Система должна представлять собой определенное во времени и в пространстве множество элементов с известными свойствами и с упорядоченными связями между ними, ориентированными на выполнение ее целевой функции. Целевая функция системы нормирования труда научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (СНТ) заключается в установлении оптимального соотношения величины затрат труда на получение определенного его результата.

Она создает важнейшие предпосылки эффективного нормирования и стимулирования совместного труда коллективов ученых, инженеров и рабочих.

В составе СНТ выделяются четыре функциональные подсистемы:

- классификация объектов нормирования и организационно-технических условий работ;
- расчет трудоемкости работ и установление норм затрат труда;
- образование нормативной и статистической базы затрат труда;
- организация процесса нормирования труда.

Формирование СНТ научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ предусматривает систематизацию объектов нормирования и характеристик организационной среды создания научно-технической продукции.

Под объектом нормирования понимается совокупность работ или отдельные работы, имеющие конкретное содержание, которым обуславливается количество необходимого труда для их выполнения. Объект нормирования должен иметь определенные показатели, характеризующие результаты работы, ее содержание, повторяемость, а также моменты, фиксирующие начало и окончание работы.

Объекты нормирования рассматриваются в двух аспектах. С одной стороны, в привязке к объекту исследования и проектирования, а с другой — к субъекту проектирования, т.е. к работникам научных и проектно-конструкторских подразделений.

Основополагающим признаком формирования подсистемы объектов нормирования труда в сфере НИОКР приняты стадии жизненного цикла изделий. На каждой из стадий научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ у исследователей и разработчиков вполне определенные работы.

Вторым признаком систематизации объектов нормирования, при проектировании является структура самого технического комплекса и его особенности, обуславливающие содержание проектно-конструкторских и других работ.

Третьим - выступает структура производственной системы, в недрах которой создается технический комплекс и организационная структура управления ею (уровни и т.п.).

СНТ в научных организациях предусматривает интеграцию всех классификационных групп объектов нормирования в конкретных организационно-технических условиях в подсистему планово-учетных единиц (ПУЕ). ПУЕ выступает в качестве объекта установления норм времени и нормативной трудоемкости при оперативном и технико-экономическом управлении.

Решение всего комплекса задач нормирования труда в сфере НИОКР требует, в свою очередь, применения системы норм и нормативов затрат труда (СНН), позволяющей устанавливать нормы времени, нормативную трудоемкость, нормы выработки, нормы обслуживания, нормы числа подчиненных, нормы численности, нормы соотношений численности и нормированные задания (индивидуальные и коллективные) с разной степенью укрупнения. Основными видами норм, функционирующими в

СНТ, являются нормы времени и нормативы трудоемкости. Понятия о нормах и нормативах приведены в приложении 1.

К нормам и нормативам затрат труда предъявляются следующие основные требования: обоснованность, напряженность, сводимость норм и нормативов различной степени укрупнения.

Обоснованность — комплексная характеристика качества действующих норм, включающая, во-первых, достижение требований к норме в отношении ее точности (оптимальная точность определяется тем, каков ее уровень, необходимый для решения задач нормирования труда), во-вторых, применение рекомендуемого метода установления норм.

Требование обоснованности нормативов означает, что их разработка должна базироваться на достоверных статистических данных и теории комплексного обоснования нормативов.

Напряженность норм (нормативов) определяется уровнем интенсивности труда, закладываемого в норму (норматив). Нормы и нормативы должны базироваться на оптимальной интенсивности труда с точки зрения обеспечения стимулирующей роли нормы.

Требование сводимости норм и нормативов затрат труда различной степени укрупнения вытекает из структуры трудового процесса и должно обеспечиваться ступенчатым методом их разработки, при котором нормы (нормативы) каждого последующего уровня агрегации строятся исходя из предшествующего.

Уровни укрупнения системы норм и нормативов затрат труда формируются на основании классификации объектов нормирования с учетом задач, решаемых при помощи норм и нормативов.

Уровни укрупнения норм формируются исходя из структуры организационной системы управления с учетом стадий жизненного цикла проектируемых изделий. Уровни укрупнения нормативов традиционно привязываются к уровням естественной агрегации трудового процесса (совокупность работ, отдельная работа, элемент работы и т.д.) и к

соответствующим уровням декомпозиции объекта проектирования. В условиях хозрасчетных отношений при формировании уровней СНН приоритет отдается декомпозиции объекта и процесса проектирования, чтобы можно было определять трудоемкость достижения промежуточных и конечных результатов создания научно-технической продукции.

Для эффективного функционирования СНТ разрабатывается методическое, математическое, информационное, организационное, техническое и программное обеспечение.

Методическое обеспечение, включая математическое, содержит методики проведения классификаций объектов исследований и разработок, а также выполняемых научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, методики формирования групп сложности и новизны проектируемых изделий и выполняемых работ, методики обоснования трудоемкости НИОКР и заданий исполнителям, методики разработки нормативов и образования статистической базы, совокупность математических методов, моделей и алгоритмов решения задач нормирования труда и др.

Информационное обеспечение включает формы документов (индивидуальное и коллективное нормированное задание, карту обоснования трудоемкости работ, формы классификаторов и учетно-аналитических таблиц для образования нормативов, документы для анализа состояния нормирования и фактического выполнения работ в подразделениях), массивы информации и ее коды (сборники нормативов, банк аналогов, данные учета и т.п.), схемы движения потоков информации.

Содержание организационного обеспечения раскрывается посредством комплекса взаимодействующих организационно-методических решений и документов, в состав которого входят: регламенты содержания процесса НИОКР и рациональные организационно-технические условия выполнения работ; документы, обеспечивающие регламентацию содержания работ по обоснованию

трудоемкости и установлению норм, организации разработки нормативов, созданию статистической базы и ее хранению; документы, раскрывающие организацию процессов установления, внедрения, учета, анализа, пересмотра норм, корректировки и обновления нормативов по труду.

Программное и техническое обеспечение разрабатывается в случае создания СНТ с элементами автоматизации. Оно включает совокупность программ для ввода, обработки, хранения и выдачи нормативно-справочной информации посредством комплекса технических средств автоматизированной системы управления.

## **5. Методы нормирования труда специалистов занятых научно-исследовательскими и опытно-конструкторскими работами**

### **5.1. Характеристика применяемых методов нормирования труда**

Все применяемые методы нормирования труда сводятся к двум группам: аналитические (аналитически-исследовательский и аналитически-расчетный) и суммарные (экспертный, статистический, сравнительный).

Для нормирования научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ широкое распространение получили экспертные методы определения трудоемкости предстоящих работ, которые основаны на оценках, данных экспертами.

При использовании аналитических методов трудоемкость определяется как функция параметров разрабатываемого изделия и содержания выполняемых работ.

Экспертные методы используются при определении трудоемкости работ, отличающихся принципиальной или значительной новизной, выполнение которых сопряжено с большим объемом научного или научно-технического творчества. К таким работам относятся практически все фундаментальные и поисковые НИР, значительная часть прикладных научных исследований и небольшая часть особо сложных ОКР.

Аналитические методы требуют накопления больших массивов информации, характеризуются сложностью расчетов, проводимых заново для каждого исследования и проектируемого изделия. Среди аналитических методов известны аналитически-расчетные и аналитически-исследовательские, различающиеся как источниками исходных данных, так и способами описания нормируемого процесса, процедурами решения задач нормирования труда.

Аналитически-расчетные методы применяются для НИР и ОКР, технология выполнения которых повторяется и хорошо отлажена.

Аналитически-исследовательские методы используются для НИР и ОКР, отличающихся высокой новизной, неопределенностью процесса и результата.

Качество определяемых нормативных значений зависит от точности исходных данных. Так, нормативная трудоемкость проведения прикладных НИР и фундаментальных исследований, получаемая с помощью экспертных методов, как показала практика, фактически определяется с погрешностью  $\pm 20+30\%$ . При использовании опытно-статистических методов погрешность составляет  $\pm 10+20\%$ , а при применении аналитических -  $\pm 10\%$  и менее в случае полного объема входной информации. Этим положением следует руководствоваться при оценке качества исходных данных и выборе метода определения нормативной трудоемкости работ.

В каждую из указанных выше групп входит немало разновидностей различных методов. Так, среди экспертных методов наибольшую известность приобрели индивидуальный, групповой. Из статистических методов следует назвать метод полной аналогии, метод структурной аналогии, типовых видов работ, типовых элементов и т.п.

В аналитически-расчетных методах наибольшее распространение получило применение параметрических моделей определения трудоемкости в зависимости от одной или нескольких характеристик изделия и удельных нормативов (типовых норм) на единицу работы (разработка чертежа, схемы и т.п.). Среди аналитически-исследовательских методов известны экспертные исследования с использованием ранговой корреляции факторов трудоемкости и адаптивное моделирование на основе комбинации теории распознавания образов и математической статистики. Аналитически-расчетные методы в настоящее время являются основными.

Имеется опыт создания комплексных методов, сочетающих в себе качества методов различных групп. Точностные характеристики таких

методов обусловлены соотношением основных методов. Так, например, сочетание в одной методике статистического и экспертного или аналитического и экспертного методов фактически даст результаты выше экспертных методов, причем качество полученных нормативов трудоемкости работ зависит от доли используемых методов.

### **5.2. Аналитически-расчетный метод**

Аналитически-расчетный метод нормирования труда в большей степени отвечает задаче установления обоснованных значений трудоемкости работ. Он предусматривает предварительное изучение содержания предстоящих работ, проектирование организации труда, выбор рациональных методов решения исследовательских и проектных задач. При этом методе подлежащая нормированию работа с целью анализа расчленяется на составные части и технологические элементы.

Базой расчета норм являются обычно различные нормативные материалы. Они включают в себя единые, типовые, отраслевые и местные нормативные материалы с разной степенью укрупнения. При нормировании научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ основное место в нормативной базе для тематических подразделений составляют местные нормативно-справочные материалы, отражающие особенности проводимых разработок и организационный уровень их выполнения. Краткое содержание этапов разработки нормативов трудоемкости приведено в таблице 5.

Таблица 5

## Содержание основных этапов разработки нормативов трудоемкости НИР и ОКР

Этапы разработки	Содержание работ на этапе	Получаемые результаты
1	2	3
1. Установление объектов нормирования	Систематизация объектов по уровням агрегирования: 1. НИР или ОКР в целом, виды специализированных работ (снимаемых неопределенностей). 2. Этапы НИР и ОКР, отдельные виды работ, отдельные процедуры, операции. 3. Система, комплекс, прибор, блок, типовой элемент замены, сборочная единица (деталь)	Система объектов нормирования с разной степенью агрегирования
2. Проведение классификации работ	1. Выделение основных направлений тематического плана. Создание системы классификационных групп на основе типовых представителей 2. Разработка типовых, наиболее вероятных гибких перечней работ по: - степени агрегирования объекта НИОКР; - степени агрегирования процесса НИОКР; - видам специализированных работ; - видам разработок по применению и функциональному назначению, структурной сложности	Классификаторы объектов и работ, гибкие типовые перечни работ.  Типовые организационно-технические условия
3. Установление факторов, определяющих величину трудоемкости выполняемых работ	1. Определение наборов факторов и их возможных состояний. При необходимости априорное задание функций их распределения. 2. Определение вида и величины корректирующих коэффициентов. Установление групп и коэффициентов сложности и новизны	Структура моделей определения трудоемкости
4. Сбор и математическая обработка первичной информации. Разработка нормативов трудоемкости	1. Очищение информации от непроизводительных потерь. 2. Установление средних величин. Определение базовой трудоемкости. Разработка аналитических таблиц или математических моделей. 3. Установление величины трудоемкости для конкретных структурных единиц. Решение задач обучения и дообучения с использованием специальных алгоритмов (в несколько итерационных циклов).	Экономико-математические модели определения трудоемкости. Нормативы. Процедуры применения
5. Оценка качества и эффективности разработанных нормативов	1. Оценка точности нормативов: - оценка достоверности нормативов; - оценка сходимости нормативов различного иерархического уровня; - оценка соответствия степени дифференциации нормативов решаемым задачам - планирования и управления 2. Корректировка моделей и нормативов	Откорректированные нормативы (модели) определения трудоемкости

Нормативная база по научно-исследовательским и опытно-конструкторским работам предназначается главным образом для установления трудоемкости работ по созданию новых изделий, проходящих все стадии и этапы разработки. Во-вторых, она должна быть пригодна с применением соответствующей корректировки для определения необходимых затрат времени на разработку технической документации на различные модификации основных изделий. Что касается трудоемкости конструкторских и экспериментальных работ по доводке изделий, находящихся в серийном производстве и эксплуатации, то она определяется преимущественно не по заранее разработанным нормативам, а на основе статистических данных о затратах труда на доработки, которые имели место в прошлом.

Нормирование аналитически-расчетным методом осуществляется укрупненно и дифференцировано. Уровней укрупнения обычно бывает 3 — 4. Их число связано с уровнями планирования и стадиями разработки. Рекомендуется выделять следующие четыре уровня укрупнения нормирования труда по научно-исследовательским и опытно-конструкторским работам:

первый уровень — предварительное определение трудоемкости выполнения в целом тем, стадий, этапов;

второй уровень — определение трудоемкости работ на стадиях и этапах;

третий уровень — определение трудоемкости комплексов работ по объектам нормирования в научно-тематических подразделениях (отделах, бригадах, секторах);

четвертый уровень — определение трудоемкости работ в индивидуальных и коллективных заданиях исполнителям.

На первом уровне укрупнения для определения трудоемкости НИОКР используются обычно нормативно-справочные данные о трудоемкости изделий-аналогов (банк аналогов) и нормативы

соотношений трудоемкости по стадиям и этапам создания новой техники (таблица 6). Последние требуются для обоснованного распределения ресурсов по стадиям и этапам темы. При наличии в организации статистической базы с функционально-конструктивными признаками изделий, классифицированными по тематическим направлениям, рекомендуется аналитически-расчетная методика с обоснованием параметрической сложности и оценкой новизны процесса разработки изделий (см. приложения 2,3).

Необходимым условием для обоснованного определения трудоемкости темы на стадии технического предложения является создание банка аналогов. На этом уровне укрупнения трудоемкость работы может быть определена также по укрупненным нормативам удельных затрат.

На втором уровне укрепления для аналитически-расчетного нормирования работ на стадии эскизного, технического и рабочего проектирования определенных типов изделий применяются удельные нормативы трудоемкости работ. Нормативы содержат среднее время на выпуск одного приведенного к формату А4 или натурального конструкторского документа.

Для установления трудоемкости ( $T_n$ ) определяются группы сложности и новизны разработки, удельная величина трудоемкости ( $t_{ij}^n$ ), приходящаяся на один формат приведенной документации А4. Предполагаемый объем документации ( $V_n$ ) определяется по аналогу, выбранному для данного изделия из банка аналогов. Найдя эти данные, определяем трудоемкость по формуле

$$T_n = \sum_{n=1}^m t_{ij}^n \cdot V_n \cdot k_y,$$

где  $k_y$  – коэффициент общей унификации, понижающий трудоемкость по мере роста уровня унификации разработки;

$m$  – число конструктивных (функциональных) объектов разработки в работе.

Наряду с табличной формой, содержащей удельные нормативы, могут быть представлены нормативы в виде многофакторного уравнения, например:

$$T_{н} = 2,66 + 1,17x_1 + 2,64x_2 + 0,35x_3 + 0,71x_4 - 0,29x_5 + 0,52x_6,$$

где  $T_{н}$  – трудоемкость разработки зеркальных антенн;

$x_1$  – точность изготовления рефлектора;

$x_2$  – масса антенны;

$x_3$  – габаритный объем;

$x_4$  – число основных деталей;

$x_5$  – число типоразмеров основных деталей;

$x_6$  – площадь отражающей поверхности.

Условием применения многофакторных нормативных зависимостей является наличие определенных параметрических рядов разрабатываемых изделий и первичной статистической информации, характеризующей трудоемкость ранее выполненных работ.

На третьем уровне укрепления нормирования, который обычно имеет место на стадии рабочего проектирования, требуется устанавливать необходимые затраты на каждом этапе этой стадии по всем работам, включаемым в план тематических подразделений. Обычно эта степень укрупнения соответствует полной номенклатуре работ сетевого графика и типовым перечням работ.

