

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Псковский государственный университет»

На правах рукописи



**Андреев Дмитрий Анатольевич**

**Модели, алгоритмы и показатели качества формализованного описания и  
анализа технологий производства продукции**

Специальность 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка  
информации (технические системы)

Диссертация на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Научный руководитель  
д.т.н., профессор  
Воронов Михаил Владимирович

Псков – 2016

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	4
ГЛАВА 1. ПРОБЛЕМЫ ФОРМАЛИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ..	14
1.1. Методы формализованного описания технологий.....	14
1.2. Особенности онтологического представления технологических знаний .....	22
1.3. Постановка задачи диссертационного исследования.....	29
Выводы по главе 1.....	31
ГЛАВА 2. РАЗРАБОТКА МОДЕЛЕЙ, АЛГОРИТМОВ И ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ФОРМАЛИЗОВАННОГО ОПИСАНИЯ И АНАЛИЗА ТЕХНОЛОГИЙ .....	33
2.1. Модель концепта технологического действия .....	33
2.2. Модель формализованного описания технологий .....	38
2.3. Алгоритмы построения формализованного описания технологий .....	47
2.4. Показатели качества формализованного описания и анализа технологий .....	80
Выводы по главе 2.....	84
ГЛАВА 3. РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО СРЕДСТВА ПОСТРОЕНИЯ ФОРМАЛИЗОВАННОГО ОПИСАНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ.....	86
3.1. Описание функциональных возможностей и инструментальных средств разработки программного средства .....	86
3.2. Разработка структуры базы данных программного средства.....	90
3.3. Разработка архитектуры программного средства.....	96
3.4. Описание процедуры работы с программным средством.....	100
Выводы по главе 3.....	113
ГЛАВА 4. ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ.....	115
4.1. Экспериментальное построение формализованного описания технологий ..	115
4.2. Количественный расчет показателей качества формализованного описания и анализа технологий .....	137
Выводы по главе 4.....	141

ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	143
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ .....	145
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	147
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Табличные представления формализованных описаний технологий.....	164
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ .....	206

## ВВЕДЕНИЕ

В решении стратегических вопросов цивилизационного развития на этапе становления общества, основанного на знаниях, должен быть задействован коллективный интеллект, оснащенный мощными, как правило, распределенными аналитическими и экспертными системами. Организационно ими могут выступать социальные и производственные структуры, создаваемые временно, для решения конкретных задач, в которых каждый из их участников должен иметь возможность свободного взаимодействия с другими исследователями [1]. Между тем практика показывает, что спонтанное возникновение критической массы специалистов, готовых к функционированию в обществе знаний, неоправданно затягивается. В этой связи одной из главных целей создания систем поддержки групповых решений становится обеспечение взаимопонимания между различными специалистами, включенными в процесс выработки решений. В этих условиях единственным выходом является реализация комплекса мер, обеспечивающих создание когнитивных инструментов для индивидуальной и групповой работы со знаниями, развитие когнитивной культуры и капитала [2].

По мере перехода к обществу, построенному на знаниях, информационное пространство начинает стремительно преумножаться так называемыми процессуальными знаниями, которыми человек овладевает в процессе жизнедеятельности, осваивая те или иные процедуры, методы, способы действий, получая новые знания и обмениваясь ими с другими людьми в процессе совместной деятельности и общения. К процессуальным знаниям в первую очередь относят технологические знания, поскольку основным их предназначением является обеспечение предметно-практической деятельности каждого человека, направленной на преобразование окружающей его действительности [3-5]. Объем такого рода знаний, в отличие от базовых (фундаментальных) знаний, лавинообразно возрастает, что требует разработки специальных средств, обеспечивающих эффективную реализацию соответствующих информационных процессов, и, как следствие, подготовки

высококвалифицированных инженерных кадров, способных работать с подобными системами [6-8].

