

МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИКАЦИИ СССР
Главное производственно-техническое управление
по строительству

Всесоюзный институт по проектированию организации
энергетического строительства
"ОРГЭНЕРГОСТРОЙ"

Тема № 4631
План 1973 - 1974 гг.

РАЗРАБОТКА И ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ АСУ

Раздел А.

Применение методов машинного проектирования АСУ

К Н И Г А I

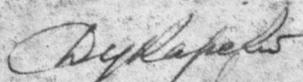
Отчет о работах по теме № 4631 в 1973 - 1974 гг.

Зам. директора института
начальник СКБ АСУ



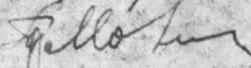
/В.А.Сердюков/

Начальник отдела НИС-7



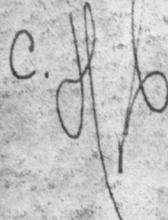
/О.М.Дукарский/

Начальник отдела АСУ-27



/Т.С.Монахова/

Руководитель темы
главный специалист



/С.П.Никаноров/

Москва - 1974 г.

Настоящая книга является головным отчетом по теме № 4631, выполняемой по плану ЦО 1973 - 1974гг. В ней суммированы результаты, изложенные в книгах 2, 3, 4 и 5, а также изложены задачи дальнейшей разработки метода автоматизированного проектирования систем организационного управления.

Исполнители работ: отделы НИС-7 и АСУ-27,

Руководитель работ: главный специалист С.П.Никаноров,

Отчет о работах по теме разработали:

главный специалист С.П.Никаноров,

старший научный сотрудник, к.ф.м.н. Д.В.Персиц.

А Н Н О Т А Ц И Я

В настоящей книге содержится головной отчет по теме № 4631 плана ЦО 1973 - 1974 гг, в котором обобщаются результаты работ по этой теме, изложенные в книгах 2, 3, 4, 5.

Устанавливается соответствие выполненных работ требованиям программы по теме. Описывается выпущенная по теме отчетная документация. Приведены некоторые задачи дальнейшей разработки метода автоматизированного проектирования систем организационного управления. В приложениях приведены оценка экономической эффективности метода, программа и график работы по теме.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Отчет о работе по теме № 4631 плана ЦО 1973 - 1974гг	5
2. Отчетная документация по теме № 4631	9
3. Задачи дальнейшей разработки метода автоматизированного проектирования систем организационного управления	11
Приложение. Экономическая эффективность	20
Приложение. Программа работ по теме № 4631	16
Приложение. График работ по теме № 4631	19

1. Отчет о работе по теме № 4631 плана ЦО 1973 - 1974гг.

Тема № 4631 плана ЦО 1973 - 1974гг является продолжением темы № 4631 1973г и темы № 4903 1972г.

К концу 1973г. , когда был выполнен основной объем работ по теме № 4631, основные принципы и математический аппарат метода автоматизированного проектирования систем организационного управления были разработаны настолько, что представлялось возможным приступить к постепенной реализации этого метода.

Основной задачей темы № 4631 1973 - 1974гг и являлось выполнение определенного объема работ в направлении реализации метода автоматизированного проектирования систем организационного управления.

Центральной задачей этого периода, как это устанавливала программа по теме № 4631, являлась разработка технического задания на комплекс программ для ЭВМ, необходимых для реализации предложенного метода.

Кроме того, программа предусматривала дальнейшую разработку вариантов постановок задач по проектируемым в СКБ АСУ системам, ориентированных на применение машинных методов проектирования, разработку носящего инструктивный характер положения об автоматизированном проектировании систем организационного управления и продолжение необходимых для развития и совершенствования метода теоретических и математических работ.

Предполагалось также в случае, если удастся в той или иной степени реализовать комплекс программ, предпринять опытное проектирование систем, разрабатываемых в СКБ АСУ.

Выполнение задач темы № 4631 заняло период с 30.10.73г. по 01.11.74г., т.е. двенадцать месяцев. За это время достигнуто следующее состояние разработки темы:

1. Разработка технического задания на комплекс программ.

В этом направлении усилия были сосредоточены на разработке задания на специфическую для данного метода часть комплекса программ - часть, которая обеспечивает логическое проектирование систем организационного управления. Другая часть, которая обеспечивает выбор методов для выполнения функций в системе управления не разрабатывалась и в задание на комплекс программ не вошла, поскольку в Советском Союзе уже имеется ряд разработок в этом направлении.