Нормативы этого уровня укрупнения отражают трудоемкость работ как в абсолютном (часах), так и в относительном измерении (%).

Трудоемкость разработки конструкторской документации определяется по следующей формуле:

$$T_{эт} = \left( \sum_{i,j} t_{i,j}^{н} \cdot V_{д}^{эп} + \sum_{i,j} t_{i,j}^{т} \cdot V_{т}^{эп} \right) \cdot K_y,$$

где  $T_{эт}$  – трудоемкость этапа проектирования;

$t_{ijч}^n, t_{ijт}^n$  - удельная нормативная трудоемкость чертежей и текстовой документации соответственно;

$V_d^{an}, V_m^{an}$  - соответственно объем чертежей и текстовой документации, определенный по аналогу;

$K_y$  - коэффициент общей унификации.

Трудоемкость выпуска конструкторской документации на отдельные изделия определяется по формулам:

$$T_{ч} = \sum_{ij} t_{ijч}^n \cdot V_d \cdot K_y; T_{т} = \sum_{ij} t_{ijт}^n \cdot V_{т}$$

где  $T_{ч}, T_{т}$  - трудоемкость выпуска чертежей и текстовой документации.

Для установления значения  $K_y$  по отдельным изделиям определяется степень унификации конструкции. Она характеризуется долей заимствованных, унифицированных, стандартизированных и покупных узлов, деталей, условно приведенных к формату А4. Трудозатраты, требующиеся на заимствование документации, составляют до 20% от ее разработки, что отражается коэффициентом унификации ( $K_y$ ), на величину которого корректируется трудоемкость выпуска комплекта чертежей (таблица 6).

Таблица 6

Значения коэффициента унификации							
Степень унификации, %	10	20	40	60	80	90	100
Коэффициент унификации $K_y$	0,95	0,85	0,75	0,60	0,40	0,20	0,10

В организациях, для которых характерно применение функционально-блочного метода проектирования при определении трудоемкости на третьем уровне укрупнения, наряду с типовыми перечнями работ требуются также перечни (состав, параметры и количество) комплектующих и подлежащих разработке блоков, устройств,

элементов, входящих в каждый функционально обособленный объект проектирования.

Например, требуется установить трудоемкость разработки секции. В соответствии с техническим заданием определяются параметры аппаратуры, необходимые для расчета по нормативам трудоемкости разработки каждого вида новой аппаратуры, входящей в данную секцию.

*На четвертом (нижнем) уровне укрупнения образуются нормативы времени на типовые инженерные работы с меньшей привязкой их к конкретным видам изделий. Номенклатура наименований работ в нормативах ориентируется на перечень типовых работ, поручаемых исполнителям, например разработка чертежа общего вида, разработка функциональной схемы, составление ведомостей, спецификаций, эксплуатационных документов, корректировка чертежей и т.д.*

Укрупненные типовые нормы времени на выполнение ОКР приводятся в сборнике «Типовые нормативы времени на разработку конструкторской документации».

Трудоемкость работ рассчитывается по тем же формулам, которые применяются на третьем уровне укрупнении нормирования. Порядок применения нормативов для установления нормированных заданий приводится в разделе 6.

### **5.3. Аналитически-исследовательский метод**

#### **5.3.1. Разновидности методик аналитически-исследовательского нормирования труда**

Аналитически-исследовательский метод нормирования трудовых затрат на НИОКР (АИМ) основан на анализе (прогнозировании) содержания предстоящих исследований и разработок (ИР) и проектировании (выборе) рационального процесса их выполнения. АИМ позволяет наиболее полно отразить динамику содержания и условий

выполнения ИР в научных организациях. Этот метод является прогрессивным и в настоящее время развивающимся, но трудоемким.

Неопределенность процесса ИР часто делает неприемлемым аналитически-расчетный метод нормирования труда. В то же время существует объективная необходимость возможно более точного предвидения трудоемкости работ при использовании экономических методов управления в сфере НИОКР и переходе научных организаций на договорную работу, что настоятельно диктует применение в этих целях АИМ.

Предпосылками применения АИМ являются:

1. Высокая неопределенность процессов ИР, динамичность содержания, сбои в реальных процессах, гибкая корректировка проектируемых систем посредством присущих ИР обратных связей, необходимость уточнения оценок трудоемкости по мере появления новой информации об объекте, процессах, аналогах и т.п.

2. Изменение средств, условий и содержания процесса исследований и проектирования при использовании и непрерывном развитии программно-технических комплексов автоматизации (АСНИ, САПР, АСКи т.п.).

3. Возникновение других условий функционирования разрабатываемых объектов при неизменности технических параметров.

4. Изменяющийся качественно и количественно состав входной информации в процессе ИР.

5. Изменения уровня ресурсного обеспечения и временных ограничений, обуславливающие изменение технологии работ.

6. Переход на новые условия деятельности коллектива исполнителей (формы организации и стимулирования труда, хозяйственный расчет, договорные цены на научную продукцию и т.п.).

7. Отсутствие в практике научных организаций систематического выявления, учета и анализа факторов, оказавших влияние на формирование действительных затрат труда по ранее выполненным ИР.

АИМ характеризуется рядом присущих ему черт:

1. Нормирование труда сочетается с проектированием процесса ИР.

2. Осуществляется структурное, функциональное и параметрическое моделирование технологического и трудового процессов ИР.

3. Метод реализуется в рамках специально образуемых диалоговых систем: человек (лицо принимающее решение — ЛПР) — человек (группа экспертов); человек — ЭВМ; коллектив экспертов с правами ЛПР — ЭВМ; некоторые сочетания первых трех систем.

4. Производится текущая адаптация исходных структурно-логических и параметрических моделей процесса.

5. Используются диалоговые процедуры решения задач нормирования труда.

6. В процессе решения реализуется несколько итерационных циклов.

7. Нормирование осуществляется с участием высококвалифицированных компетентных должностных лиц — непосредственных руководителей хода ИР.

В теории и на практике существуют различные формы и методики АИМ, отличающиеся, во-первых, типом диалоговой системы для решения задач нормирования, во-вторых, уровнем развития методического, информационного и программного обеспечения системы нормирования труда (таблица 7).

## Систематизация методики аналитически-исследовательского нормирования труда

Тип диалоговой системы	Основной источник информации для описания ИР и оценки ее трудоемкости	Виды используемого методического обеспечения		
Человек (ЛПР) – человек (группа экспертов)	Коллективный интеллект	Использование банка типовых информационно-логических моделей	Применение предварительно разработанных структурно-параметрических моделей процесса	Построение информационно-логических и структурно-параметрических моделей в ходе решения задачи нормирования
Человек (ЛПР) - ЭВМ	Интегральный интеллект	Имитационное моделирование на основе структурного и корреляционно-регрессионного анализа	Информационно-логическое моделирование на основе структурно-функционального анализа с использованием типовых компонент	Адаптивное моделирование на основе комбинации кластерного анализа и математической статистики
Коллектив экспертов (ЛПР) - ЭВМ	Коллективный интегральный интеллект	Сочетание оценки трудоемкости ИР с определением реальной возможности достижения цели, способа достижения цели, его новизны и необходимых для этого видов ресурсов на основе эвристических моделей творческих процессов, реализуемых с использованием развитого информационного и программного обеспечения на специализированных терминальных станциях коллективного диалога		

### **5.3.2. Методика установления трудоемкости работ на стадии рабочего проектирования, на основе экспертного исследования факторов, заложенных в предварительно разработанной модели процесса**

Рекомендуемая методика предусматривает проведение экспертных исследований факторов трудоемкости для установления степени их влияния на содержание трудового процесса и необходимого времени его осуществления в конкретных условиях.

Предпосылками использования такой методики обоснования и расчета нормативной трудоемкости являются:

1. Отсутствие достаточного статистического материала для определения влияния факторов на формирование трудоемкости, что исключает использование корреляционно-регрессионного анализа.

2. Отсутствие достоверного аппарата формализации сложности и новизны процесса и результата ИР.

3. Потребность получить прогнозные (предварительные) и оценочные (уточненные) значения трудоемкости работ.

4. Необходимость наглядной доказательной информации о трудоемкости предстоящих работ для коллектива исполнителей и руководителей.

В основе установления значений трудоемкости лежат анализ существующего трудового процесса с использованием имеющейся статистики о затратах труда, логика процессов ИР и экспертные оценки предварительно подготовленного исходного набора факторов. Методика предусматривает выделение групп факторов, степень влияния которых варьируется по подэтапам процесса ИР. Применение рекомендуемого варианта методики предполагает деление процесса рабочего проектирования на подэтапы:

- предварительное конструирование;
- конструкторская увязка;

- выпуск рабочих чертежей.

В составе факторов предлагается выделять следующие группы:

- факторы, характеризующие трудовой процесс;
- факторы, отражающие организационно-технические условия протекания трудового процесса в подразделении;
- факторы, раскрывающие влияние окружающей среды (в пределах организации и вне ее) на трудовой процесс в подразделении;
- факторы, характеризующие влияние научно-технического прогресса на технологический и трудовой процессы ИП.

Экспертный опрос используется для получения исходной информации. Для его проведения формулируются цели экспертизы, подготавливается таблица-опросник, образуется группа экспертов и выбираются методы обработки результатов экспертного опроса.

Экспертный опрос проводится в два тура, чтобы при индивидуальном опросе получить дополнительную информацию, которая выявляет неучтенные факторы и устанавливает особенности работы. Цель второго тура экспертного опроса — сформировать общее мнение экспертов о значении факторов по отношению к изделию-аналогу и доле проявления (силе) факторов на подэтапах проектирования, исходя из подготовленного предварительно материала по итогам первого тура.

При проведении индивидуального экспертного опроса значения, принимаемые факторами, ограничиваются пределами от 0 до 2,0, а значения силы факторов на подэтапах изменяются от 0 до 1,5. Опрос производится по изделию-аналогу и проектируемому изделию.

После проведения первого тура экспертизы полученные оценки анализируются с тем, чтобы определить результирующую оценку и степень согласованности мнений экспертов, выявить противоречивые оценки.

Второй тур экспертного опроса дает оценку объективности результатов первого тура экспертизы. При этом разрешаются спорные

вопросы по противоречивым оценкам. После проведения второго тура экспертного опроса составляется результирующая таблица.

Модель формирования нормативной трудоемкости ( $T_n$ ) предусматривает сначала расчет необходимого времени на подэтапы проектирования, а затем его суммирование:

$$T_n = (0,3 + \Delta 1) T_a \frac{\sum_1^i \Phi_i f_{i1}}{\sum_1^i \Phi_{ai} f_{ai1}} + (0,3 + \Delta 2) T_a \frac{\sum_1^i \Phi_i f_{i2}}{\sum_1^i \Phi_{ai} f_{ai2}} + (0,4 + \Delta 3) T_a \frac{\sum_1^i \Phi_i f_{i3}}{\sum_1^i \Phi_{ai} f_{ai3}}$$

где  $T_a$  – трудоемкость аналога;

0,3 +  $\Delta 1$  – базовое значение доли трудозатрат на первом подэтапе и возможное его приращение под воздействием  $\Phi_{10}$  и  $\Phi_{11}$ ;

0,3 +  $\Delta 2$  – то же по второму подэтапу, прирастающему от  $\Phi_8$  и  $\Phi_{12}$ ;

0,4 +  $\Delta 3$  – то же по третьему подэтапу, прирастающему от  $\Phi_9$ ;

$\Phi_1 f_{i1}$ ,  $\Phi_1 f_{i2}$ ,  $\Phi_1 f_{i3}$  и  $\Phi_{ai} f_{ai1}$ ,  $\Phi_{ai} f_{ai2}$ ,  $\Phi_{ai} f_{ai3}$  – произведения значений факторов и силы их влияния на каждом из трех подэтапов проектирования соответственно нового изделия и изделия-аналога.

Порядок расчета нормативной трудоемкости схематично представлена на рисунке 1.

Расчеты трудоемкости по изложенной методике легко автоматизируются, что позволяет сосредоточить внимание на подготовке исходных данных. Результаты применения методики на практике свидетельствуют о высокой точности установления нормативных значений трудоемкости, свыше 90 % которых отклоняются от фактических значений трудозатрат всего на 5 — 7 %. Она также может применяться в других научно-тематических направлениях научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, но для этого требуется некоторая ее адаптация к содержанию трудовых процессов и организационно-техническим условиям.

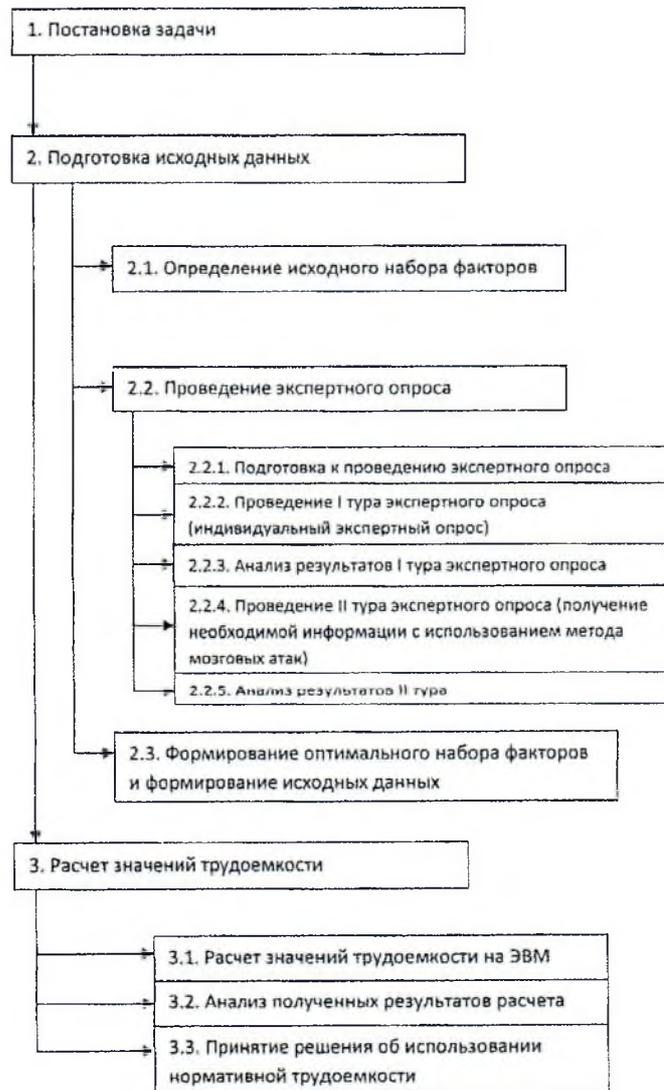


Рис. 1. Схема расчета нормативной трудоемкости

### **5.3.3. Методика установления трудоемкости исследований и разработок на основе их информационно-логического моделирования**

Предлагаемая методика предусматривает составление информационно-логических моделей (ИЛМ) процессов ИР с целью прогнозирования и анализа их содержания. Под ИЛМ понимается систематизированная информация о структуре ИР и описание его основных компонент: цели исследования, исходные данные, требования к будущему результату, последовательности (алгоритма) процесса ИР, фактически полученный результат. Структуризацией процесса считается его деление на взаимосвязанные друг с другом части. Структуризация основывается на знании логики проведения процесса ИР. Под описаниями в ИЛМ понимается информация о содержании выделенных составных частей и типовых компонент процесса, полученная от ответственных исполнителей ИР (исследователей, разработчиков, проектировщиков).

Прогнозирование содержания процесса ИР и построение его ИЛМ производится на основе детального анализа содержания ранее выполненных аналогичных разработок и выявления специфических особенностей предстоящих ИР, которые в данном случае сами выступают в роли исследуемого объекта.

Информационно-логическое моделирование может быть осуществлено для процессов с разным уровнем неопределенности в условиях отсутствия необходимой статистической информации. Укрупненный алгоритм аналитически-исследовательского определения трудоемкости на базе ИЛМ представлен в таблице 8.

Все этапы алгоритма информационно взаимосвязаны, и образующаяся на каждом этапе информация является исходной для последующих этапов. Обоснованность полученного решения по определению трудоемкости ИР зависит от обоснованности синтезируемой информации на каждом из этапов.