Все существующие отношения в сфере взаимодействия человеческого общества с окружающей природной средой, в полной мере, взаимосвязаны и взаимообусловлены, имеют закономерные пути и объективные информационно-материальные схемы их разумного преобразования в интересах антропогенной деятельности, т.е. то, что, в общепризнанном сознании, принято называть технологиями. Технологии применимы повсюду, где имеются достижения, стремления к результатам, но осознанное использование технологического подхода было подлинной революцией. До появления технологии господствовало искусство – человек делал нечто, но это нечто получалось только у него, это было как дар. С помощью же технологии всё то, что доступно только избранным, одарённым, становится доступно всем. За прошедший период исторического пути развития технология, как категория бытия, подверглась кардинальным изменениям. Если ранее под технологией подразумевался простой, уникальный в своём роде, навык, то уже сейчас технология является, по сути, сложным комплексом знаний, обычно получаемых с помощью специализированных исследований. Другими словами, своим происхождением технологии обязаны умениям мастеров в отдельных областях жизнедеятельности, поскольку именно технологический подход фактически создал человеческую цивилизацию в её нынешнем виде, и, к тому же, постоянно способствует её дальнейшему функционированию и совершенствованию [9].

Довольно широко термин «технология» трактуется в [10]: “Технология – совокупность приёмов и способов получения, обработки или переработки сырья, материалов, полуфабрикатов или изделий, осуществляемых в различных отраслях промышленности, в строительстве и т.п.” В то же время указывается, что технологиями (или технологическими процессами) называются также сами операции добычи, обработки, переработки, транспортирования, складирования, хранения, которые являются основной составной частью производственного процесса.

Более узкая и несколько иная по содержанию формулировка даётся в [11]: “Технология – совокупность методов обработки, изготовления, изменения состояния, свойств, формы сырья, материала или полуфабриката, применяемых в процессе производства для получения готовой продукции.”

Сопоставляя приведённые формулировки обсуждаемого понятия, можно говорить о различных подходах к обобщающим определениям. В [10] акцент делается, по большей части, на объективной (практической) стороне толкования технологии (действующей, функционирующей в различных отраслях народного хозяйства). А в [11] – на субъективной (теоретической) стороне, выражающейся в наборе соответствующих научных методик, нацеленных на качественное преобразование исходных материалов (сырья) в готовый продукт.

В то же время представленные трактовки подчёркивают этимологию рассматриваемого понятия, главным образом, ориентированного на промышленное производство. Однако, на сегодняшний момент термин «технология» стоит рассматривать шире, поскольку он получает всё большее распространение в иных сферах человеческой деятельности, отличных от традиционных. Первостепенно стоит акцентировать внимание на бурном развитии информационных технологий в образовании, в сфере услуг и т.п. [12].

С этих позиций под термином «технология» будем понимать, объём знаний о том, каким образом преобразовать конкретно данное (исходное) в требуемое (результатирующие). На практике вместо обсуждаемого понятия обычно используют термин «технологический процесс», которым традиционно называют основной процесс, в результате которого собственно и реализуется технология. В данной работе будут рассматриваться технологические процессы, реализуемые в целях конкретной деятельности, а именно технологии производства продукции [13].

В современном мире технологические знания с полной уверенностью можно отнести к ценнейшей информации, поскольку усиленными темпами ведётся ожесточённая борьба за обладание информационными ресурсами, среди которых знания о технологиях производства продукции (далее – технологии)

занимают одну из передовых позиций [14]. Наличие огромного количества технологий, отличающихся самыми различными группами своих компонентов, выдвигает необходимость их анализа и сравнения. Решение в рамках этой проблематики научных и практических задач получает новое импульсное развитие при наличии эффективных инструментариев по построению формализованного описания технологий.

В настоящее время фиксация знаний о технологиях происходит посредством различных методов их описания, которые являются достаточно разнородными с позиций аспектов формализации [15]. При этом возможность компьютерной обработки этих знаний в интересах анализа технологий существенно ограничивается средствами реализации этих методов. В этой связи для преодоления данной ситуации необходим тренд на более эффективное использование технологических знаний, что может быть обеспечено их успешным оперированием на базе прогрессивной методологической основы, в которой логика отношений между потенциальными элементами деятельности в полной мере обуславливается всеми компонентами материальной природы, используемыми в технологиях [16].