Техническое задание на часть комплекса программ, обеспечивающую логическое проектирование систем организационного управления, составляющую основное средство данного метода разработано полностью.

Ввиду осуществляющегося в 1974 - 1975гг. перехода с ЭВМ серии "Минск" на ЭВМ единой серии было принято решение не приступать к реализации этого задания на машинах серии "Минск", хотя это и связано с временной задержкой в выполнении задач темы. Было решено реализовывать комплекс программ для автоматизированного проектирования систем организационного управления сразу на ЭВМ единой серии "Ряд". С этой целью были проведены переговоры с некоторыми группами, занимающимися системным программированием /НИЦЭВТ МРП т.Горлин, Институт электротехнической промышленности г.Таллин т.Тыугу, Институт физики и математики АН Литовской ССР г.Вильнюс т.Матулис/, а также с заказчиками и исполнителями разработки программного обеспечения для ситуационного управления /Одесское отделение института экономики АН УССР, т.Загадская/, однако исполнителя для комплекса программ пока найти не удалось.

2. Разработка "Положения об автоматизированном проектировании систем организационного управления".

Разработка "Положения" основывалась как на опыте ручного формального проектирования систем организационного управления, полученного в 1972г. /система управления созданием новых технических систем/ и в 1973г. /система управления для Главэнергостройпрома/, так и на данных, содержащихся в техническом задании на комплекс программ. Таким образом, разработанное "Положение" отражает достигнутый уровень разработки проблемы. Требования программы в этом пункте выполнены полностью.

3. Разработка вариантов постановок задач по проектируемым в СКБ АСУ системам, ориентированных на машинное проектирование.

Для накопления опыта в различных условиях, а также исходя из того, что целесообразно дальнейшая разработка понятия технической системы была выбрана в качестве варианта постановка задачи об автоматизированном проектировании технологии строительства /АСУ-21, С.З.Беккер/. В результате совместной работы с АСУ-21 были разработаны и формализованы в языке теории множеств понятия "каркас строительного объекта" и "процесс сооружения каркаса". Построенные формализмы могут быть использованы при автоматизированном проектировании систем организационного управления.

4. Теоретические и математические разработки по проблеме автоматизации проектирования.

Разработанный в 1972 - 1973 гг в рамках тем № 4903 и № 4631 математический аппарат полностью решает задачу автоматизированного проектирования систем организационного управления. Однако в виду сложности проблемы в аппарате пришлось использовать

мало известный среди специалистов раздел математики - теорию структур Н.Бурбаки. Учитывая, что метод автоматизированного проектирования систем организационного управления может использоваться довольно широким кругом специалистов, представлялось целесообразным предпринять ряд усилий с целью поиска более доступных для освоения вариантов математического аппарата.

Эти усилия были осуществлены путем привлечения к работам над темой № 4631 профессиональных логиков и развивались в двух направлениях:

- первое направление исходит из необходимости приблизить язык автоматизированного проектирования к естественному языку, используемому специалистами-разработчиками АСУ и руководителями, использующими АСУ; основные надежды в этом направлении возлагаются на использование расширенного исчисления предикатов и методов математической лингвистики; пока еще нельзя сказать, к чему приведут поиски в этом направлении;
- второе направление опирается на специальное логическое исчисление, в котором формализована и значительно развита концепция тернарного описания в категориях "вещи - свойства - отношения" /А.И.Уемов/; работы в этом направлении уже продвинуты довольно далеко и получено ряд обнадеживающих результатов.

Вместе с тем, среди специалистов возникло мнение, что сложность используемого аппарата вызывается не выбираемым для формализации разделом математики или логики, а содержанием решаемой задачи, и что при равных возможностях, предоставляемых формализмами, сложности их будут равны и не будут зависеть от применяемого языка.

Поскольку используемый метод основан на соединении или "вложении" одной теоретической конструкции в другую, представляет большой теоретический и практический интерес вопрос об изоморфизме родов структур. Исследование этого вопроса было начато в 1973г. и его результаты были отражены в отчете по теме, часть 4 /приложение/. В этом году эти исследования были продолжены и был получен ряд новых результатов. Как результаты 1973г., так и результаты 1974г. нашли важные приложения при разработке технического задания на комплекс программ.

Как видно из приведенного описания работ по теме № 4631 все требования программы работ по этой теме полностью выполнены.