## Укрупненный алгоритм аналитически-исследовательского определения трудоемкости ИР на базе ИЛМ

Этапы	Содержание этапов
1. Прогнозирование возможного содержания ИР, выбор средств реализации, построение адекватных информационно-логических моделей	Структуризация процесса: его представление в виде логической последовательности выделенных структурных составляющих, информационное описание содержания типовых компонент, структурных составляющих ИР и процесса в целом; выявление требований к комплексному обеспечению ИР, предполагаемых прогнозируемым способом достижения результата
2. Функционально-трудовой анализ процесса ИР	Синтез исходной структурно-параметрической модели трудового процесса; построение адекватной математической модели трудового процесса
3. Предварительная оптимизация трудового процесса	Выбор оптимальных в соответствии с заданным критерием значений варьируемых факторов; определение в соответствии с рекомендуемым математико-вероятностным аппаратом предварительного значения трудоемкости и диапазона ее изменения
4. Текущая адаптация параметров трудового процесса	Последовательное уточнение исходных структурно-параметрической и математической моделей процесса по мере поступления информации; адаптация (корректировка) предварительного значения трудоемкости в процессе выполнения ИР
5. Итоговая оптимизация трудового процесса	Анализ полученного конечного результата и фактических организационно-технических условий его достижения; обоснование окончательного значения трудоемкости ИР

Содержание работ, выполняемых по этапам установления трудоемкости.

*Этап 1.* При разработке ИЛМ составляется общая характеристика ИР. Она включает описание общей цели и назначения ИР требования к выполнению ИР, способ задания результата, требования к основным

результатам, указания о возможности пересмотра целей, результатов и процесса, сведения об объекте и условиях применения ожидаемого результата. Дается описание типовых компонент процесса ИР. Оно требуется для оценки уровня содержательной неопределенности процесса ИР и определения относительного диапазона изменения трудоемкости. Характеризуются исходные данные, излагаются конкретные цели исследования, определяются свойства, которыми должен обладать будущий результат, посредством построения укрупненного алгоритма осуществляется предварительное проектирование процесса ИР, производится анализ возможности достижения качественно других результатов.

Использование ИЛМ для структурного моделирования трудового процесса обуславливает требования к информационному описанию укрупненного алгоритма выполнения ИР. Оно осуществляется путем составления прогнозных графов, стохастических разветвляющихся сетевых моделей, марковских процессов, содержащих внутренние циклы и т.п., с указанием всей необходимой информации, раскрывающей логику хода выполнения ИР.

Информационно-логическое моделирование включает также выявление необходимых условий для реализации процесса в целом и его отдельных структурных элементов (факторов-условий трудового процесса), например требований к профессионально- квалификационному составу исполнителей, составу технических средств, уровню развития необходимых видов обеспечения и др.

*Этап 2.* На основе информационно-логической модели предстоящих ИР осуществляется их функционально-трудовой анализ (ФТА). ФТА проводится с целью проектирования рационального трудового процесса выполнения ИР.

Сущность ФТА заключается в построении исходных структурно-параметрической и математической моделей трудового процесса. Цель

синтеза структуры трудового процесса (построения структурной модели) заключается в определении состава элементов процесса и логической связи их между собой. В рамках ИЛМ по каждому выделенному элементу определяются состав, последовательность и взаимосвязь работ, проектных процедур и т.п., выполнение которых требуется для достижения выделенных характерных состояний.

Параметрический синтез трудовых процессов проводится для определения допустимых сочетаний варьируемых факторов трудового процесса (технических, организационных, экономических и др.) с учетом факторов-условий, определенных исходя из требований к комплексному обеспечению процессов ИР.

Математическая модель трудового процесса строится на основе его структурно-параметрической модели с указанием временных (трудоемкость) и вероятностных характеристик диапазона ее изменения. Математическая модель позволяет получить логико-математическое описание процесса ИР, алгоритмизировать расчет итоговой трудоемкости и диапазон возможного ее изменения.

Структурная модель трудового процесса задается в виде списка (перечня) работ, определяемых с помощью ИЛМ процесса ИР. Для каждой из работ ответственным исполнителем задаются две временные оценки: минимальная трудоемкость ( $T_{\min}$ ), т.е. трудоемкость выполнения работ при наиболее благоприятном стечении обстоятельств, и максимальная ( $T_{\max}$ ) — при самом неблагоприятном стечении обстоятельств. Значения оценок трудоемкости зависят от варьируемых факторов трудового процесса (его параметров) и должны быть указаны для возможных их вариантов.

Математическая модель трудового процесса имеет вид:

Дано:  $\{N_i\}, i=1 \div n; \{T_{\min i}\}, \{T_{\max i}\}; P_{\text{злд}}, P(x)$ .

Определить:  $MO_{\Sigma}; \{T_{\Sigma \min}, T_{\Sigma \max}\}$ , чтобы  $P\{T_{\Sigma \min}, T_{\Sigma \max}\} \geq P_{\text{зад}}$

$P(x)$  - функция плотности распределения случайной величины трудоемкости отдельных работ,  $P_{зад}$  — заданная доверительная вероятность нахождения итоговой (суммарной)  $\Sigma$  трудоемкости в искомом интервале возможного ее изменения,  $[T_{\Sigma min}, T_{\Sigma max}]$  — искомый интервал возможного изменения трудоемкости,  $MO_{\Sigma}$  — математическое ожидание итоговой трудоемкости.

*Этап 3.* На этом этапе осуществляется предварительная оптимизация трудового процесса, например, по критерию минимизации общей стоимости процесса выполнения ИР.

Для выбранного варианта трудового процесса необходимо оценить предварительное значение трудоемкости и диапазон возможного ее изменения. Наиболее простым математическим методом, позволяющим решать поставленную задачу, является метод усреднения, суть которого заключается в следующем. Для отдельных структурных элементов трудового процесса (работ) рассчитываются их основные вероятностные параметры по формулам, соответствующим указанному в математической модели закону распределения трудоемкости работ, например,

$$MO = \frac{2T_{max} + 3T_{min}}{5}; D = \frac{(T_{max} - T_{min})^2}{25},$$

где  $MO$  — математическое ожидание случайной величины трудоемкости;  $D$  — дисперсия трудоемкости.

Далее предполагается, что если математическая модель состоит из  $n$  работ со случайной трудоемкостью их выполнения, то общая трудоемкость считается распределенной по нормальному закону с суммарным математическим ожиданием и дисперсией. Определение вероятности попадания трудоемкости в заданный интервал  $[T_{\Sigma min}, T_{\Sigma max}]$  осуществляется с помощью таблиц функций Лапласа. Задавшись границей интервала изменения трудоемкости, получим вероятность ее нахождения в искомом интервале. Если рассчитанная вероятность не удовлетворяет принятому условию, то границы интервала расширяются (сужаются) до получения его

доверительного значения. Таблицы функций Лапласа приведены в книгах по теории вероятности.

*Этап 4.* Последовательное накопление информации в ходе процесса выполнения ИР позволяет постепенно корректировать и совершенствовать предварительное решение задачи нормирования труда. Поправки будут минимальны, если при расчете предварительного значения нормы будет учитываться вся априорная информация о статистических характеристиках случайных факторов. Опыт установления трудоемкости на основе построения ИЛМ процессов ИР позволяет выделить следующие критические состояния, при которых рекомендуется корректировка предварительно полученного значения трудоемкости.

1. В ходе выполнения ИР требуется изменение структурной модели трудового процесса (перепроектирование ИР), что связано с появлением незапланированных работ, возвратов в менее завершенные состояния процесса, необходимостью доработки промежуточных решений и т.п. В этом случае производится повторное решение задачи нормирования с учетом поступившей информации.

2. Если трудовой процесс выполнения ИР описывается альтернативной моделью, то после принятия решения в точках ветвления процесса необходимо уточнить вероятности возможных исходов и трудоемкость их достижения.

3. Изменение качественных характеристик конечного результата ИР или требований к нему по отношению к запланированным.

4. Изменение организационно-технических условий, временных ограничений и уровней ресурсного обеспечения реального процесса исследования или проектирования, обуславливающих изменение технологии работ.

5. Если трудовой процесс ИР характеризуется параметрической неопределенностью, то при уточнении информации о трудоемкости предстоящих работ и с учетом поступившей информации о трудоемкости

уже выполненных работ корректируется полученное ранее решение задачи нормирования.

Аналогичная корректировка решения производится при получении уточненной информации о трудоемкости отдельных составляющих трудового процесса при использовании для его описания моделей с переменной структурной детализацией.

*Этап 5.* Итоговая оптимизация трудового процесса по полученному результату и с учетом фактических организационно-технических условий его достижения проводится с целью обоснования окончательного значения трудоемкости ИР. С этой целью производится анализ фактической трудоемкости по следующим направлениям:

1. Выявление и учет непроизводительных затрат, связанных с исправлением выявленных ошибок, а также с недостатками в действующей системе организации труда, планирования и управления исследованиями и разработками и другими причинами.

2. Обязательный анализ плановых и фактических балансов рабочего времени, расчет аналитических показателей (коэффициента дефицита времени и др.) для определения условий, в которых осуществлялся процесс: нормальные условия, дефицит времени и острый дефицит времени.

3. Анализ условий выполнения ИР: формы организации труда, принятия повышенных обязательств и др. По результатам анализа осуществляется корректировка фактической трудоемкости для получения ее окончательного необходимого значения.

Анализ фактически полученного результата проводится с целью выявления возможности достижения более желательного результата, например экономически более эффективного, и причин его неполучения. Причины могут иметь объективный характер (отрицательные промежуточные результаты и т.п.) и субъективный (условия дефицита времени, психологическая инерция исполнителей, т.е. игнорирование

других возможных решений, кроме начального, и др.). В последнем случае определяется трудоемкость получения конечных результатов с другими свойствами на основе выявления дополнительного объема работ, необходимых для их достижения.

При практической реализации приведенного алгоритма используется пакет программ для автоматизированного расчета на персональных компьютерах предварительного значения трудоемкости ИР с разным уровнем их неопределенности и диапазона возможного ее изменения.

Определение трудоемкости ИР по предлагаемой методике с привлечением высококвалифицированных компетентных должностных лиц — непосредственных руководителей хода ИР способствует реализации самонормирования и самоорганизации труда специалистов и отвечает требованиям демократизации управления в сфере НИОКР.

Рекомендуемую методику определения трудоемкости работ можно использовать для следующих уровней укрупнения процессов: тема в целом, ее отдельные стадии и этапы, а также комплексы работ по достижению коллективного конечного результата.

#### **5.3.4. Методика аналитически-исследовательского установления трудоемкости на основе адаптивного моделирования**

Адаптивное моделирование заключается в построении и использовании на основе комбинирования различных математических методов адаптивных моделей и систем определения трудоемкости. В общем случае под адаптивными понимаются модели и системы, автоматизировано реализующие на основе обратных связей наиболее эффективные режимы своего функционирования в условиях разнообразных возмущающих воздействий. При этом адаптация может быть осуществлена в различных аспектах — активная и пассивная адаптация моделей, структурная адаптация системы и т.д.

В качестве конкретного математического аппарата для построения адаптивных информационных моделей трудоемкости используются известные математические методы: теория распознавания образов (ТРО), конкретно-кластерный анализ, математическая статистика, в частности различные методы аппроксимации, теорема Байеса. При определенной их комбинации возможно получение оценок трудоемкости НИОКР и их элементов по различным направлениям членения (объект и процесс НИОКР в целом и по частям) на основе единого методологического подхода в условиях различной неопределенности.

С этой целью рекомендуется комбинированная модель установления трудоемкости.

Математическое обеспечение разработано универсальным и реализовано как в диалоговом, так и в пакетном режиме работы на персональных компьютерах.

В отличие от корреляционно-регрессионных моделей модели, построенные на базе ТРО, не требуют описания зависимости непрерывной функцией, не предъявляют требований однородности совокупностей, снимают ограничения, связанные с алгебраической формой связи, позволяют эффективно использовать и количественные, и качественные признаки, а главное – не требуют накопления столь значительных объемов исходной информации. Модели на базе ТРО позволяют проводить вероятностную оценку работ высокой новизны и неопределенности (т.е. и НИР, и ОКР) в рамках единого методологического подхода.

Суть ТРО заключается в классификации работ одновременно по большому количеству качественных и количественных признаков, ни один из которых не является необходимым и достаточным. Поскольку в качестве основного классификационного признака предлагается использовать непрерывную величину трудоемкости, ее разбивают на интервальные оценки, образуя классы искусственным путем. Работы,

затраты труда на выполнение которых попадают в один и тот же интервал, считаются работами одного класса.

Ширина интервалов по трудоемкости выбирается исходя из тактических соображений. Чем интервал меньше, тем выше точность модели и оценок трудоемкости, но требуется существенно больше статистической информации о разнообразных НИР и ОКР.

В общем виде модель представляет собой матрицу, строками которой являются влияющие на трудоемкость факторы и их возможные состояния, столбцами — интервалы по трудоемкости (классы). Элементами матрицы являются вероятности попадания значений факторов в конкретный интервал по трудоемкости. Наполнение матрицы производится реальной информацией о всех ранее выполненных НИР и ОКР — фактической трудоемкостью и конкретными значениями факторов (задача "обучения").

Активная адаптация моделей состоит в корректировке наполнения матриц по мере накопления информации о законченных разработках, а также изменениях оргтехусловий протекания процесса ИР и других возмущающих воздействиях.

Структурная адаптация системы состоит в выборе в автоматизированном режиме входной информации одной или нескольких альтернативных моделей определения трудозатрат, в уточнении на основе имеющейся информации структур конкретных разработок, в учете накопленного задела и степени его необходимых доработок. Все это также способствует повышению точности и достоверности решения задачи нормирования.

Практическое определение трудоемкости сводится к выбору в зависимости от входной информации соответствующих моделей и последовательности их работы. Входной информацией для определения состава моделей служат объем и содержательные характеристики предмета НИОКР.

При расчете трудоемкости в соответствии с заданными значениями факторов в матрице выделяются соответствующие строки, далее элементы матрицы из этих строк ( $P_k$ ) перемножаются между собой по каждому интервалу трудоемкости ( $j$ ):

$$F_j = \prod_{i=1}^L P_{kj}(x_p)$$

где  $L$  — количество значений факторов, известных к моменту оценки.

Таким образом, появляются значения функции максимального правдоподобия ( $F_j$ ). Далее полученная функция приводится к нормальному виду, т.е. ее значения по каждому интервалу трудоемкости делятся на общую сумму значений ( $F_j$ ). Потом ее значения для разных интервалов по трудоемкости последовательно сравниваются между собой. Выбирается наибольшее, оно и определяет искомый интервал по трудоемкости для объекта с ранее заданными значениями факторов (параметрами разработки).

В случае если наибольшее значение функции максимального правдоподобия меньше заданной величины достоверности оценки, доверительный интервал ее расширяется за счет объединения соседних интервалов. Количество объединяемых интервалов ограничивается тем же критерием.

В случае если по заданным параметрам изделия или его составных частей значения многих элементов матрицы неизвестны, т.е. когда для ее построения был использован крайне ограниченный объем информации, производится доопределение неизвестных значений элементов матрицы путем построения аппроксимирующих функций. Процессы построения аппроксимирующих функций и определения в каждом конкретном случае ширины доверительного интервала оценок трудозатрат составляют пассивную адаптацию моделей.

Дальнейшая адаптация направлена на сужение ширины доверительных интервалов оценок трудозатрат при решении задачи их нормирования. Она достигается за счет использования промежуточной информации о ходе процесса ИР (фактической трудоемкости отдельных его элементов: этапов, процедур, работ). На основании промежуточной информации строится статистический ряд новых прогнозов ( $P_0$ ) ожидаемой трудоемкости конкретного объекта ИР.

Формула Байеса позволяет рационально использовать информацию, полученную по адаптивной комбинированной модели ( $F_j$ ), и промежуточную информацию (статистический ряд новых прогнозов —  $P_0$ ):

$$P_p = F_j \cdot P_0$$

где  $P_p$  — новое ожидаемое распределение трудоемкости по интервалам.

В реальной практике установления трудоемкости с использованием ЭВМ процесс решения частной задачи нормирования труда очень прост и занимает несколько секунд. Например, необходимо определить трудоемкость разработки диска, о котором известно, что он третьего уровня разукрупнения, воспроизводящий существующие конструкции, будет изготовлен из нетрадиционных материалов (таблица 9).