**Степень разработанности проблемы.** Исследования в области формализации технологических знаний проводились учёными, как в России, так и в других странах. Обсуждения данной проблемы и результаты, достигнутые в этом направлении, представлены в работах М. В. Воронова [17], В. Ф. Горнева [18], Т. В. Егошиной [19], С. М. Крылова [20], И. В. Матюшкина [21], А. К. Нестеренко [22], В. И. Пименова [23], Л. А. Рейнгольда [24], В. Н. Романенко [25], R. Koller [26], R. J. van Wyk [27] и др.

В настоящей диссертационной работе описывается разработка инструментария, позволяющего реализовать процесс формализованного описания технологий посредством системно-онтологического подхода, базовые принципы которого позволят осуществлять оперирование технологическими знаниями компьютерными средствами в автоматизированном и автоматическом режимах и решать целый ряд задач анализа технологий [28].

Весомые результаты, связанные с применением основ системного подхода к вопросам формализации знаний посредством концептуального и онтологического моделирования, представлены в работах В. В. Александрова [29], В. И. Воробьёва [30], Т. А. Гавриловой [31], В. И. Городецкого [32], Г. Б. Евгенева [33], И. В. Котенко [34], С. В. Микони [35], С. П. Никанорова [36], И. П. Норенкова [37], В. Ш. Рубашкина [38], А. В. Смирнова [39], Б. В. Соколова [40], В. Ф. Хорошевского [41], Р. М. Юсупова [42], Т. R. Gruber [43], S. Staab [44] и др.

Изучение особенностей систем в области онтологического инжиниринга процессов показывает невозможность их применения к разрешению проблем формализованного представления технологических знаний, связанных с организацией анализа технологий. Проблемные аспекты проявляются в слабой проработанности формальных механизмов прикладного уровня описания технологий, в части формирования их декомпозиционных структур (ДСТ), что выражается в отсутствии представления элемента деятельности в виде целостного концептуального образования и в замещении аксиоматики онтологических моделей графическими нотациями соответствующих инструментариев.

**Цель и задачи исследования.** Целью диссертационной работы является разработка инструментария, обеспечивающего эффективное оперирование знаниями о технологиях компьютерными средствами, для проведения анализа технологий производства продукции. Настоящая цель достигнута путём решения следующего перечня последовательных задач:

1. Исследовать и классифицировать существующие методы формализованного описания технологий;
2. Построить модели для формализованного описания технологий;
3. Построить алгоритмы, реализующие процесс формализованного описания технологий;
4. Разработать программное средство, позволяющее автоматизировать процедуры построения формализованного описания технологий;
5. Предложить показатели качества формализованного описания и анализа технологий.

**Объектом исследования** являются технологии, представляющие собой объём знаний о том, каким образом преобразовать исходное в результирующее.

**Предметом исследования** являются модели, алгоритмы и показатели качества формализованного описания и анализа технологий.

**Научная новизна:**

1. Предложена модель концепта технологического действия, которая отличается от существующих моделей концентрированием всей семантики технологических действий, располагающихся в узлах декомпозиционных структур технологий, в рамках множеств, входящих в состав структуры этих концептуальных образований;

2. Построена модель формализованного описания технологий, которая отличается от существующих моделей организацией процесса формирования декомпозиционных структур технологий, с целью получения аналитического инструментария по онтологическим представлениям технологий, путём определения и установления всех вводимых отношений, исходя из конструктивных особенностей встроенной модели концепта технологического действия;

3. Разработаны оригинальные алгоритмы построения формализованного описания технологий, отличающиеся от существующих алгоритмов выстраиванием онтологических иерархий концептов на основе predetermined признаков декомпозиции, автоматическим установлением взаимосвязей между концептами одного уровня декомпозиции и автоматическим получением совокупных сведений о концептах, располагающихся в корневых узлах декомпозиционных структур технологий, на основе реализованного принципа поуровневого агрегирования знаний;

4. Предложены показатели качества формализованного описания и анализа технологий с результатами соответствующих расчётов, которые отличаются от существующих показателей их определением и проведением расчётов, исходя из особенностей топологической организации сформированных декомпозиционных структур технологий.

**Теоретическая и практическая значимость работы.** Разработанные модели и алгоритмы формализованного описания технологий, которые определяют теоретическую значимость работы, и иллюстрирующее их работоспособность разработанное программное средство, которое несёт собой практическую значимость работы, могут послужить основой для создания инструментов компьютерного оперирования технологическими знаниями с целью повышения эффективности решения широкого круга прикладных задач: построения специализированных хранилищ описания технологий, осуществления подбора наиболее подходящих технологий, проведения анализа экспертных исследований технологий, разработки учебно-методических и тренажерных комплексов, а также стать основой для поддержки процессов синтеза технологий.