Сверх заданий программы в 1974г. выполнен также значительный объем работ по разработке базовых определений. Значительно продвинута работа по экспликации понятий "функциональная система" и "механизм" /или управляемый объект/.*)

2. Отчетная документация по теме № 4631.

Все предусмотренные программой по теме результаты представлены в отчетной документации.

Отчетная документация по теме № 4631 представлена в виде пяти небольших книг с целью облегчить использование материала.

Книга 1 - данный отчет; в нем представлены материалы по п.3 раздела "результаты работы" программы по теме № 4631;

Книга 2 - содержит "Положение об автоматизированном проектировании систем организационного управления" выпуск этого "Положения" предусмотрен п.4 раздела "результаты работы" программы по теме № 4631;

*) Эта работа в отчетах не отражена.

Книга 3 - содержит техническое задание на разработку логической части комплекса программ автоматизированного проектирования систем организационного управления; выпуск этого задания предусмотрен п.2 раздела "результаты работы" программы по теме № 4631;

Книга 4 - содержит изложение теоретических и математических результатов: формализацию понятий "каркас" и "процесс сооружения каркаса", обоснование поиска варианта языка описания, приближенного к естественному языку, изложение результатов исследования регулярных морфизмов родов структур;

Книга 5 - содержит обоснование необходимости отказа от тернарно-множественного описания и перехода на язык тернарного описания в категориях "вещи - свойства - отношения"; в ней изложен вариант логического исчисления, формализующего тернарное описание и рассмотрен ряд других вопросов; книги 4 и 5 содержат материал, предусмотренный п.5 раздела "результаты работы" программы по теме № 4631.

Архивные номера и объемы этих книг:

- Книга 1 - ОМ 149 527, 23 листа,
- Книга 2 - ОМ 149 528, 36 листов,
- Книга 3 - ОМ 156 647, 44 листа,
- Книга 4 - ОМ 156 648, 56 листов,
- Книга 5 - ОМ 156 649, 140 листов.

Таким образом, вся проделанная по программе работа отражена в отчетной документации общим объемом около 300 листов.

3. Задачи дальнейшей разработки метода автоматизированного проектирования систем организационного управления.

Проделанная в 1974г. работа позволила определить ряд дальнейших задач, решение которых будет способствовать реализации и улучшению разработанного метода.

В соответствии с изложенной в "Положении" и задании на разработку комплекса программ /книги 2 и 3/ схемой работы метода, процесс проектирования представляет собой выполнение трех функций:

- формирование абстрактного определения проектируемой системы,
- интерпретация абстрактного определения в терминах реальных объектов /так называемая R -интерпретация/,
- представление R -интерпретированного абстрактного определения в виде проекта.

Кроме того, метод должен предоставлять возможность внесения изменений без обязательного перепроектирования на ЭВМ всего проекта а только спомощью перепроектирования изменяемой части /четвертая функция/.

Поэтому все дальнейшие задачи естественно разбиваются на четыре группы, соответствующие четырем функциям проектирования.

А. Задачи первой группы:

Формирование абстрактного определения.

А.1. В качестве языка, на котором формируется абстрактное определение взят язык родов структур. Однако метод почти индифферентен к выбору языка, если только тот удовлетворяет некоторым требованиям. Первая задача и заключается в явном формулировании этих требований, т.е. в построении аксиоматического определения языка, пригодного для включения в метод.

А.2. Поскольку абстрактные определения формируются для описания не произвольных объектов, а только систем организационного управления то возникает задача обогащения языка новыми логическими конструк-

циями, которые позволили бы более непосредственно описывать системы управления. Другими словами задача состоит в расширении (т.е. усилении) аксиоматического определения языка /см. п. А.1./ за счет требований, вытекающих из структуры описываемого объекта /а не из схемы работы метода, как в п. А.1./.

А.3. Выбор или разработка новых альтернатив языка. Решению этой задачи должно в значительной мере способствовать решение предыдущих двух задач.

Разработка базовых определений.

Базовые определения делятся на две группы: без определенной ориентации /такие, как отношение порядка, отношение эквивалентности, фактор-структура и т.п./ и с ориентацией на применение для описания объектов определенного класса /техническая система, система управления, целенаправленная система/. Конечно, с формальной точки зрения эти группы неразличимы, и потому границу между ними провести нельзя, но для эвристических целей такое разбиение полезно.

А.4. Совершенствование имеющихся определений /например, фактор-структуры/ и разработка новых определений первой группы.