На экране дисплея высвечивается весь перечень факторов (в данном случае — 13), влияющих на трудоемкость разработки аналогичных структурных единиц. Пользователь курсором отмечает те из них, которые ему известны: уровень разукрупнения  $x_1=5$ , новизна  $x_2=2$ , использование привычных материалов  $x_3=$  нет. В результате он получает ответ:

Оценка трудоемкости (чел-дн.):

оптимистическая - 4,3;

пессимистическая - 14,5;

комбинированная - 9,7.

Если у пользователя появится информация о каких-либо других факторах (в данном примере из оставшихся неучтенными десяти

факторах), он может уточнить трудоемкость, повторив процедуру расчета. При этом интервал варьирования оценки существенно сузится.

Результаты расчетов трудоемкости по алгоритму выводятся на печать в форме, представленной в таблице 9.

Таблица 9.

Пример формы вывода на печать результатов расчета трудоемкости

Наименование показателей	Значения показателей
1	2
Сборочная единица:	
Описание: от .. (число, месяц, год)	
+ Наименование	Кронштейн
+ Уровень разукрупнения	5
+ Количество входящих сборочных единиц	До 5
+ Количество наименований входящих сборочных единиц	До 4
+ Общее количество деталей	До 15
+ Количество форматов А4	До 48
+ Основной вид сборки	Сварка
+ Количество различных видов сборки	2
+ Количество видов покрытий	2
+ Новизна	Новая разработка
+ Материалы	Непривычные
+ Разные по контактным свойствам материалы	Да, 2 вида
+ Количество входящих стандартных изделий	До 80
Оценка трудоемкости (чел.-дн):	6
Оптимистическая	12.5
Пессимистическая	9.551277887173
Наиболее вероятная	

Рекомендуемый подход к формированию структуры системы адаптивных моделей обеспечивает ее гибкость и способность адаптироваться к структуре разработки, в том числе в условиях совмещения традиционных стадий и этапов процесса НИОКР. Одновременно он позволяет при переходе к новому варианту НИОКР использовать информацию о заимствовании из предшествующих разработок с соответствующей корректировкой трудоемкости, что также способствует повышению точности оценок.

Рассмотренный подход к установлению трудоемкости на основе системы адаптивных информационных моделей позволяет производить оценку трудоемкости различных видов НИОКР на различных (в том числе начальных) стадиях процесса с единых методологических позиций. Кроме того, он позволяет хотя бы частично отказаться от статистики, накопление которой процесс долгий, трудоемкий и, главное, не всегда обеспечивающий достоверность оценки в силу творческого характера процесса НИОКР и многовариантности решений в каждой конкретной ситуации. Одновременно он подчеркивает неоправданность преимущественного применения для оценки трудозатрат специалистов по НИОКР широко распространенных в литературе и на практике детерминированных функциональных зависимостей в силу объективной неопределенности процесса разработки, особенно при решении оригинальных задач.

#### **5.4. Экспертный метод**

Метод экспертных оценок находит широкое применение при решении различных научных и технико-экономических задач, таких как прогнозирование развития науки и техники, оценка влияния отдельных факторов на производительность труда и др.

Сущность метода экспертных оценок заключается в следующем.

Определяется структура выполняемой научно-исследовательской работы, которая может быть как детерминированной, так и вероятностной, а также выявляются основные элементы этой структуры. Удобным вариантом представления НИОКР является построение сетевой модели процесса "исследования - разработки", что позволяет лучше понять характер работ и их взаимосвязь.

На сетевом графике могут быть выделены этапы, стадии, задачи, работы и другие элементы, вероятную трудоемкость которых необходимо определить.

Для каждой работы определяется:  $t_{\min}$  — минимальная продолжительность работы, под которой понимается предполагаемая ее продолжительность при наиболее благоприятном стечении обстоятельств;  $t_{н.в}$  — наиболее вероятная продолжительность (мода) выполнения работы;  $t_{\max}$  — максимальная продолжительность работы, под которой понимается ее предполагаемая продолжительность при самом неблагоприятном стечении обстоятельств, т.е. при возникновении в процессе ее выполнения значительно большего, чем обычно, количества непредвиденных трудностей.

Наряду с трехоценочными системами существуют и двуоценочные системы, где определяются только  $t_{\min}$  и  $t_{\max}$ . Ряд специалистов считает их более надежными, чем трехоценочные, ввиду больших относительных ошибок в определении  $t_{н.в}$ , чем в определении  $t_{\min}$  и  $t_{\max}$ .

Для оценки трудоемкости работы эксперт, определяя продолжительность работы, должен также задаться конкретным количеством исполнителей определенной квалификации, что позволит получить соответственные значения трудоемкости работ:  $T_{\min}$  — минимально возможной,  $T_{н.в}$  — наиболее вероятной и  $T_{\max}$  — максимально возможной.

По этим величинам оценивается ожидаемое значение трудоемкости  $T_{ож}$  (математическое ожидание) и дисперсия  $\sigma^2$ . При трехоценочной системе:

$$T_{ож} = \frac{T_{\min} + 4T_{н.в} + T_{\max}}{6},$$

При двуоценочной системе:

$$T_{ож} = \frac{3T_{\min} + 2T_{\max}}{5}$$

Определение трудоемкости НИР или ОКР методом экспертных оценок выполняется в несколько этапов:

- формирование группы экспертов, ответственной за сбор и обработку экспертных заключений;
- создание анкеты, предусматривающей такую формулировку основных вопросов, при которой эксперт не мог бы их трактовать двояким образом и мог дать ответ на них в количественной форме;
- проведение опроса;
- анализ ответов, определение среднего показателя мнения группы и показателя согласованности мнений;
- обобщение экспертных заключений и получение необходимых данных.

Наиболее сложным является подбор группы экспертов, так как этот процесс трудно поддается формализации. Эксперты должны быть специалистами в данной области, однако узкая специализация экспертов также не желательна, ибо это может привести к односторонности суждений. В состав группы экспертов включаются научный руководитель или главный конструктор работы, ведущие специалисты по НИОКР. В ряде случаев в состав группы экспертов могут быть введены специалисты других научных организаций, что обуславливает независимость мнения в данной группе.

В зависимости от ожидаемого объема работ количественный состав группы экспертов рекомендуется 3—7 человек.

В настоящее время используется три метода проведения экспертного опроса:

- *индивидуальный*, при котором от каждого эксперта получают независимые оценки и математически обрабатывают их для установления единой общей оценки;
- *групповой*, предусматривающий получение суммарной оценки сразу от всех экспертов путем совместного обсуждения проблемы;

- *дельфи* — *многоэтапный опрос* экспертов для получения согласованных мнений.

Индивидуальные методы экспертизы предусматривают персональную работу с каждым экспертом. Часто опрос при индивидуальной экспертизе проводится методом интервью при непосредственном взаимодействии с экспертом. При этом эксперт руководствуется априорными представлениями о прогнозируемом объекте и о возможной стоимости и сроках его разработки.

Эксперты могут опрашиваться и заочно, путем заблаговременной пересылки им подготовленных анкет. В этом случае эксперт может получить и проанализировать всю необходимую информацию о процессе развития объекта. Однако и здесь оценка эксперта является продуктом его интуитивного мышления. Индивидуальные экспертные оценки редко используют как самостоятельный метод. Этот метод не ограждает от влияния субъективного и, может быть, ошибочного мнения экспертов. Поэтому в целях повышения обоснованности прогноза индивидуальные оценки нескольких экспертов чаще всего сопоставляют и объединяют, чтобы получить коллективную экспертную оценку. Методы, предусматривающие такое объединение и сопоставление частных оценок, принято называть групповой экспертизой. Ее применение сопровождается повышением точности прогноза.

Процедура метода Дельфи предусматривает полную изоляцию экспертов и анонимность их мнений. Опрос проводится в несколько туров в форме анкет. Решение принимается на основе статистической обработки анкет.

Процедура проведения всех работ по определению трудоемкости НИОКР экспертным методом выполняется по общепринятому алгоритму. При обработке полученных сведений используются средства вычислительной техники и специальный математический аппарат.

## 5.5. Опытнo-статистический метод

### 5.5.1. Разновидности методик опытнo-статистического

#### нормирования труда

Под опытнo-статистическим методом нормирования труда понимается способ определения трудоемкости работ по статистическим (отчетным) данным о затратах труда в прошлом, путем сравнения нормируемого объекта с аналогичным, трудоемкость которого установлена ранее, и введением при необходимости специальной системы корректирующих коэффициентов.

Базой этого метода является аналог. Под аналогом понимается система справочных данных, характеризующих фактические затраты труда, использованные при выполнении в предыдущем периоде определенного комплекса работ (выполнение НИОКР в целом, отдельных этапов и видов работ по созданию изделия или его элементов, разработка чертежа определенного формата и т.д.).

Создаваемые справочные данные на базе аналогов должны содержать следующие элементы:

- аналоги с распределением их по тематическим направлениям и группам сложности;

- характеристики каждой группы сложности и типовые представители по ним;

- типовые перечни и удельные веса основных работ на этапах ОКР;

- удельные веса этапов по трудоемкости ОКР в целом;

- данные, характеризующие соотношение по трудоемкости между отдельными категориями работающих (исследователи конструкторы, технологи);

- укрупненные сводные данные о трудоемкости в табличной форме, в которых приводятся среднестатистические величины трудоемкости исследовательских, конструкторских и технологических работ. При этом

специально выделяются работы по изготовлению макетов и опытных образцов сборочных единиц.

Использование опытно-статистического метода нормирования труда в сфере прикладных исследований и разработок определяется тем, что, несмотря на индивидуальный характер, большинство составляющих их элементов повторяется в любой работе в том или другом сочетании. Доля повторяющихся элементов в ОКР составляет 72-95%, в НИР - 50-75%.

В настоящее время этот метод находит широкое применение в практической деятельности научных организаций. В литературе он получил различные названия. Однако необходимо подчеркнуть, что отличительной чертой модификаций опытно-статистического метода при их разных названиях является лишь выбор объекта нормирования, способа фиксации и хранения исходной информации, а сущность методологии почти одинаковая, так как в ее основе лежит сравнение с аналогом.

Некоторые особенности применения этого метода имеются в условиях функционирования автоматизированных систем научных исследований (АСНИ) и САПР, но они носят чисто формальный характер, также не затрагивая его сути.

Экспериментальной проверкой установлено, что в условиях НИИ и КБ целесообразно использовать следующие разновидности опытно-статистического метода:

- структурной аналогии;
- переводных коэффициентов;
- типовых этапов и видов работ.

Для определения трудоемкости ОКР могут быть использованы все три метода, а для НИР — два последних.

## 5.6. Определение трудоемкости ОКР на основе методики структурной аналогии

Главный конструктор ОКР намечает структурную схему и определяет перечень сборочных единиц, входящих в разрабатываемый комплекс. Затем эти новые сборочные единицы сравниваются по трудоемкости проектирования с аналогами, и находится их ожидаемая трудоемкость. Суммарная трудоемкость разработки всего технического комплекса ( $T_n$ ) рассчитывается по формуле:

$$T_n = \sum_1^n T_y + \sum_1^n T_{пр} + \sum_1^n T_б + T_k,$$

где  $\sum_1^n T_y$ ;  $\sum_1^n T_{пр}$ ;  $\sum_1^n T_б$  – трудоемкость разработки отдельных аналогичных сборочных единиц (устройств, приборов, блоков);

$T_k$  – оценка трудоемкости по комплексированию системы.

### 5.6.1. Определение трудоемкости НИОКР на основе методики переводных коэффициентов

Трудоемкость новой разработки ( $T_n$ ) определяется по формуле:

$$T_n = T_a \cdot K_{пер},$$

где  $T_a$  – трудоемкость аналога;

$K_{пер}$  – переводной коэффициент, учитывающий степень новизны и изменения организационно-технических условий исследования и разработки. Он устанавливается экспертным путем руководителями разработки (главным конструктором, ведущим конструктором или специальной группой экспертов).

### 5.6.2. Определение трудоемкости НИОКР на основе методики типовых этапов и видов работ

Оценка трудоемкости разработки изделия производится в соответствии с типовым технологическим процессом проведения НИОКР, который состоит из определенного перечня видов работ.

Нормативная трудоемкость ( $T_n$ ) проведения НИОКР определяется как сумма трудоемкости обязательных видов работ ( $t_p$ ):

$$T_n = \sum_{1}^n t_p,$$

где  $n$  – количество видов работ, входящих в типовой технологический процесс проведения исследований и разработок.

Эту методику определения трудоемкости целесообразно использовать при проведении относительно несложных ОКР и в том случае, если на первых этапах разработки может быть установлен более или менее точный перечень видов работ, подлежащих выполнению. К такой категории ОКР относятся разработки, связанные с модернизацией изделий, когда невелик уровень новизны решаемых задач.

Объектом нормирования является выполнение, как отдельных этапов, так и ОКР в целом. В качестве аналогов принимаются типовые виды работ, входящие в том или ином сочетании в ОКР. При классификации работ дополнительно вводится показатель подобия процессов проведения ОКР. Применительно к каждой классификационной группе изделий устанавливается типовой перечень работ, выполняемых при проведении ОКР.

Любая разработка состоит из типовых видов работ, так и из индивидуальных, соответственно при определении суммарной трудоемкости необходимо учитывать все виды работ. При установлении трудоемкости отдельных работ, входящих в полный перечень, могут быть использованы также экспертные и аналитические методы оценки трудоемкости.

При укрупненном определении трудоемкости НИОКР по типовым этапам объектом нормирования становится НИОКР в целом. В качестве аналогов выступают типовые этапы проведения НИОКР. Оценка нормативной трудоемкости производится по удельному весу трудоемкости

типового этапа (принятого в качестве аналога) в трудоемкости всей работы:

$$T_n = \frac{t_a \cdot 100}{n},$$

где  $t_a$  – трудоемкость типового этапа работы;

$n$  – удельный вес типового этапа по трудоемкости во всей работе, %.

В качестве типовых могут быть приняты этапы проведения НИР или ОКР, предусмотренных регламентами, но такая дифференциация является слишком укрупненной и статичной, что затрудняет ее использование. В связи с этим целесообразно выделить возможные сочетания этапов работы.

### **5.6.3. Особенности опытно-статистического метода определения затрат труда на выполнение НИР в условиях функционирования автоматизированной системы научных исследований**

При определении трудоемкости НИР, выполняемых в условиях функционирования автоматизированных систем научных исследований (АСНИ), важно учитывать следующие моменты:

- АСНИ обеспечивает снижение трудоемкости проведения НИР;
- АСНИ вызывает повышение стоимости работ за счет использования дорогостоящей техники;
- АСНИ обеспечивает возможность выделения базы данных по трудоемкости аналоговых и новых работ;
- АСНИ вызывает необходимость проведения технико-экономических расчетов обоснования возможности и необходимости автоматизации работ.

Трудоемкость выполнения НИР ( $1 - K_{авт}^{АСНИ}$ , чел-ч.) в автоматизированном режиме определяется по формуле

$$T_n^{АСНИ} = T_n (1 - K_{авт}^{АСНИ}),$$

где  $K_{авт}^{АСНИ}$  – коэффициент, учитывающий уровень автоматизации выполнения НИР;

$T_n$  – трудоемкость новой НИР, определенная по рейтингам.

Величина коэффициента  $K_{\text{авт}}^{\text{АСНИ}}$  рассчитывается по формуле:

$$K_{\text{авт}}^{\text{АСНИ}} = \frac{T_{\text{авт}}^{\text{АСНИ}}}{T_{\text{н}}}$$

где  $T_{\text{авт}}^{\text{АСНИ}}$  – трудоемкость работ, сокращаемая при помощи комплекса средств автоматизации исследовательских работ, чел-ч.

Трудоемкость выполнения НИР ( $T_{\text{н}}$ ) определяется по формуле:

$$T_{\text{н}} = \frac{T_{\text{а}} \cdot R_{\text{н}}}{R_{\text{а}}}$$

где  $T_{\text{а}}$  – трудоемкость ранее выполненных НИР данного класса, принятых в качестве аналогов, чел-ч.;

$R_{\text{н}}$ ,  $R_{\text{а}}$  – интегральные корректирующие коэффициенты (рейтинги) соответственно новых НИР и их аналогов.