В ходе работы доказана практическая значимость полученных результатов путём опытной эксплуатации программного средства на конкретном предприятии. В частности, в результате проделанной работы создано специальное программное средство, позволяющее произвести автоматизацию построения формализованного описания технологий. Предложенное решение позволяет а) усовершенствовать этап конструкторско-технологической подготовки производства, в части концентрации процессов обработки информации, необходимой для составления текущей технической документации на технологические процессы предприятия, в рамках одной компьютерной программы; б) повысить долю автоматических процедур при конструировании онтологических представлений технологий по сравнению с существующими программными аналогами подобного класса систем; в) сократить временные издержки и потребность в трудоёмкой ручной работе по получению совокупных сведений о технологиях, а также создать новые возможности для оперативного получения необходимого набора характеристик рассматриваемых технологий; г) осуществить отображение всех этапов построений формализованного описания технологий в виде наглядных графических изображений и реализовать переносимость результатов проектирования в формате XML-документов, поддерживаемого большинством современных информационных систем.

**Методология и методы исследования.** Методологическая основа проведения диссертационного исследования определяется применением методов системного анализа, теории множеств, теории графов, математической логики, методов оценки характеристик систем, технологии объектно-ориентированного анализа и проектирования.

**Положения, выносимые на защиту:**

1. Модель концепта технологического действия идентифицирует технологические действия в качестве целостных концептуальных образований;
2. Модель формализованного описания технологий обеспечивает однозначность перехода от вербальных описаний технологий к их онтологическим представлениям;
3. Алгоритмы построения формализованного описания технологий реализуют логические процедуры автоматизированного и автоматического конструирования онтологических представлений технологий;
4. Показатели качества формализованного описания и анализа технологий с результатами соответствующих расчётов отражают в количественном выражении их особенности.

**Степень достоверности и апробация результатов.** Достоверность полученных результатов подтверждается проведением всестороннего анализа работ по исследуемой проблеме, корректным применением научно-методического аппарата в виде указанных выше методов и теорий, согласованностью теоретических положений и выводов с результатами экспериментальной проверки предложенных моделей и алгоритмов при помощи разработанного программного средства, апробацией основных результатов диссертации в печатных трудах и докладах на международных и всероссийских конференциях, положительными итогами практической реализации результатов работы.

Результаты работы были представлены для обсуждения на II международной научно-технической конференции «Компьютерные науки и технологии» в 2011 г., на V международной научно-практической конференции «Информационные и коммуникационные технологии в образовании, науке и

производстве» в 2011 г., на конференции «Реализация интеллектуального и технологического потенциала университетской и прикладной науки в построении экономики, основанной на знаниях» XII международного форума «Высокие технологии XXI века» в 2011 г., на XVII академических чтениях МАН ВШ «Инженерное образование в России и государствах – участников СНГ: Проблемы и перспективы развития» в 2011 г., на XIV-XVI Всероссийской объединённой конференции «Интернет и современное общество» в 2011-2013 гг., на международной научно-методической конференции «Высокие интеллектуальные технологии и инновации в национальных исследовательских университетах» в 2012 г., на IV международной научно-практической конференции «Современные проблемы моделирования социально-экономических систем» в 2012 г., на XIII национальной конференции по искусственному интеллекту с международным участием в 2012 г., на XI всероссийской научной конференции «Нейрокомпьютеры и их применение» в 2013 г., на XXIV-XXVII международной научной конференции «Математические методы в технике и технологиях» в 2011-2014 гг., на VII-IX международной конференции «Математическое моделирование в образовании, науке и производстве» в 2011-2015 гг.

Полученные результаты используются в учебном процессе кафедры «Информационные системы и технологии» ФГБОУ ВПО «Псковский государственный университет» при проведении лекционных и практических занятий по учебному курсу «Представление знаний в информационных системах». Программное средство OntoTechnology активно используется на одном из ведущих предприятий лёгкой промышленности Псковской области швейной фабрики ЗАО «АСКО» в качестве инструмента построения формализованного описания технологий по пошиву специальной одежды высокого класса, детской одежды, верхней одежды для мужчин и женщин.