А.5. Формирование базовых определений /родов структур/ второй группы, в частности, следующих понятий:

- целенаправленная система, точнее группа понятий, описывающих системы, стремящиеся к определенной цели /в том числе, соответствующие понятия самоорганизующейся, развивающейся системы и т.п./,
- механизм; это понятие отражает понятие управляемого устройства каким оно представляется потребителю этого устройства; это понятие близко к классическому понятию динамической системы, но оно в большей степени ориентировано на исследователя, а не на конструктора,
- алгоритм, комплекс программ,

- аспекта и аспектирования; обобщение уже разработанного понятия позволило бы осуществлять ориентацию различных понятий на их разнообразные применения и, в частности, выражать понятия инструкции, аспекта проекта.

Б. Задачи второй группы.

/ R-интерпретация/.

Б.1. Один из главных принципов работы метода состоит в том, что в абстрактном определении содержатся указания на выполнение R-интерпретации с помощью ЭВМ. Это значит, что человек производит R-интерпретацию некоторых понятий, а R-интерпретация остальных понятий выполняется на ЭВМ. Важное обстоятельство состоит в том, что с точки зрения потребителя алгоритм /или машинная программа/ описывается в терминах условий, которым должны удовлетворять вход и выход этого алгоритма /вопрос о зависимости времени работы программы от масштабов и других характеристик ее входа и выхода пока оставляем в стороне/. С другой стороны, результат работы алгоритма это - всегда некоторое понятие, которое может быть выражено через понятие, представляющее входные переменные в теоретико-множественных терминах /или терминах другого языка/.

Поэтому если в тексте, представляющем абстрактное определение /или описание/ имеется фрагмент, который выражает одно понятие и через другое и условия /аксиомы// которым удовлетворяют все эти понятия, то можно ставить вопрос о применимости того или иного алгоритма или вопрос о покрытии алгоритмом этого фрагмента /или этого понятия/. Задача состоит в том, чтобы ЭВМ сама могла производить покрытие всего абстрактного определения /или той его части, R-интерпретация которой составит содержание проекта/, имея на входе только абстрактное определение и характеристики входов-выходов тех алгоритмов, которыми она располагает. Эту задачу можно рассматривать как один из вариантов общей проблемы

автоматизации программирования.

Б.2. С точки зрения схемы выполнения R -интерпретации, кратко описанной в предыдущем пункте Б.1, не установлено, какое место занимают справочные данные. Задача состоит в разработке схемы использования справочных данных. В настоящем варианте возможность использования справочных данных обеспечивается либо введением констант, либо при формировании так называемых конститuant n -ой очереди, т.е., по-существу, использование справочных данных лежит на человеке. Задача состоит в том, чтобы передать выполнение этой функции ЭВМ, создав для этого логическую базу.

Б.3. Задача аналогична задаче Б.2. и состоит в использовании возможностей ЭВМ давать результат в виде таблиц, диаграмм, графиков и т.п. Для этого /также, как в п. Б.1./ необходимо установить логический статус этих возможностей с точки зрения их схемы, описанной в Б.1. Ответ на этот вопрос следует, повидимому, искать на пути таких логических конструкций, как представленные в отчете 3 /введение логосина, логотопа и т.п./.

Б.4. R -интерпретацией некоторых конститuant абстрактного определения являются комплексы программ. Задача состоит в использовании этих комплексов для формирования самого проекта. Более общо, если эти комплексы предполагается разработать и если предполагается разработать некоторые дополнительные программы, необходимые для работы метода /т.е. для формирования проекта/, то задача состоит в том, чтобы эти две разработки рассматривать как одну, максимально используя результаты каждой из них в другой.

В. Задачи третьей группы.

/Представление в виде проекта/.

В.1. Уточнение всего процесса размещения в целом.

В.2. Конкретизация общих правил размещения R -интерпретирован-

ного абстрактного определения по разделам проекта и по элементам материального носителя.

В.3. Задача состоит в установлении связи процесса размещения с задачей В.3.

Г.Задачи четвертой группы.

/внесение изменений/

Г.1. Уточнение процесса внесения изменений.

Г.2. Конкретизация правил внесения изменений.

Наконец, можно сформулировать важную задачу общего характера, решение которой может существенно улучшить сам метод и возможности его применения.

Д.1. Представить процесс автоматизированного проектирования как систему, проектируемую настоящим методом.

Решение этой задачи должно лечь в основу решения других задач например, В.4., задач третьей и четвертой групп.

Д.2. Определение структуры, содержания и формы задания на проектирование.