Величина рейтинга новой НИР определяется по формуле

при условии

$$R = \sum_{i=1}^n W_i \cdot \gamma_i$$

$$\sum_{i=1}^n W_i = 1,0;$$

$$0 \leq W_i \leq 1,0,$$

где  $\gamma_i$  – частный корректирующий коэффициент;

$W_i$  – весовой коэффициент (значимость) влияния  $i$ -го частного корректирующего коэффициента на трудоемкость НИР;

$n$  – количество частных корректирующих коэффициентов.

Количество частных корректирующих коэффициентов устанавливается в зависимости от характеристик НИР данного класса. К их числу могут относиться: комплексность решаемой проблемы, новизна и сложность поставленных задач, новизна методов решения задач и др. Численные значения частных коэффициентов и их весовые коэффициенты определяются экспертным путем.

### 5.7. Методика суммарного определения трудоемкости рабочего проектирования изделий машиностроения в условиях применения САПР

Методика основана на определении ожидаемого объема документации ( $A_d$ ) и использовании среднестатистических показателей удельной трудоемкости выпуска единицы приведенного чертежа ( $t_d$ ) с последующим введением поправки на САПР.

Анализ статистических данных показывает, что для отдельных классов изделий количество разрабатываемых приведенных единиц конструкторской документации, приходящихся на 1 кг массы изделия без комплектующих элементов ( $a = \frac{\Phi \cdot A_d}{\text{кг}}$ ), практически не зависит от абсолютного значения массы изделия. Показатель  $a$  сохраняет свое постоянное значение для определенного класса изделий, несмотря на изменение массы изделий в несколько раз. Масса всего изделия и его агрегатов ( $G$ , кг) устанавливается на стадии эскизного проектирования, что позволяет уже в этот период разработки с большей точностью рассчитать число приведенных чертежей, которые предстоит выпустить на стадии рабочего проектирования.

На основе показателя  $a$  рассчитывается трудоемкость проектирования нового изделия в целом ( $T_n$ ) и отдельных систем и агрегатов:

$$T_n = A_d \cdot t_d;$$
$$A_d = G \cdot a.$$

Удельная трудоемкость приведенного чертежа определяется по формуле:

$$t_d = t_6 \cdot K_{нов} \cdot K_{сл},$$

где  $t_6$  – удельная трудоемкость формата чертежа базового изделия (аналога);

$K_{нов}$  – корректирующий коэффициент на новизну;

$K_{сл}$  – корректирующий коэффициент на сложность.

Корректирующие коэффициенты определяются экспертно, путем анализа динамики величины  $t_6$  за длительный период.

Вся выпускаемая техническая документация приводится к формату А4 умножением их числа на соответствующие коэффициенты:

чертежи конструктивной привязки –1,2–2;

рабочие чертежи, спецификации, служебные записки–1;

инструкции – 1,2–1,5;

технические задания –1,2–5.

Автоматизация проектно-конструкторских работ имеет своей целью повышение качества конструкторских документов и производительности труда специалистов, что приводит к сокращению сроков разработки и объемов трудовых затрат.

Автоматизированное проектирование увеличивает производительность труда конструкторов в 2,5 — 20 раз. В среднем у специалистов, не систематически использующих в работе САПР, производительность труда возрастает в 4 раза. Опытные пользователи достигают увеличения производительности в 10 раз, а при выполнении некоторых работ в 20 раз.

Эффективность автоматизации проектирования и технологической подготовки производства еще более возрастает при передаче после завершения ОКР полных и точных данных в нужном формате непосредственно на производство. Специальные исследования эффективности использования интерактивной графики при проведении ОКР показали, что затрачиваемое время собственно на графическом терминале существенно сокращается по отношению к необходимому на выполнение той же работы традиционными ручными методами.

Трудоемкость выпуска комплекта конструкторской документации одного изделия в условиях автоматизации проектирования обусловлена не только степенью снижения трудоемкости при работе на средствах САПР, но и уровнем охвата работ автоматизацией. Под уровнем автоматизации

понимается отношение объемов проектно-конструкторских работ в приведенных форматах А4, выполняемых средствами автоматизации проектирования, к общему объему проектно-конструкторских работ.

## **6. Организация нормирования труда по научно-исследовательским и опытно-конструкторским работам**

### **6.1. Формирование и ведение нормативной базы затрат труда**

Главная трудность процесса определения трудоемкости научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, заключается в образовании достаточно обоснованной нормативной базы затрат труда и ее постоянном пополнении, уточнении и обновлении.

Разработка нормативов по труду для выполнения НИР и ОКР осуществляется в укрупненном виде.

На уровне предприятий и организаций на основе утвержденных укрупненных норм труда, разрабатываются локальные (местные) нормы труда.

Методическое обеспечение этой работы осуществляется ведущей научно-исследовательской организацией, которая имеет в своем составе структурное подразделение, занимающееся вопросами нормирования труда.

Для разработки местных нормативов, их апробации и внедрения рекомендуется создание специальных подразделений (группа, сектор). Целесообразно, чтобы эти же подразделения выполняли работы по апробации и внедрению межотраслевых, отраслевых и типовых нормативов (совместно с ООТиЗ).

Участвующие в разработке нормативов трудоемкости несут ответственность за выполнение этой работы, равноценно как за выполнение работ тематического плана организации.

Процесс формирования нормативной базы НИОКР начинается с составления серии типовых перечней работ (ТПР), которые отражают их содержание на всех стадиях и этапах создания изделий, для чего используются сетевые графики, государственные и отраслевые стандарты,

планово-отчетная и другая нормативно-техническая документация организации, регламентирующая процесс проведения НИР или ОКР.

Одновременно с этим устанавливается типовой порядок выполнения ТПР отдельными подразделениями на основе сформированных типовых моделей разработки.

На базе типовой модели разработки с учетом организационно-функциональных связей между подразделениями создается типовой сетевой график. На практике разработка типовых сетевых графиков проводится на трех уровнях (организация, отделение, отдел или лаборатория).

Разработчики нормативов несут ответственность за своевременную корректировку по мере необходимости дополнений к типовым перечням работ.

Порядок проведения работ по разработке местных нормативов трудоемкости на НИР и ОКР следующий:

- конкретизация требований к нормативам в соответствии с задачами и спецификой работ подразделений-пользователей и научной организации в целом;
- изучение действующих межотраслевых и отраслевых методических рекомендаций, нормативов, опыта их разработки и применения;
- обсуждение и выбор метода создания нормативов;
- классификация изделий, исследовательских, конструкторских или технологических работ;
- изучение результатов аттестации рабочих мест исполнителей;
- проведение комплекса мероприятий, рекомендованных при аттестации рабочих мест, повышение их технической оснащенности и т.п.;
- подготовка рабочих форм для сбора технических характеристик изделий, этапов, видов работ с целью последующего нахождения зависимостей между факторами и трудоемкостью при ориентации на расчетно-аналитический метод разработки нормативов;

- подготовка анкет для опроса экспертов и форм обработки экспертных данных — при ориентации на экспертный метод;
- разработка таблиц и перечней признаков для идентификации объекта нормирования и поиска аналогов в ранее сформированной базе данных при ориентации на опытно-статистический метод;
- проведение фотохронометража, самофотографии, заполнение расчетных таблиц при отсутствии базы данных; обработка полученных результатов методами математической статистики;
- создание классификационных и нормативных таблиц, альбомов, эталонных чертежей и т.д.;
- составление сводных нормативно-технических документов, оформление нормативов в виде таблиц, комплектование сборников;
- рассмотрение и обсуждение нормативно-технических документов в трудовом коллективе, корректировка нормативов по результатам обсуждения;
- составление паспорта сборника нормативов, пояснительной записки к программе организационно-технических мероприятий, расчет экономической эффективности;
- утверждение нормативов для опытного внедрения (опытное внедрение нормативов проводится в срок не менее полугода);
- подготовка новой редакции нормативов на основе анализа, обобщающего результаты опытного внедрения.

Разработанные нормативы вводятся в действие с учетом мнения представительного органа работников.

Утвержденные отраслевые, типовые нормативы времени внедряются в организациях в сроки, установленные нормативными правовыми актами.

Для обеспечения успешного освоения утвержденных межотраслевых, отраслевых и типовых норм труда необходимо:

- провести организационно-техническую подготовку рабочих мест в соответствии с требованиями, изложенными в сборнике нормативов;

- внедрить организационно-технические мероприятия по устранению выявленных недостатков в организации труда;

- организовать обучение работников.

В случаях, когда в конкретной организации местные нормативы более прогрессивны, чем утвержденные, последние не внедряются.

Внедрение новых нормативов в конкретной организации начинается с приказа руководителя об утверждении нормативов для данной организации, с учетом мнения представительного органа работников.

О введении новых нормативов работники должны быть извещены не позднее, чем за месяц.

## **6.2. Разработка нормированных заданий**

Нормированные задания являются одной из наиболее эффективных организационных форм внедрения нормативов времени.

Нормированное задание — конкретный по составу объем работ, который должен быть выполнен специалистом (коллективом) за определенный период времени при заданных организационно-технических условиях труда с соблюдением требований к качеству результата труда (работ). Регламентируя состав и сроки выполнения работ, нормированные задания способствуют гибкому использованию бюджета рабочего времени.

Нормированное задание — это планово-отчетный документ, с помощью которого до исполнителя доводится плановое задание и производится оценка его выполнения. Задание привязано к определенному календарному периоду времени (месяц, квартал). При выдаче заданий необходимо стремиться к тому, чтобы квалификационный уровень работы соответствовал должности исполнителя. Если это не имеет места, то вводятся поправочные коэффициенты.

В нормированные задания вносятся как нормируемые, так и ненормируемые работы (учеба, командировки и др.). Для внеплановых работ предусматривается резерв рабочего времени, при этом доля

ненормируемых оперативных работ определяется дифференцированно каждому исполнителю, в среднем она не должна превышать 20 % бюджета рабочего времени. Исполнителям, способным выполнить больший объем работ, планируют помимо основных дополнительные работы, при своевременном и качественном выполнении которых им могут быть установлены надбавки к должностному окладу. Дополнительные работы могут выполняться специалистами во временных комплексных бригадах. В этом случае члены бригады помимо плановых заданий, реализуемых ими в составе структурного подразделения, выполняют и целевые задачи (в рамках комплексной бригады), что дает им право на получение надбавок к должностным окладам.

Для обоснования трудоемкости работ, поручаемых коллективу исполнителей (бригаде и т.п.), составляется карта обоснования трудоемкости работ. Этот расчетно-аналитический документ охватывает весь комплекс работ, которые нужно провести, чтобы выполнить конкретное задание. Карта обоснования трудоемкости работ содержит 3 группы данных. Первая группа содержит входные реквизиты разработки, которые вносятся ответственным исполнителем в момент выдачи задания и характеризуют конечные результаты, новизну, качественные и технические параметры разработки, организационные условия ее выполнения. Вторая группа включает выходные реквизиты разработки: достигнутый научно-технический уровень и параметры разработки, фактические величины трудоемкости, фонда заработной платы и фактические сроки начала и окончания разработки. Эти реквизиты вносятся в форму после завершения всех работ и их сдачи заказчику.

В третьей группе представлены реквизиты, характеризующие прогнозируемый и реальный процесс проектирования, его содержание, параметры технологического и трудового процессов, предварительную и уточненную трудоемкость выполняемых работ и т.п.

Информационно-логическая модель процесса проектирования, строится ведущими специалистами в соответствии с их видением возможного содержания процесса и определением необходимых условий его реализации, как правило, в виде сетевого, ленточного или "гибридного" графика выполнения работ.

Параметры технологического и трудового процессов отражают взаимодействие между исполнителями в ходе их совместной деятельности при выполнении работы, а также между исполнителями и привлекаемыми техническими средствами, включая режим взаимодействия, вид диалога, уровень свободы выбора решения и характер ответственности исполнителей, соотношение в трудовом процессе исполнительских и эвристических элементов и др.

Метод труда определяет общий алгоритм выполнения работы (решения задачи): стандартная задача, аналоговая задача, задача-противоречие, задача синтеза на достройку, задача синтеза на построение.

Уровень неопределенности процесса выполнения работы обуславливает величину относительного диапазона изменения нормы времени (трудоемкости) на выполнение работы. Вводятся три уровня неопределенности содержания работ: весьма значительный (творческие работы с неопределенным алгоритмом их выполнения), значительный (творческие работы с неоднозначным алгоритмом), незначительный (работы с однозначно детерминированным алгоритмом).

В качестве источников информации для определения значений факторов трудоемкости могут выступать техническое задание, карты технического уровня, карты аналогов, аналитические документы экспертных исследований. Источник для расчета предварительного значения трудоемкости определяется в соответствии с выбранным методом нормирования. В качестве источников выступают нормативы, карты аналогов, экспертные карты и т.д.

В карте фиксируется требуемый профессионально-квалификационный состав исполнителей по каждой работе, обоснованный по нормативам. Если в реальных условиях выполнения работ состав исполнителей отличается от требуемого, то в нормированное задание исполнителю (коллективу) вносятся коррективы к нормативной трудоемкости работ.

Фонд заработной платы включает основную расчетную величину, определяемую на основе полученного значения предварительно проноормированного времени и окладов специалистов требуемой квалификации, а также дополнительную расчетную величину приращения-скидки, которая отражает интервальное (диапазонное) нормирование работ и рассчитывается на основе абсолютного значения диапазона изменения норм по каждой работе.

Уточненная величина трудоемкости определяется по работам, у которых в процессе выполнения изменились значения нормообразующих факторов или запланированный объем затрат труда, а также качественные характеристики полученного конечного результата.

Фактическая трудоемкость работ и величина использованного фонда заработной платы фиксируются в карте по итогам выполнения индивидуальных и коллективных нормированных заданий.

### **6.3. Организация нормирования труда специалистов по научно-исследовательским и опытно-конструкторским работам**

Для нормирования труда в сфере НИОКР наиболее целесообразна следующая организация нормирования труда специалистов подразделений по научно-исследовательским и опытно-конструкторским работам.

Предварительное и текущее нормирование осуществляет вместе с руководителем подразделения инженер по нормированию труда, имеющий опыт проектной (исследовательской) работы. Методически он подчинен отделу организации труда и заработной платы, что обеспечивает

объективность и действенность нормирования трудовых затрат. В целях методического обеспечения проводимой работы целесообразна разработка "Положения о системе нормирования труда в организации", определяющего цели, методы, порядок, организацию нормирования труда в научно-тематических (конструкторских) подразделениях, права и обязанности руководителей подразделений, специалистов, чей труд нормируется, и инженера-нормировщика. В положении также проводятся рабочие инструкции по доработке и корректировке отдельных позиций сборников нормативов.

На основании перечня работ, указанных в плане подразделения, технических заданий, служебных записок, графиков подготовки производства и т.п. руководитель подразделения составляет план работы подразделения на месяц, а исходя из него – месячные индивидуальные планы работы каждому исполнителю.

В индивидуальном плане указывается степень готовности работ, переходящих на следующий плановый период. Инженер по нормированию труда после согласования с руководителем проставляет значения факторов трудоемкости, объема работ, нормы времени и рассчитывает предварительную трудоемкость работ, приходящихся на данный плановый период. Руководитель в случае необходимости вправе корректировать индивидуальные задания по наименованиям работ. Исполнитель после выполнения каждой работы должен указывать фактически затраченное рабочее время на ее выполнение и передавать выполненную работу (документ) с бланком нормированного задания инженеру по нормированию труда для установления уточненной нормативной трудоемкости работы. Исполнитель несет ответственность за своевременное и правильное отражение фактической трудоемкости.

Руководитель и инженер по нормированию труда контролируют своевременность и объективность заполнения нормированных заданий.

Инженер по нормированию труда обязан периодически уточнять нормативную трудоемкость, своевременно и качественно обрабатывать нормированные задания и вносить данные в комплекс учетно-аналитических документов.

Начальник отдела несет ответственность за организацию систематического учета данных по нормированию труда в отделе.