**Публикации.** Основные теоретические и практические результаты диссертации опубликованы в 27 научных работах, среди которых 8 статей (3 статьи опубликованы в журналах, входящих в число ведущих рецензируемых научных изданий из перечня ВАК Минобрнауки РФ), 18 докладов на

международных и всероссийских научно-технических, научно-практических и научно-методических конференциях, а также 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

**Структура и объём диссертации.** Диссертация состоит из введения, 4 глав, заключения, списка литературы, включающего в себя 152 наименования, и 2 приложений. Основной текст работы изложен на 163 страницах, содержит 46 рисунков и 16 таблиц.

# ГЛАВА 1. ПРОБЛЕМЫ ФОРМАЛИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ

## 1.1. Методы формализованного описания технологий

Формирующиеся в наши дни постиндустриальное общество погружено в пространство технологий, которые оно осваивает и преумножает. Однако каждая из технологий развивается не на пустом месте, а в условиях накопленного предшествующего опыта людей, который оно аккумулирует в себе различными способами, как жизненно важную для общества информацию [45].

Традиционной формой представления технологических знаний по праву можно считать словесно-текстовый подход. Это представление выражается языком, на котором разговаривает технолог, и используется для описания технологических процессов в регламентах. Регламент, по сути, является инструкцией, в которой описывается все технологические процессы с учётом участия человека, всех приборов и материалов, норм безопасности, а также определяются действия персонала по управлению.

Основным преимуществом такого рода описаний является гибкость в выражении любых особенностей технологического процесса речевыми средствами. Отсюда следует и основной недостаток – слабая формализация описаний. В то же время существуют специальные стандарты и положения для различных отраслей производства (например, в медицинской промышленности [46], на химическом производстве [47] и т.д.), определяющих форму структурирования информации на соответствующих предприятиях.

Закономерным аппаратом описания технологических процессов являются математические модели [48-49], которые воплощают идеи расчетно-аналитического подхода. Например, при разработке математической модели литейного процесса используют дифференциальные уравнения, основанные на фундаментальных законах физики, которые описывают непосредственно механизм соответствующего технологического процесса [50]. Для решения

поставленной задачи дополнительно составляют условия однозначности, которые характеризуют данный технологический процесс и представляют собой совокупность следующих условий:

- физического (физические свойства металла и формы);
- геометрического (конфигурация и размеры отливки и формы);
- начального (значения параметров технологического процесса в исходный момент времени);
- граничного (условия взаимодействия отливки с формой и формы с окружающей средой, а также условия взаимодействия между зонами различных агрегатных состояний затвердевающей отливки и частями комбинированной формы).

Совокупность начального и граничного условий образуют краевое условие. Система дифференциальных уравнений, описывающих механизм данного технологического процесса, и условий однозначности представляют собой математическую модель литейного процесса. Для решения многомерных нелинейных, нестационарных задач, характерных для литейных процессов, которые описываются дифференциальными уравнениями в частных производных, обычно применяют численные методы и вычислительную технику. Особенностью численных методов является то, что искомая функция (например, температура) определяется не во всей области изменения непрерывных аргументов (координат, времени), а на дискретном множестве точек (узлов). Частные производные, входящие в дифференциальные уравнения, заменяют разностными соотношениями. В результате система дифференциальных уравнений аппроксимируется системой алгебраических уравнений, образуя разностную схему. В ряде случаев имеющихся сведений о механизме технологического процесса оказывается недостаточным для создания математической модели литейного процесса во всей ее полноте. Тогда на основе экспериментальных или литературных данных разрабатывают схему соответствующего технологического процесса, учитывающую влияние лишь важнейших факторов.

Описанный аппарат хорошо работает в таких фундаментальных науках как физика, химия и некоторых конструкторских дисциплинах, т.е. позволяет формализовать только небольшую часть технологических знаний, главным образом связанных с рабочими технологическими процессами. Однако большая часть технологических знаний оставалась и остаётся неформализованной. Это определяется несовершенством аппарата, который не предназначен для описания, учёта всех нюансов и структуры технологических процессов [51].