Д.3. Определение структуры, содержания и формы проекта системы организационного управления, что, в свою очередь, требует разработки вопроса о назначении проекта.

" УТВЕРЖДАЮ "

Начальник Главного производственно-технического управления по строительству Министерства энергетики и электрификации СССР

и/и /В.ДОНЧЕНКО/

" 13 " июля 1973 г.

Верно: *С. Я. Я.*

/С.П. Никитин/

ПРОГРАММА РАБОТ

ПО ТЕМЕ № 463I плана ЦО 1974 г. "РАЗРАБОТКА И ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ АСУ. Раздел А".
ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ МАШИННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ АСУ.

Цель работы

Работа имеет целью накопление опыта применения автоматизации проектирования в разработках СКБ АСУ института "Оргэнергострой" оценку эффективности автоматизации проектирования и возможностей метода, отработку элементов метода по данным опытного применения.

Работа основывается на результатах, полученных в теме № 4903 /1972г./ и в теме № 463I /1973г./

Объекты приложения метода - разрабатываемые в СКБ АСУ системы - уточняются в IV кв. 1973 г. по результатам 2-го этапа темы № 463I.

Содержание работ

1. Разработка совместно с руководителями тем АСУ-9 вариантов постановок задач по проектируемым ими системами, ориентированных на применение методов машинного проектирования АСУ.

2. Разработка совместно с руководителями тем АСУ-9 разделов заданий или полных заданий на программирование, содержащих элементы автоматизации проектирования систем управления и адаптации.

3. Проведение совместно с руководителями тем АСУ-9 подготовительных работ к внедрению спроектированных систем; согласование с представителями организаций Министерства и Главков организационных форм применения спроектированных систем; проверка действия механизмов проектирования и адаптации.

4. По итогам работы в 1974г. производится оценка эффективности машинного проектирования, условий и областей эффективного применения этого метода, дальнейшие задачи разработки и приложения метода.

5. На основе полученного в 1974г. опыта автоматизации проектирования выпускается краткое "Положение об автоматизированном проектировании систем управления".

6. Для обеспечения прикладных задач ведется разработка новых и улучшение имеющихся математических основ метода, результаты которой излагаются в отчете.

Результаты работы

1. Описание вариантов постановок задач по проектируемым системам, ориентированных на применение машинных методов проектирования /совместно с АСУ-9/.

2. Задания на программирование, содержащие элементы автоматизации проектирования систем и адаптации.

3. Отчет о проведенных в 1974г. по автоматизированному проектированию, содержащий оценку эффективности метода, условий и областей применения метода, дальнейших задач разработки и приложения метода.

4. Положение об автоматизированном проектировании систем управления.

5. Отчет о теоретических и математических разработках по проблеме машинного проектирования систем управления.

Стоимость работы, сроки выполнения и исполнители.

Полная стоимость темы 35 тыс.руб.

Из них 5 тыс.руб. - IV кв. 1973г. и 30 тыс.руб. - в 1974г.

Работа сдается 30 ноября 1974 г.

Работа выполняется совместно НИС-7 и АСУ-9.

К работе могут быть привлечены на договорных началах внешние организации.

Затраты, производимые по данной теме в АСУ-9, производятся за счет средств тем, по которым ведутся работы по автоматизации проектирования.

Рассмотрение и утверждение работы

Результаты работы должны быть рассмотрены на секции Научно-технического совета института "Оргэнергострой" и представлены на внешнее рецензирование на кафедру АСУ Московского инженерно-строительного института, в ЦНИИПАСС, в институт "Энергосетьпроект" и ГИВЦЭС.

Вместе с заключением секции и внешними рецензиями представляемая документация передается в Главное производственно-техническое управление по строительству Минэнерго СССР для утверждения.

Заместитель директора
начальник СКБ АСУ

и/и

(В.А.СЕРДЮКОВ)

Начальник отдела НИС-7

и/и

(О.М.ДУКАРСКИЙ)

Главный специалист

и/и

(С.П.НИКАНОРОВ)

"Согласовано"

Начальник отдела АСУ-9

и/и

(М.М.СОЛОВЬЕВ)

Верно: *С. Ю. Николаевский*

" УТВЕРЖДАЮ "

Заместитель директора-
начальник СКБ АСУ

(В.А.СЕРДЮКОВ)

" _____ " 1973г.

Г Р А Ф И К

выполнения работ по теме 4631 плана ЦО
на 1974 г. "Применение методов машинного
проектирования систем управления".