#### **6.4. Учет и корректировка нормативной базы**

Созданию в организациях нормативной базы затрат труда на выполнение НИОКР предшествует большая подготовительная работа, направленная на внедрение системы сбора и учета статистических данных о затратах труда в научно-исследовательских и проектно-конструкторских подразделениях, на проведение обработки и анализа технико-экономической информации по выполненным разработкам.

Система учета затрат труда должна отвечать следующим требованиям:

- простота, ясность и достоверность получаемых сведений
- своевременность и оперативность получения данных учета;
- сопоставимость плановых и учетных данных;
- рациональные (оправданные) затраты труда на осуществление учета.

Первичным источником информации о фактических затратах на выполнение конкретных работ (исследовательских, конструкторских, технологических, научно-технического обеспечения) являются индивидуальные и коллективные нормированные задания. Они же являются первичными отчетными документами, в которых находит отражение весь объем проделанной работы за месяц и использование фонда рабочего времени исполнителя (коллектива).

Накопление, обработку и анализ статистических данных о трудоемкости работ осуществляет инженер по нормированию труда.

Регулярный анализ соотношения (сравнения) нормируемых и фактических затрат, т.е. уровень выполнения норм по каждому виду работ, позволяет накапливать статистический материал и на основе его судить либо о достоверности установленных норм, либо об отказе от нормирования каких-либо работ, либо о необходимости корректировать установленные нормы, т.е. по статистическим данным анализируется полнота разработанных нормативов затрат труда, правильность принятых методов расчета трудоемкости.

С целью обеспечения оперативности информации заполнение первичных документов производится сразу же после завершения работы и не реже одного раза в месяц. Ежедневному учету подлежат отклонения от нормального использования рабочего времени.

Объем выполненных работ характеризуется в конечном итоге составом и количеством выпущенной документации. Учету подлежит и качественная сторона разработок. С этой целью учитывают уровень унификации, степень новизны и сложности выполненных разработок и другие показатели в соответствии с требованиями системы управления качеством разработок. Рабочее время является самостоятельным объектом учета. Оно разделяется на производительные затраты, потери и непроизводительные затраты.

К непроизводительным затратам и потерям рабочего времени относятся выполнение общественных обязанностей в рабочее время, поручения и командировки, не связанные с выполнением служебных обязанностей, административные, очередные и учебные отпуска, болезни, прогулы, опоздания и потери по другим причинам. Учет потерь и непроизводительных затрат производится ежемесячно по каждому исполнителю, бригадам, отделам и научной организации в целом. Время, используемое непроизводительно, не должно входить в фактические затраты на выполняемые разработки.

Степень полезного использования времени определяется не только уровнем потерь и непроизводительных затрат, но и зависит также от соответствия должности исполнителя содержанию поручаемых и выполняемых работ. Затраты времени на несвойственные работы также подлежат систематическому учету.

При учете объема производимых изменений в выпущенной документации фиксируется количество изменений и время, затрачиваемое на их проведение ежемесячно по темам, причинам, отделам, бригадам. Полное содержание и организационные формы учета изменений в документации определяются системой управления качеством разработок.

По окончании каждого этапа проектирования по всем изделиям специально формируется комплекс учетно-аналитических документов.

С целью накопления статистического материала для корректировки действующих укрупненных нормативов необходимо ежеквартально проводить сопоставление сметных фактических затрат по темам. Регулярный анализ соотношения фактических и нормируемых затрат служит основой для дальнейшего совершенствования используемых нормативов. Источником информации о затратах на разработки служат отчетные данные подразделений о фактических затратах как на проведенные разработки, так и на разработки аналогов.

Фактические затраты на проведенные разработки по данным учета отделов формируются по этапам, подэтапам работ с определением соотношений по исполнителям: исследователям, конструкторам, технологам, опытному производству. На основе фактических затрат выявляются закономерности зависимостей между трудоемкостью и продолжительностью отдельных этапов и разработки в целом, а также изменением технических и объемных характеристик изделий, являющихся критериями группы сложности разработки.

По результатам анализа соотношения фактических и нормативных затрат труда ежеквартально должны пересматриваться и корректироваться

дифференцированные нормативы трудоемкости на отдельные виды работ и ежегодно укрупненные нормативы на этапы НИР и ОКР и в целом на НИОКР.

С этой целью создаются экспертные комиссии из специалистов научно-тематических отделов. Инженер по нормированию труда представляет экспертной комиссии систематизированные данные о нормативной, плановой и фактической трудоемкости выполненных работ. Эксперты анализируют состояние нормативной базы. По итогам обсуждения экспертная комиссия принимает рекомендации о корректировке нормативов затрат труда и их обновлении.

Каждое подразделение и каждый исполнитель имеет право подавать предложения и участвовать в корректировке нормативов затрат труда. Решение о корректировке нормативов рекомендуется принимать в течение 5 дней со дня подачи предложения. Процесс корректировки и обновления нормативов осуществляется не реже одного раза в год.

Корректировка действующих нормативов затрат труда должна оформляться аналогично корректировке конструкторской документации с обязательной регистрацией вносимых изменений.

#### **6.5. Анализ состояния нормирования труда по научно-исследовательским и опытно-конструкторским работам**

Состояние нормирования труда по научно-исследовательским и опытно-конструкторским работам анализируется с целью выявления резервов его совершенствования. При проведении анализа весь персонал научных организаций разбивается на группы: персонал научно-математических подразделений, управленческий персонал, а также персонал опытного производства и инженерного обеспечения производства. Анализ состояния нормирования труда производится по каждой группе работников. В данных рекомендациях рассматривается

анализ состояния нормирования труда в научно-тематических подразделениях.

В рамках системного подхода к проблеме нормирования труда, во-первых, производится анализ основных показателей, характеризующих уровень развития СНТ, ее функциональных подсистем и уровень развития обеспечения. С этой целью заполняется специальная аналитическая форма (таблица 9). Анализ показателей, приведенных в таблице 9, позволяет определить достигнутый уровень и основные направления развития действующей в организации СНТ.

Таблица 9

Систематизация основных показателей, характеризующих развитие СНТ по научно-исследовательским и опытно-конструкторским работам

Виды обеспечения СНТ	Функциональные подсистемы СНТ				Итого в целом по СНТ
	Классификаторы объектов нормирования	Процедуры нормирования	Нормативно-статистическая база	Процесс нормирования	
Методическое, включая математическое	Уровень обеспеченности научно-математических подразделений методическими материалами Степень соответствия имеющихся методических материалов нормативным требованиям				
Информационное	Уровень наполнения необходимых массивов информации				
Организационное	Уровень обеспеченности научно - тематических подразделений организационными документами и решениями, регламентирующими процессы проектирования и нормирования труда специалистов				

Во-вторых, изучению подлежит степень охвата работников по научно-исследовательским и опытно-конструкторским работам нормированием труда (анализ сферы распространения норм затрат труда и форм их доведения до исполнителей). При этом определяется несколько показателей: удельный вес работников, для нормирования труда которых имеются нормативы времени (трудоемкости); удельный вес работников, труд которых нормируется:

- а) по индивидуальным нормированным заданиям;
- б) по коллективным нормированным заданиям.

Указанные показатели рассчитываются по всей численности работников в научно-тематических подразделениях, а также по массовым

профессиональным и квалификационно-должностным группам специалистов и по отдельным подразделениям.

В-третьих, анализируется качество применяемых норм и нормативов затрат труда. Для анализа качества действующих норм и нормативов затрат труда рекомендуется выявлять степень практической реализации современных требований к ним. Требования к нормам затрат труда и показатели уровня их достижения систематизированы в таблица 10.

Таблица 10

## Систематизация требований затрат труда и показатели оценки уровня их достижения

Требования к нормам	Показатели оценки уровня достижения требований	Рекомендуемая периодичность анализа
1	2	3
1. Обоснованность	Удельный вес трудоемкости нормируемых работ, определенной на основе метода нормирования труда, обеспечивающего требуемую точность норм. Анализ проводится: а) по тематическим направлениям, объектам, стадиям проектирования; б) по подразделениям	Ежегодно
2. Напряженность	Коэффициент выполнения норм ( $K_{вн}$ ) $K_{вн} = \frac{T_{н.і}}{T_{ф.і}}$ $T_{н.і}$ – нормативная трудоемкость $i$ -й работы; $T_{ф.і}$ – фактическая трудоемкость $i$ -й работы. Коэффициент выполнения индивидуального (коллективного) нормированного труда ( $K_{вн.з}$ ) $K_{вн.з} = \frac{T_{пл.к.з}}{T_{ф.к.з}}$ $T_{пл.к.з}$ – плановая трудоемкость нормированного задания (индивидуального или коллективного); $T_{ф.к.з}$ – фактические затраты времени исполнителя (бригады) на задание в календарном периоде	Ежемесячно
3. Однородность по напряженности	Определение дисперсии распределения Кв.н от среднего значения по работам, исполнителям и подразделениям	Ежеквартально
4. Прогрессивность	Показатель прогрессивности норм ( $K_{пр}$ ) $K_{пр} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{T_{ф.і} - T_{н.і}}{T_{ф.і}}$ $n$ – количество наблюдений условие прогрессивности $K_{пр} > 0$	По требованию
5. Эффективность	Показатель эффективности норм ( $E_p$ ) $E_p = \frac{Э_{э}}{C_p}$ $Э_{э}$ – экономический эффект от выполнения нормируемой работы; $C_p$ – стоимость выполнения работы	Ежегодно
6. Реальность	Удельный вес нормативной трудоемкости работ, для которых фактические организационно-технические условия их выполнения совпадают с предусмотренными в нормах (нормативах) затрат труда	Ежеквартально

## **7. Определение трудоемкости работ в условиях автоматизации проектирования и управления НИОКР**

### **7.1. Особенности нормирования труда при автоматизированном проектировании изделий**

#### **7.1.1. Классификация процессов-объектов нормирования при автоматизированном проектировании изделий**

Нормирование труда в условиях применения САПР существенно меняется. Повышаются требования к точности установления норм времени, так как при использовании программно-технического комплекса САПР рабочее время становится во много раз дороже. САПР включает в себе ряд объективных предпосылок применения аналитических методов нормирования труда в процессах проектирования (алгоритмизация, дискретность процесса и др.). Чтобы аналитическим методом нормировать труд специалистов-пользователей САПР, следует классифицировать автоматизированный процесс проектирования с выделением трех его составляющих: содержательной, технологической и трудовой.

Содержательная сторона процесса раскрывается посредством формирования автоматизированных проектных задач. Под проектной задачей понимают часть процесса автоматизированного проектирования, выполнение которой сводится к получению окончательного при данном рассмотрении проектного решения по элементу (элементам) конечного описания. Она заканчивается результатом проектирования, вводимым непосредственно в информационную модель проектируемого объекта. Группы непосредственно связанных проектных задач образуют этапы и стадии проектирования.

Проектные задачи классифицируются по следующим признакам:

1. По предметно-функциональному содержанию автоматизируемых работ (станкостроение, машиностроение, приборостроение и др.)

2. По принадлежности к стадии автоматизированного проектирования (структурно-параметрической, функционально-конструкторской, конструкторско-технологической).

3. По степени автоматизации проектной задачи (частично, полностью автоматизированные).

4. По объектной направленности (универсальности):

- объектно-независимые проектные задачи, решаемые посредством инвариантных процедур (модулей), входящих в постоянное ядро;

- задачи, направленные на какую либо группу объектов (объектная направленность) и имеющие в своем составе дополнительные процедуры (модули);

- объектно-ориентированные проектные задачи, образуемые на базе типовых рядов, в основу которых положены комплексные детали (схемы), различающиеся составом конструктивных (электронных) элементов;

- объектно-ориентированные проектные задачи, образуемые на базе параметрических рядов, в основе которых лежат типовые конструкции, отличающиеся друг от друга геометрическими размерами.

5. По условиям решения задачи (решение в условиях достоверности, в условиях риска, в условиях неопределенности, в условиях временного развития).

6. По методу решения задачи (аналоговые, стандартные, разрешения противоречия с минимальным риском, разрешения противоречия с максимальным риском, синтеза на построение).

Технологическую сторону процесса проектирования принято представлять пакетом типовых процессов преобразования моделей разрабатываемого объекта. Каждый типовой процесс в САПР разделяется на определенные проектные процедуры (таблица 11). Под проектной процедурой понимается формализованная совокупность операций, выполнение которых оканчивается промежуточным проектным решением.

## Классификация типовых проектных процедур

Тип процедур	Группа процедур	Разновидности типовых проектных процедур
1	2	3
Информационно - поисковые	Информационно - справочные	Процедура со стратегией вопросника
		Процедура со стратегией ранжирования
		Процедура формирования поискового предписания со стратегией, направленной на повышение точности и полноты поиска
	Информационно - логические	Процедура со стратегией циклического поиска
		Процедура со стратегией промежуточных результатов
		Процедура со стратегией модификации запроса
Построение и преобразование моделей - прототипов		Процедуры с закрепленным программой алгоритмом, ориентированным на группу объектов
		Процедура с алгоритмом, описывающим процесс проектирования, не закрепленный программой (включая процедуры выпуска документации)
Расчетные и оптимизирующие	Формально- расчетные	Законченные программированные процедуры без возможности прерывания процесса
		Законченные программированные процедуры с возможностью прерывания процесса
		Процедуры, составленные из программированных блоков
	Расчетно-логические	Законченные процедуры с циклическим приближением к конечному результату
		Процедуры, состоящие из отдельных стандартных блоков с незакрепленным порядком
		Процедуры, состоящие из отдельных блоков с варьируемым содержанием
Внутрисистемного обслуживания	Административного управления	Процедуры обслуживания системы, подсистемы, группы задач, задачи
	Настройки	Процедуры настройки системы, подсистемы

При классификации проектных процедур используются также следующие характеристики:

1. Вид используемой информации: постоянная; переменная (с изменяющимися в процессе решения количественными характеристиками); стохастическая (изменяющаяся по известному закону распределения); неопределенная (изменяющаяся по неизвестному закону распределения); неоднозначная (не имеющая однозначного толкования или оценки).

2. Режим взаимодействия пользователя со средствами САПР: ввод-контроль; простой запрос; справка (предложение для выбора); запрос-ответ (запрос с указанием синтаксиса ответа); запрос свободного ответа; команда; фраза на квазиестественном языке; диалог в одну сторону.

Трудовая сторона процесса раскрывается на основе анализа операций, которые совершает исполнитель при решении автоматизированной проектной задачи. Чтобы пронормировать трудовой процесс, требуется определять следующие его характеристики:

- соотношение продолжительности машинного этапа и подготовительно-завершающего этапа;
- соотношение исполнительских и эвристических элементов на машинном этапе работы;
- повторяемость комплексов трудовых операций;
- характер производственной ответственности;
- степень нервного напряжения.

Аналитически-расчетный метод нормирования труда предполагает проведение классификации трудовых процессов также по уровням укрупнения. В условиях САПР в качестве базового уровня классификации трудовых процессов предлагается принимать выполнение проектной задачи. Трудовой процесс при этом рассматривается с двух сторон. Во-первых, образуются «надзадачные» уровни укрупнения, выделяемые по ступеням агрегации процесса проектирования и ступеням кооперации труда.

Во-вторых, существуют «дозадачные» уровни дифференциации трудового процесса. Анализ содержания процесса на дозадачном уровне показывает, что решения проектных задач состоит из многократно повторяющихся элементов, имеющих типовое технологическое и трудовое содержание (проектных процедур, итерационных циклов, комплексов трудовых операций и т.д.).

На основе классификации процессов в САПР систематизируются задачи премирования рациональных трудовых процессов пользователей САПР и образуется система норм и нормативов затрат труда разной степени укрупнения.

### **7.1.2. Особенности методологии нормирования труда при автоматизации проектирования изделий**

Установление норм затрат труда пользователей САПР имеет ряд существенных особенностей. При разработке автоматизированного процесса выполнения проектно-конструкторской задачи образуется модель «идеального» решения, следуя которой получают также «идеальное» значение необходимого времени. Каждая проектная процедура имеет свою модель формирования идеального времени, соответствующего благоприятному стечению всех факторов-обстоятельств. Но это время в качестве нормативного принимать нельзя, оно должно рассматриваться как часть нормы времени, которую требуется обязательно дополнить. Например, если при выполнении проектных задач прибегают к методам разрешения противоречий, то в составе процесса появляются процедуры, носящие циклический характер. Число циклов интеграций для достижения полного разрешения противоречий имеет вероятностное значение.