Как правило, для большей структуризации, в описании технологических процессов выделяют так называемые промежуточные этапы (подпроцессы, операции, переходы, рабочие ходы и т.д.), которые описываются в виде отдельных процедур [52]. Сами же технологические процессы представляются посредством специальных карт (технологических, маршрутных, операционных и т.д.), которые оформляются в виде соответствующих таблиц. Подобным образом происходит представление технологических знаний на основе процедурно-табличного подхода, к примеру, в строительстве [53].

Использование разновидностей карт зависит от степени детализации описания, выбор которой определяется стадией разработки документов, типом производства и сложностью выпускаемых изделий. Технологическая карта представляет процесс обработки деталей, материалов, конструкторской документации, технологической оснастки. Маршрутная карта содержит описание маршрутов движения по цеху изготавливаемой детали, в котором приводится краткое содержание операций, без указания установок, переходов и технологических режимов. В этих картах указываются данные по материалу детали, виду и массе заготовки, оборудованию, технологической оснастке, разряду работы, нормам времени. Операционная карта содержит перечень всех переходов обработки детали с указанием приспособлений, инструментов, технологических режимов и норм времени. Обработку детали следует производить в соответствии с данными, указанными в карте. Такую карту применяют в массовом и серийном производстве. Существуют специальные нормативные документы, в которых отображена форма и правила составления

различных видов карт на конкретные технологические процессы и операции, к примеру, на технологические процессы и операцииковки и штамповки [54].

К преимуществам данного подхода по представлению технологических знаний можно отнести достаточно хороший уровень их структурированности, что способствует отслеживанию очередности в реализации отдельных этапов технологических процессов. К недостаткам – слабые возможности для отражения ветвлений технологических процессов.

Для большей точности описания и повышения адекватности его интерпретации может быть использован логико-символьный подход, при котором представление технологических знаний реализуется посредством специального формализованного языка для их структурного отображения (ЯСОТ) [55]. Однако разработанный язык, по большей части, адаптирован для формализованного описания и анализа сельскохозяйственных технологий. В языке использована символика нотации Бэкуса-Наура, которая применяется обычно при мета-описании языков программирования для ЭВМ [56].

Описание технологии средствами данного языка представляет собой некоторое множество утверждений, раскрывающих её содержание на требуемом количестве уровней, на каждом из которых отражаются необходимые инженерно-технологические аспекты. Каждое из утверждений состоит из двух частей, разделённых знаком «по определению есть» ( $::=$ ). В правой части находится определяемое понятие в виде графического изображения или текста, заключённого в угловые скобки ( $< >$ ), в левой – раскрывается содержание этого понятия. Понятие может раскрываться двумя путями: использованием мнемонических изображений объектов с указанием связей между ними или же записью аналитических, логических и других выражений, показывающих зависимость одних объектов и их связей от других. При этом все имена объектов и связей вне квадратов (границ блоков) записываются в угловых скобках, а другие элементы выражений (коэффициенты, арифметические и логические действия, названия функций) – в традиционном алгебраическом виде. В совокупности множество утверждений может включать в себя: технологические схемы,

характеризующие движение потоков веществ, предметов; детализацию некоторых элементов схем с перечислением возможных вариантов; описание функциональных зависимостей между элементами схем, имеющими одинаковую или различную качественную природу (между потоками веществ, между потоками и размерами технологических объектов и др.).

Предложенный язык позволяет более экономично, строго и наглядно представлять сведения о технологических процессах средствами вычислительной техники. Он удобен при изготовлении схем, плакатов, для записей в тетради и т.д. В то же время данный механизм в сильной мере зависит от языковых средств, выраженных в символике используемой нотации.

В целях наибольшей визуализации описания, с использованием информационно-коммуникационных средств, используется блочно-графический подход. Существует ряд широко распространённых методологий и/или языков графического описания процессов, в том числе и технологических.