<u>Начало работы</u>	<u>Конец работы</u>	<u>Стоимость работы</u>
30.10.73	30.12.73	5 тыс.руб.
01.01.74	30.11.74	30.тыс.руб.

Начальник отдела НИС-7

и/и (О.ДУКАРСКИЙ)

Главный специалист

и/и (С.НИКАНОРОВ)

Выпис: С. П. Никаноров
/С.П. Никаноров/

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ

В настоящем приложении дается только общая предварительная оценка экономической эффективности. Получение более обоснованной оценки предполагаемого эффекта входит в состав работ по теме.

В основу расчета были положены следующие материалы:

- 1) Н.И. Немировский. Современные методы определения экономической эффективности капитальных вложений, инженерных решений и новой техники в энергетическом строительстве. Москва, "Оргэнергострой", 1971 г.
- 2) Разработка проектной документации на подсистему "АСУ-ЖЕЛЕЗОБЕТОН". Технический проект (тема № 4630, раздел III, 04630.03.01 ТП) Куйбышев, "Оргэнергострой" (Куйбышевский филиал), 1973 г. (п.5. Расчет экономической эффективности от внедрения АСУП, лист 59).

В качестве предполагаемого объекта внедрения рассматривается тема № 4630.

Основные результаты расчета предполагаемой экономической эффективности от внедрения АСУП по трестам УСЭП и Энергостройконструкция Главэнергостройпрома вычислены в работе 2) по формулам

$$E_{\Phi} = E_n + \frac{\Delta}{K}, \quad T_{\Phi} = \frac{I}{E_{\Phi}},$$

где E_{Φ} - коэффициент экономической эффективности затрат на создание АСУП;

E_n - нормативный отраслевой коэффициент эффективности капиталовложений.

Δ - годовой экономический эффект от внедрения АСУП;

K - капитальные затраты на создание АСУП;

T_{Φ} - срок окупаемости.

По данным той же работы и работы 1)

$$E_n = 0,12$$

$$\Delta = 1990,7 \text{ тыс.руб.}$$

$$K = 3116 \text{ тыс.руб.}$$

$$E\phi = 0,76$$

$$T\phi = 1,4 \text{ года}$$

Капитальные затраты K складываются из затрат на создание КТС (комплекс технических средств) - 2081 тыс.руб. и проектирование - 1035 тыс.руб.

Экономический эффект от выполнения настоящей темы складывается из следующих факторов:

- 1) Сокращение сроков проектирования 10%
- 2) Уменьшение затрат на проектирование на 10%
- 3) Улучшение качества проекта благодаря включению в него элементов автоматизации и адаптации, что, в свою очередь, позволит сократить

а) сроки внедрения на 10%,

б) в дальнейшем - сроки и стоимость перепроектирования в связи с неизбежными изменениями организационной ситуации.

Оставшееся время проектирования и внедрения "АСУ - ЖЕЛЕЗО-БЕТОН" - 3 года. Поэтому сэкономленное время составит

$$3 \times 0,1 = 0,3 \text{ года,}$$

за это время эффект от внедрения составит

$$1990,7 \times 0,3 \text{ руб.}$$

Следовательно, годовой эффект по факторам 1) и 3^а) составит

$$\frac{1990,7 \times 0,3}{3} \approx 199 \text{ тыс.руб.}$$

По фактору 2) годовой эффект составит

$$\frac{1035 \cdot 0,1}{3} = 34,5 \text{ тыс.руб.}$$

Итого по факторам 1), 2, 3^a, годовой экономический эффект составит $\mathcal{E} = 199 + 34,5 = 233,5$ тыс.руб.

Затраты складываются из сумм трех тем: тема № 4903 плана ЦО 1972 г. - 15 тыс.руб., тема № 463I плана ЦО 1973г. - 15 тыс.руб. и настоящая тема плана ЦО 1973-74 г.г. - 35 тыс.руб.

Поэтому принимаем

$$K = 15 + 15 + 35 = 65 \text{ тыс.руб.}$$

Используя приведенные выше формулы, получаем коэффициент экономической эффективности затрат на разработку и внедрение метода машинного проектирования АСУ:

$$\mathcal{E}\Phi = 0,12 + \frac{233,5}{65} = 0,12 + 3,59 = 3,71$$

И срок окупаемости

$$T\Phi = \frac{I}{\mathcal{E}\Phi} \approx 0,27 \text{ года}$$