Норма времени на выполнение проектной задачи ( $T_n^a$ ) складывается из следующих составляющих:

$$T_n^a = t_{\text{зад}} + \sum_{i=0}^n t_{\text{пр } i}^a + t_{\text{рег.пер}} + t_{\text{сбоя}}$$

где  $t_{\text{зад}}$  - время на подготовительно-завершающие операции, связанные с задачей в целом;

$t_{\text{пр } i}^a$  - время на выполнение проектной процедуры;

$n$  - число проектных процедур в задаче;

$t_{\text{рег.пер}}$  - время регламентированных перерывов в работе пользователей;

$t_{\text{сбоя}}$  - дополнительное время, связанное с остановками машины из-за аппаратных сбоев, ошибок пользователей, системных ошибок и т.п.

В структуре нормативного времени на выполнение проектной процедуры ( $t_{\text{пр}}^{\text{а}}$ ) выделяется необходимая величина приращения времени к базовой величине ( $t_6$ ) на вероятное число итерационных циклов в данной процедуре ( $q$ ):

$$t_{\text{пр}}^{\text{а}} = t_6 \cdot q \cdot K_{\text{осн}} \cdot K_{\text{упр}},$$

где  $K_{\text{осн}}$  - коэффициент корректировки базового времени в связи с освоением пользователем процедуры (приобретение специализированных навыков);

$K_{\text{упр}}$  - коэффициент сокращения базового из-за упрощения полной процедуры при многократном ее повторении.

Базовое нормативное время на проектную процедуру ( $t_6$ ) имеет следующую структуру:

$$t_6 = t_{\text{настр}} + t_{\text{ув}} + \sum t_{\text{эвр}} + \sum t_{\text{исп}} + \sum t_{\text{маш}}.$$

где  $t_{\text{настр}}$  - время на настройку (перенастройку) системы;

$t_{\text{ув}}$  - время на увязочные операции;

$\sum t_{\text{эвр}}$  - неперекрываемое время на эвристические приемы;

$\sum t_{\text{исп}}$  - время на исполнительские приемы

$\sum t_{\text{маш}}$  - время на машинные операции, включая время ожидания ответа.

Подготовительно-завершающий этап выполнения проектной задачи раскрывается следующим образом:

$$t_{\text{зад}} = t_{\text{подг}} + t_{\text{инф}} + t_{\text{зав}},$$

где  $t_{\text{подг}}$  - время на подготовительные операции;

$t_{\text{инф}}$  - время на информационное обслуживание и работу с документами;

$t_{\text{зав}}$  - время на завершающие операции, включая утверждение полученного результата.

Таблица 11

## Методики установления норм времени на выполнение проектных задач в САПР

Тип проектной задачи	Рекомендуемый вид норматива	Структурная модель нормы времени
1	2	3
1. Аналоговая задача	Двухфакторные типовые нормы времени	$T_n^a = t_{\text{зад}} + t_{\text{пр}}^a + t_{\text{регл. пер}} + t_{\text{сбоп}}^a$ <p>где <math>T_n^a</math> – норма времени на выполнение проектной задачи, мин;  <math>t_{\text{зад}}</math> – время на подготовительно-завершающие операции, связанные с задачей в целом, мин;  <math>t_{\text{пр}}^a</math> – время на выполнение проектной процедуры, являющееся функцией количества рассчитываемых параметров и объема вводимой информации, мин;  <math>t_{\text{регл. пер}}</math> – время регламентированных перерывов в работе пользователей, мин; <math>t_{\text{сбоп}}^a</math> – время, связанное со сбоем в работе машины, мин</p>
2. Стандартная задача	Многофакторные типовые нормы времени	$T_n^a = t_{\text{зад}} + t_{\text{пр}}^a + t_{\text{регл. пер}} + t_{\text{сбоп}}^a$ <p>где <math>t_{\text{пр}}^a</math> – время на выполнение проектной процедуры, являющееся функцией количества рассчитываемых параметров, числа подпрограмм в головной программе и объема вводимой информации, мин</p>
3. Задачи разрешения противоречий с разной степенью риска	Многофакторные типовые нормы времени с диапазоном значений	$T_n^a = t_{\text{зад}} + t_{\text{пр1}}^a + t_{\text{пр2}}^a + t_{\text{пр3}}^a + t_{\text{сбоп}}^a$ <p>где <math>t_{\text{пр1}}^a</math> – время на выполнение процедуры нахождения прототипа, являющееся функцией количества возможных прототипов и объема вводимой информации о прототипе, мин; <math>t_{\text{пр2}}^a</math> – время на выполнение процедуры построения исходной модели, являющееся функцией способа ввода дополнительной информации для построения исходной модели и объема дополнительно вводимой информации, мин; <math>t_{\text{пр3}}^a</math> – время на выполнение процедуры преобразования модели (разрешение противоречия), являющееся функцией количества оптимизируемых параметров, числа подпрограмм в головной программе и объема вводимой информации, мин</p>
4. Задачи синтеза на достройку системы	Типовые нормы времени с матричной структурой и диапазонами значений времени	$T_n^a = t_{\text{зад}} + \sum_{j=1}^m (t_{\text{пр1}}^a + t_{\text{пр2}}^a + t_{\text{пр3}}^a + t_{\text{ув}}) + t_{\text{регл. пер}} + t_{\text{сбоп}}^a$ <p>где <math>m</math> – число достраиваемых подсистем;  <math>t_{\text{ув}}</math> – время на выполнение процедуры увязки системы с достраиваемой подсистемой, являющееся функцией количества оптимизируемых параметров в достраиваемой подсистеме, мин</p>

Тип проектной задачи	Рекомендуемый вид норматива	Структурная модель нормы времени
1	2	3
5. Задача синтеза на построение путем преобразования моделей-прототипов	Удельная среднестатистическая трудоемкость проектирования изделий и их функциональных частей(n)	$T_n^a = \sum_{i=1}^n t_{ni} \cdot A_{di} \cdot K^{САПР}$ <p>где <math>t_{ni}</math> – трудоемкость единицы проектной (конструкторской) документации i-го вида, чел.-ч; <math>A_{di}</math> – предполагаемый объем проектной (конструкторской) документации i-го вида; <math>K^{САПР}</math> – коэффициент снижения трудоемкости автоматизированного проектирования и выпуска документации i-го вида</p>
6. Задача синтеза системы на основе построения информационно-логической модели процесса проектирования	Интроспективные или экспертные оценки трудоемкости структурных элементов процесса проектирования	$T_n^a = \sum_{i=1}^n MO_i \cdot P[T_{min} \leq T_n^a \leq T_{max}] > P_{дов}$ <p>где – <math>MO_i</math> – математическое ожидание трудоемкости i-й проектной процедуры, работы и т.д.; <math>P_{дов}</math> – доверительная вероятность нахождения <math>T_n^a</math> в заданном интервале <math>[T_{min}; T_{max}]</math></p>

Особенностью нормирования труда при автоматизированном проектировании является непосредственное участие специалистов, использующих САПР (специалист-пользователь), в процессе расчета норм. При этом производится системный запрос в их адрес о видении процесса, выборе его укрупненной модели, технических средств реализации и режима работы. Именно специалист-пользователь должен давать предварительную информацию о процессе, анализировать его протекание и при необходимости корректировать параметры. В этом, в частности, проявляется индивидуализация норм затрат труда пользователей САПР по уровню их подготовки к владению системой.

### **7.1.3. Разработка типовой системы нормирования труда пользователей САПР**

При выполнении НИОКР рекомендуется разрабатывать типовые решения по нормированию и организации трудового процесса пользователей САПР. Каждое типовое решение содержит характеристику проектной задачи, состав требующихся автоматизированных процедур, технологическое и трудовое содержание проектных процедур, типовые операции и рациональные методы их выполнения, состав подготовительных и завершающих работ, организацию взаимодействия пользователей, обслуживающего и обеспечивающего персонала, типовые нормы времени, модель процесса проектирования.

Серии типовых решений состоят из наборов решений по каждой стадии автоматизированного проектирования. На стадии проектирования типовые решения наполняются преимущественно типовыми нормами на решение объектно-ориентированных задач.

Типовые нормы разрабатываются на все проектные задачи САПР. Они содержат время на подготовительные операции (получение и уяснение задания, подготовка технических средств к работе и т.п.), саму реализацию проектных процедур и завершающие операции по

оформлению полученных результатов, согласованию и утверждению выходных результатов, представляемых файлом в базе данных или отображаемых на внешнем носителе (распечатка, чертеж и т.п.).

Для задач, решаемых посредством инвариантных проектных процедур, в качестве нормообразующих факторов рекомендуется принимать: объем вводимых входных данных, количество оптимизируемых характеристик, количество аналогов-прототипов в базе данных, количество перенастраиваемых параметров системы, длину применяемой программы, число подпрограмм в головной программе.

Для объектно-ориентированных задач в качестве нормообразующих факторов выступают: форма представления исходных данных, способ их ввода, характеристики параметрических рядов проектируемых объектов, форма представления результата и др.

При разработке типовых норм на объектно-ориентированную задачу может формироваться образ комплексной детали (схемы), представляющий собой искусственную интеграцию всех конструктивных (электронных) элементов. Комплексная деталь (схема) занимает вершину ряда, а начинается ряд с базовой – наиболее простой детали (схемы). Выделение базовой и комплексной детали позволяет сформировать компактную программу проведения факторных экспериментов.

Типовые решения представляют собой часть проекта организации труда в САПР, включающую еще проект организации автоматизированного рабочего места пользователя САПР, должностной регламент, распространяющийся на автоматизированные и неавтоматизированные элементы трудового процесса.

## 8. Разработка локальных норм труда

8.1. Локальные нормативы труда на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы разрабатываются на основе типовых укрупненных норм труда.

8.2. Разработка локальных нормативов труда осуществляется на основе результатов: фотохронометражных наблюдений; данных оперативного учета и отчетности; результатов анализа организации труда и мероприятия по ее совершенствованию.

8.3. Стадии разработки, этапы выполнения работ, комплектность и виды документации устанавливаются в соответствии с требованиями локальных нормативных документов в рамках типовых отраслевых.

8.4. При разработке локальных нормативов труда для определения квалификации исполнителей используются нормативно-методические материалы по нормированию труда, квалификационные справочники, профессиональные стандарты по направлениям деятельности.

8.5. Локальные нормативы времени должны включать в себя выполнение следующих видов работ: получение задания от руководителя и ознакомление с ним; подготовка рабочего места и соответствующих программ к работе; подбор необходимых материалов (ГОСТов, стандартов, чертежей, технической и справочной литературы, руководящих документов и т.п.); предварительное выполнение работы; консультации и согласование выполненной работы с руководителем, со смежными подразделениями; оформление итоговой документации по работе; сдача выполненной работы руководителю.

8.6. Для разработки локальных норм труда определяются виды работ, на основании которых осуществляется подбор типовых норм труда.

8.7. По типовым нормам труда на предприятиях и в организациях в зависимости от видов выполняемых работ проводятся исследования, согласно разделов настоящей методики.

8.8. На основании предварительного анализа подбирается метод разработки норм труда.

8.9. По выбранному методу, после проведения всех необходимых расчетов определяются локальные нормы труда на выполнение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ.

8.10. При превышении значения локальной нормы труда над типовой необходимо подготовить полный комплект обосновывающей документации: карты фотографии рабочего времени (или хронометражные карты), пояснительная записка по выбору метода разработки и порядок расчета.

8.11. Все разработанные локальные нормы труда вводятся в действие приказом исполнительного органа юридического лица с учетом мнения представительного органа работников. Работники должны быть ознакомлены с вводимыми нормами труда за 2 месяца.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

### Приложение 1

#### Термины, использованные в рекомендациях

№ п/п	Термин	Определение
1	2	3
1	Необходимые затраты труда	Затраты, соответствующие эффективному для конкретных условий производства использованию трудовых и материальных ресурсов при условии соблюдения научно обоснованных режимов труда и отдыха
2	Норма затрат труда	Установленная для определенных организационно-технических условий мера труда на выполнение заданного объема работ одним или группой работников соответствующей квалификации при соблюдении требований к качеству работ (продукции). По форме выражения затрат труда в нормах различают нормы: времени, выработки, численности, обслуживания (в том числе нормы управляемости)
3	Нормативы затрат труда	Регламентированные величины затрат труда на отдельные элементы трудового процесса, работ (комплексов), обслуживание единицы оборудования, структурного подразделения и т.д., а так же численности работников, предназначенные для многократного использования при установлении норм затрат труда, нормированных заданий, разработки нормативов трудовых затрат более высокой степени укрупнения, а также для проектирования организаций труда
4	Норма времени	Величина затрат рабочего времени, устанавливаемая для выполнения единицы работы работником или группой работников (бригадой) соответствующей квалификации в определенных организационно-технических условиях
5	Норма выработки	Установленный объем работы, который работник или группа работников (бригада) соответствующей квалификации обязаны выполнить в единицу рабочего времени в определенных организационно-технических условиях
6	Норма обслуживания	Количество производственных объектов, которые работник или группа работников (бригада) соответствующей квалификации обязаны обслуживать в течение единицы рабочего времени в определенных организационно-технических условиях
	В том числе норма управляемости (числа подчиненных)	Численность работников, которая может быть в подчинении одного руководителя
7	Норма численности	Установленная численность работников определенного профессионально-квалификационного состава, необходимая для выполнения конкретных объемов работ или функции управления, инженерного обеспечения и т.п. в определенных организационно-технических условиях
8	Нормативная трудоемкость НИОКР	Совокупные затраты живого труда различных работников на выполнение конкретной НИР и ОКР, установленные с использованием методов нормирования труда
9	Типовые нормы труда	Нормы труда на работы, выполняемые по типовой технологии с учетом рациональных организационно-технических условий и рекомендуемые для применения на предприятиях, где имеются такие работы

**Методика формирования групп сложности разрабатываемых изделий**

Группы сложности разрабатываемых изделий формируются исходя из оценки влияния на трудоемкость разработки значений технических параметров. Процесс образования групп сложности состоит из следующих этапов.

1. Формирование состава исходной информации

Для G-й классификационной группы ранее выполненных разработок, сформированной по функциональному и конструктивному назначению, по № завершенным изделиям заполняется таблица 12.

Таблица 12

Технические параметры изделия (условный пример)

Номер изделия	Номер тематического направления	Номер классификационной группы G	Фактическая трудоемкость $Y_j^{\Phi}$	Значение технических параметров					
				$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$
1	01	10	130,6	3000,0	132,6	7,0	2,0	0,73	67,6
2	01	10	135,4	3000,0	65,0	1,5	2,0	2,0	66,6
3	01	10	25,0	150,0	21,0	33,0	2,0	2,0	69,5
4	01	10	81,3	75,0	90,0	0,4	1,0	2,0	69,6
5	01	10	47,1	600,0	21,0	3,7	2,0	31,0	71,2
6	01	10	85,0	150,0	95,0	120,0	1,0	3,5	72,3
7	01	10	87,5	300,0	62,0	84,0	4,0	3,0	76,7
8	01	10	243,3	5000,0	110,0	4,0	4,0	1,85	77,8
9	01	10	131,7	1500,0	86,0	16,0	4,0	2,0	78,0

Количество технических параметров  $X_n$  зависит от типа проектируемого объекта. Рекомендуется выбирать параметры из технического задания на разработку.

2. Оценка влияния технических параметров ( $X_{ij}$ ) на трудоемкость проектируемых объектов ( $Y_j^{\Phi}$ ) производится с помощью парных коэффициентов корреляции  $r_i$ . Используя стандартную программу расчета  $r_i$  на ЭВМ, для фактических данных (таблицы 12) получают значения парных коэффициентов корреляции, представленные в таблице 13. Далее по расчетам  $r_i$  определяют веса параметров  $K_i$ , т.е. оценивают значимость

их влияния на трудоемкость. Вес  $K_i$  рассчитывается таким образом, чтобы выполнялось условие  $\sum K_i = 1$ .

Таблица 13

Оценка значимости  $i$ -го технического параметра

$i$	1	2	3	4	5	6
$r_i$	0,9	0,69	-0,3	0,52	-0,38	0,39
$K_i$	0,283	0,217	0,094	0,164	0,119	0,123

### 3. Формирование групп сложности по $i$ -му техническому параметру

Совокупность значений по  $i$ -му техническому параметру разбивается с целью получения групп сложности по параметру, в пределах каждой из которых изменение значения  $i$ -го параметра влечет за собой незначительные изменения трудозатрат на разработку нового изделия.

Формирование групп сложности по  $i$ -му параметру производится в такой последовательности.

Применительно к анализируемой совокупности изделий строится вариационный ряд  $j$ -х значений  $i$ -го технического параметра. Этот ряд ранжируется с учетом характера изменения  $i$ -го параметра и определяется частота попадания значений данного параметра в каждый из интервалов. Шкала для ранжирования может быть равномерной или логарифмической в зависимости от характера изменения параметра. На основании этих данных строится гистограмма статистического распределения частот попадания  $j$ -х значений  $i$ -го параметра в интервалы. Аналогично строится гистограмма для всех анализируемых технических параметров.

Затем производится уточнение групп сложности по каждому техническому параметру.

С этой целью группе специалистов, разработчиков данного вида изделий, предлагается экспертно оценить сложность достижения при проектировании  $i$ -м параметром определенного интервала. Исходной базой для проведения такого анализа служат гистограммы статистических распределений по техническим параметрам. В процессе экспертизы разработчики могут скорректировать границы интервалов в гистограмме и,

следовательно, уточнить принадлежность j-го значения i-го параметра к определенному интервалу.

Так, в приводимом примере распределение на группы сложности по параметру  $\{X_1\}$  представлено в таблице 14.

Таблица 14

Номер группы сложности по i-му параметру $Z_{ij}$	1	2	3	4	5
Интервал изменения i-го параметра	0-100	101-500	501-1500	1501-3000	св. 3000
Распределение значений i-го параметра по интервалам	$X_{14}$	$X_{13}, X_{16}$	$X_{15}, X_{17}, X_{19}$	$X_{11}, X_{12}$	$X_{18}$

### 1. Расчет коэффициентов сложности разрабатываемых изделий

Расчет коэффициентов сложности для каждого j-го изделия производится по формуле:

$$M_{cj} = \sum_{i=0}^n Z_{ij} \cdot K_i.$$

Пример расчета  $M_{c1}$  для изделия №1:

$$M_{c1} = Z_{14} \cdot K_1 + Z_{26} \cdot K_2 + Z_{34} \cdot K_3 + Z_{41} \cdot K_4 + Z_{57} \cdot K_5 + Z_{62} \cdot K_6 = 4 \cdot 0,283 + 6 \cdot 0,217 + 4 \cdot 0,094 + 1 \cdot 0,164 + 7 \cdot 0,119 + 2 \cdot 0,123 = 4,053.$$

При определении коэффициентов сложности изделий рассматриваемого массива рекомендуется составить таблицу 15.

Таблица 15

Расчет коэффициентов сложности разрабатываемых изделий

Номер изделия	$K_1 = 0,283$		$K_2 = 0,217$		$K_3 = 0,094$		$K_4 = 0,164$		$K_5 = 0,119$		$K_6 = 0,123$		Расчетный коэффициент сложности $M_{c_j}$
	$Z_1$	$Z_1 K_1$	$Z_2$	$Z_2 K_2$	$Z_3$	$Z_3 K_3$	$Z_4$	$Z_4 K_4$	$Z_5$	$Z_5 K_5$	$Z_6$	$Z_6 K_6$	
1	4	1,132	6	1,302	4	0,376	1	0,164	7	0,833	2	0,246	4,053
2	4	1,132	4	0,868	5	0,470	1	0,164	6	0,714	2	0,246	3,594
3	2	0,566	2	0,434	3	0,282	1	0,164	6	0,714	2	0,246	2,406
4	1	0,283	5	1,085	6	0,564	1	0,164	6	0,714	2	0,246	3,056
5	3	0,849	2	0,434	5	0,470	1	0,164	1	0,119	3	0,369	2,405
6	2	0,566	5	1,085	1	0,094	1	0,164	5	0,595	3	0,369	2,873
7	3	0,849	4	0,868	2	0,188	2	0,328	6	0,714	4	0,492	3,439
8	5	1,415	6	1,302	5	0,470	2	0,328	7	0,833	4	0,492	4,840
9	3	0,849	5	1,085	3	0,282	2	0,328	6	0,714	4	0,492	3,750

3. Расчет количества групп сложности для G-й классификационной группы изделий.

Возможное количество групп сложности ( $M_c$ ) определяется путем расчета максимального значения коэффициента сложности для G-й классификационной группы изделий по формуле:

$$M_{c \max} = \sum_{i=0}^n Z_{ij \max} \cdot K_i.$$

Количество групп сложности соответствует целому числу (до запятой) максимального расчетного значения коэффициента сложности, получающегося в рассматриваемой классификационной группе изделий. В данном примере оно равно пяти:

$$M_{c \max} = 5 \cdot 0,283 + 6 \cdot 0,217 + 6 \cdot 0,094 + 6 \cdot 0,164 + 7 \cdot 0,119 + 5 \cdot 0,123 \\ = 5,713.$$

Далее принимается, что все расчетные значения  $1 \leq M_c \leq 2$  принадлежат к 1-й группе сложности;  $2 \leq M_c \leq 3$  – ко 2-й группе и т.д.

Таким образом, получаются две оценки параметрической сложности разрабатываемых изделий: расчетный коэффициент сложности и группа сложности. Последняя оценка необходима, во-первых, для построения нормативных таблиц, во-вторых, для определения принадлежности нового изделия к группе сложности, когда не удается рассчитать коэффициент  $M_{cj}$ .

### Методика формирования групп новизны разрабатываемых изделий

Методика формирования групп новизны основывается на проведении оценки уровня новизны процесса разработки по каждому из его условных этапов.

Для формализованного описания возможных состояний уровня новизны в дальнейшем каждый из подэтапов обозначается  $X[i/l]$ -й частной характеристикой новизны процесса разработки, где  $i$ -количество возможных состояний уровня новизны. Каждому из возможных состояний уровня новизны на подэтапе присваивается определенный код (код значения характеристики новизны  $P[i/l]$ ).

Поскольку оценка новизны осуществляется с целью ее дальнейшего использования при построении нормативной зависимости трудоемкости от факторов сложности и новизны, так как от качественных характеристик необходимо перейти к численным оценкам. Для этого по группе проектируемых изделий, предварительно расклассифицированных по математическим направлениям, общему и функциональному назначению, разработчики производят экспертную оценку значимости частной характеристики новизны. Экспертные оценки значимости частных характеристик новизны  $X[i/l]$  представлены в таблице 16.

На основе приведенных в таблице 16 экспертных оценок для анализируемой совокупности изделий ( $Y^{\Phi}[j]$ ) получены следующие исходные данные для оценки новизны процесса разработки (таблица 17).

Коэффициент новизны разработки определяется путем установления функциональной зависимости между частными характеристиками новизны и трудоемкостью процесса разработки нового изделия (вид зависимости может быть любой – линейная, степенная, показательная и т.п.).

Таблица 16

## Экспертные оценки значимости частных характеристик новизны процесса разработки

Задания новизна результата	Возможные состояния уровня новизны на подэтапах процесса разработки, их коды (P <sub>ij</sub> ) и экспертные оценки их значимости (X <sub>ij</sub> )											
	Выбор принципа решения проектной задачи	P <sub>11</sub>	X <sub>11</sub>	Сбор информации	P <sub>21</sub>	X <sub>21</sub>	Реализация принципа решения задачи	P <sub>31</sub>	X <sub>31</sub>	Применение результатов решения	P <sub>41</sub>	X <sub>41</sub>
Воспроизведение существующих решений	Использован известный принцип	11	1,0	Систематизация информации, относящейся к объекту разработки и	21	0,8	Использованы существующие функциональные элементы	31	1,0	Разработка заканчивается созданием опытного образца	41	2,0
Модификация существующих решений	Выбран один из нескольких существующих принципов	12	2,0	возможным условиям его функционирования	22	1,5	Для использования существующих функциональных элементов	32	2,5	Разработка заканчивается созданием серийного образца	42	5,0
Модернизация существующих решений	Выбран один из нескольких принципов и изменен применительно к конкретной задаче	13	3,0	Переработка информации применительно к решаемой задаче			преобразованы способы их соединения					
Создание новых разработок с полным циклом ОКР и экспериментальных проверок	Потребовалось создание нового принципа решения задачи	14	10,0	Для решения задачи потребовалось получение новых данных экспериментальным путем	23	3,0	Потребовалось преобразование части функциональных элементов и созданы новые способы их соединения	33	5,0			
Создание разработок на основе новых конструктивных принципов							Потребовалось создание значительного числа новых функциональных элементов и новых способов их соединения	34	8,0			
							Создание совершенно новых способов решения задачи	35	10,0			

Так, например, для массива  $Y^{\Phi}[j]$  (см. таблица 12) с использованием методов регрессионного анализа установлено, что уровень трудоемкости связан с частными характеристиками новизны степенной зависимостью. В этом случае расчет коэффициентов новизны производится по формуле

$$K_{Hj} = \prod_{i=1}^4 X_{iI}^{a_i} = X_{1I}^{0,636} \cdot X_{2I}^{0,089} \cdot X_{3I}^{0,102} \cdot X_{4I}^{0,218},$$

где  $a_i$  – показатели регрессии зависимости трудоемкости от частных характеристик новизны, полученные путем анализа статистическими методами;  $X_{iI}$  – экспертные оценки частных характеристик новизны процесса разработки.

Таблица 17

Исходные данные для оценки новизны разработок в условном примере

Номер изделия j	Частные характеристики новизны процесса разработки							
	Коды состояния частных характеристик новизны $P_{ij}$ и экспертные оценки этих характеристик $X_{ij}$							
	$P_{1I}$	$X_{1I}$	$P_{2I}$	$X_{2I}$	$P_{3I}$	$X_{3I}$	$P_{4I}$	$X_{4I}$
1	13	3,0	21	0,5	33	5,0	41	2,0
2	13	3,0	23	3,0	33	3,0	42	5,0
3	11	1,0	21	0,5	31	1,0	41	2,0
4	13	3,0	22	1,5	33	5,0	41	2,0
5	12	2,0	21	0,5	32	2,5	41	2,0
6	13	3,0	22	1,5	33	5,0	41	2,0
7	13	3,0	23	3,0	32	2,5	41	2,0
8	13	3,0	23	3,0	35	10,5	42	5,0
9	13	3,0	23	3,0	32	2,5	41	2,0

В примере для изделия №1  $K_{H1}$  составит 2,5898:

$$K_{H1} = 3^{0,636} \cdot 0,5^{0,089} \cdot 5^{0,102} \cdot 2^{0,218} = 2,5898 \text{ и т.д.}$$

При формировании групп новизны оценивается диапазон изменения  $K_{Hj}$ . С этой целью производится расчет минимального ( $K_{H \min}$ ) и максимального ( $K_{H \max}$ ) коэффициентов новизны путем постановки в вышеприведенную формулу расчета  $K_{Hj}$  соответственно минимальных и максимальных значений факторов  $X_i$ :

$$K_{H \min} = 1^{0,636} \cdot 0,5^{0,089} \cdot 1^{0,102} \cdot 2^{0,218} = 1,093,$$

$$K_{H \max} = 10^{0,636} \cdot 3^{0,089} \cdot 10^{0,102} \cdot 5^{0,218} = 8,57.$$

Группы новизны образуются исходя из характера изменения интегрального коэффициента, отражающего новизну процесса разработки. Учитывая характер зависимости в примере, на котором иллюстрируется методика, расчет интервалов для оценки изменения  $K_{нi}$  производился по геометрической прогрессии со знаменателем прогрессии 1,7 (таблица 18).

Таблица 18

Диапазон изменения коэффициента новизны

Номер группы новизны	Код группы новизны	Диапазон изменения коэффициента новизны
1	01	1,05-1,5
2	02	1,51-2,25
3	03	2,26-3,5
4	04	3,51-5,5
5	05	5,51-9,0

В рассматриваемом примере распределение изделий по группам новизны представлен в таблице 19.

Таблица 19

Номер изделия	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Коэффициент новизны	2,6	3,7	1,1	2,9	1,9	2,7	2,8	3,9	2,8
Номер группы новизны	3	4	1	3	2	3	3	4	3

Принадлежность вновь разрабатываемого изделия в группе новизны определяется в такой последовательности:

1. По таблице 15 «Экспертные оценки значимости частных характеристик новизны процесса разработки» ведущий конструктор разработки проставляет коды состояния уровня новизны, которые описывают данную разработку.

2. Производится расчет  $K_{нi}$  для данного изделия и определяется в какой группе новизны находится коэффициент.

3. В случае если до начала разработки ведущий конструктор затрудняется определить характеристики новизны  $X_1-X_4$ , он может

воспользоваться анализом характеристики «Заданная новизна результата» и по нему определить группу новизны.

4. По завершении работ ведущий конструктор разработки должен привести в соответствие с реальными характеристиками расчетный коэффициент новизны и занести откорректированное значение  $K_{нц}$  в соответствующий массив справочных данных по выполненным разработкам.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	3
1. Общие положения .....	5
1.1. Основы нормирования научно-исследовательских и опытно- конструкторских работ .....	5
1.2. Задачи нормирования труда работников, занятых научно- исследовательскими и опытно-конструкторскими работами .....	8
1.3. Принципы нормирования труда и определения трудоемкости по научно- исследовательским и опытно-конструкторским работам .....	10
2. Классификация научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ .....	13
3. Факторы трудоемкости научно-исследовательских и опытно- конструкторских работ .....	21
4. Система нормирования труда научно-исследовательских и опытно- конструкторских работ .....	32
5. Методы нормирования труда специалистов занятых научно- исследовательскими и опытно-конструкторскими работами .....	37
5.1. Характеристика применяемых методов нормирования труда .....	37
5.2. Аналитически-расчетный метод .....	39
5.3. Аналитически-исследовательский метод .....	45
5.3.1. Разновидности методик аналитически-исследовательского нормирования труда .....	45
5.3.2. Методика установления трудоемкости работ на стадии рабочего проектирования, на основе экспертного исследования факторов, заложенных в предварительно разработанной модели процесса .....	49
5.3.3. Методика установления трудоемкости исследований и разработок на основе их информационно-логического моделирования .....	53
5.3.4. Методика аналитически-исследовательского установления трудоемкости на основе адаптивного моделирования .....	60
5.4. Экспертный метод .....	66
5.5. Опытно-статистический метод .....	70
5.5.1. Разновидности методик опытно-статистического нормирования труда ..	70
5.6. Определение трудоемкости ОКР на основе методики структурной аналогии .....	72
5.6.1. Определение трудоемкости НИОКР на основе методики переводных коэффициентов .....	72
5.6.2. Определение трудоемкости НИОКР на основе методики типовых этапов и видов работ .....	72
5.6.3. Особенности опытно-статистического метода определения затрат труда на выполнение НИР в условиях функционирования автоматизированной системы научных исследований .....	74
5.7. Методика суммарного определения трудоемкости рабочего проектирования изделий машиностроения в условиях применения САПР .....	76
6. Организация нормирования труда по научно-исследовательским и опытно- конструкторским работам .....	79
6.1. Формирование и ведение нормативной базы затрат труда .....	79
6.2. Разработка нормированных заданий .....	82
6.3. Организация нормирования труда специалистов по научно- исследовательским и опытно-конструкторским работам .....	85
6.4. Учет и корректировка нормативной базы .....	87

6.5. Анализ состояния нормирования труда по научно-исследовательским и опытно-конструкторским работам.....	90
7. Определение трудоемкости работ в условиях автоматизации проектирования и управления НИОКР.....	94
7.1. Особенности нормирования труда при автоматизированном проектировании изделий.....	94
7.1.1. Классификация процессов-объектов нормирования при автоматизированном проектировании изделий.....	94
7.1.2. Особенности методологии нормирования труда при автоматизации проектирования изделий.....	98
7.1.3. Разработка типовой системы нормирования труда пользователей САПР..	104
8. Разработка локальных норм труда .....	106
Приложение 1	
Приложение 2	
Приложение 3	