Методология структурного анализа и проектирования SADT представляет собой совокупность методов, правил и процедур, предназначенных для построения функциональной структуры сложного объекта (системы), т.е. описания производимых им действий и связей между ними [57]. В основе данной методологии лежит два принципа:

- SA-блоки. На их основе создается иерархическая многоуровневая модульная система, каждый уровень которой представляет собой законченную систему (блок), поддерживаемую и контролируемую системой (блоком), находящейся над ней;
- Декомпозиция. Использование этой концепции позволяет разделить каждый блок, понимаемый как единое целое, на свои составляющие, описываемые на более детальной диаграмме. Процесс декомпозиции проводится до достижения нужного уровня подробности в описании. Вместо одной громоздкой модели используется несколько небольших взаимосвязанных моделей, значения которых взаимно дополняют друг друга, делая понятной структуризацию сложного объекта.

Дальнейшее развитие обсуждаемая методология получила посредством реализации IDEF-технологий [58].

Методология функционального моделирования и графическая нотация IDEF0 предназначена, по большей части, для формализации различных производственных операций и связанных с ними бизнес-процессов [59]. Данная нотация представляет моделируемую систему как набор функций, причём наиболее важная функция находится в верхнем левом углу рабочей области. Каждой функции ставится в соответствие блок, который описывается как «чёрный ящик», имеющий входы (левая кромка), выходы (правая кромка), управление (верхняя кромка) и механизмы (нижняя кромка). Любой из блоков может быть подвергнут декомпозиции, что выражается в его постепенной детализации до необходимого уровня, с образованием в результате иерархической модели древовидного типа. В целях представления реальных производственных операций (работ), блоки могут быть проинтерпретированы как элементы деятельности, связываемые с другими блоками посредством интерфейсных стрелок, которые отождествляются с объектами. В рассматриваемой методологии существуют специальные словари, предназначенные для описания семантики конкретных блоков и стрелок. Отличительной особенностью нотации IDEF0 является соподчинённость объектов, что определяет логический характер отношений между соответствующими работами (элементами деятельности).

Методология моделирования и стандарт документирования процессов IDEF3 обычно используется при исследовании информационных, технологических и иных процессов, происходящих на предприятиях [60]. Данный стандарт позволяет описывать причинно-следственные отношения между ситуациями и событиями в понятной эксперту форме, используя структурный метод выражения знаний о том, как функционирует система, процесс или предприятие в целом. Обсуждаемая методология располагает инструментарием для исследования и моделирования сценариев процессов, под которыми понимаются описания последовательностей действий сотрудников организаций, отделов, цехов и т.д. по изменению свойств объектов, в рамках рассматриваемых

процессов. Исполнение каждого сценария сопровождается соответствующими потоками информации, например, в виде документов. Стандарт IDEF3 имеет прямую взаимосвязь с методологией IDEF0 – каждая функция (блок) IDEF0 может быть представлен в виде отдельного процесса средствами IDEF3. Методология IDEF3 позволяет описывать технологические процессы посредством двух методов:

- Методика PFD. Это описание технологических процессов, с указанием того, что происходит на каждом из их этапов;
- Методика OSTD. Это описание переходов состояний объектов, с указанием того, какие существуют промежуточные состояния у объектов в моделируемой системе.

Унифицированный язык моделирования UML предлагает наиболее систематизированный подход к описанию систем любой сложности [61]. Данный графический язык располагает целым комплексом канонических диаграмм, описывающих процессы и сложную информационную систему с различных точек зрения. Совокупность диаграмм UML образует интегрированную модель сложной информационной системы. Наибольший интерес представляют диаграммы деятельности, которые используются при моделировании бизнес-процессов, технологических процессов, последовательных и параллельных вычислений. Данный вид диаграмм позволяет описать разложение некоторой деятельности на её составные части. Под деятельностью понимается спецификация исполняемого поведения в виде координированного последовательного и параллельного выполнения подчинённых элементов, таких как вложенных видов деятельности и отдельных действий, соединённых между собой потоками, которые идут от выходов одного узла к входам другого.

Методология анализа и моделирования деятельности предприятия ARIS располагает достаточно большим числом моделей для описания процессов, каждая из которых принадлежит тому или иному аспекту [62]. Данная методология имеет мощную репрезентативную графику, что делает модели особенно удобными для представления. Этот визуальный инструментарий

располагает набором референтных моделей, заранее разработанных для типичных процессов в различных отраслях. Среди большого количества возможных нотаций обсуждаемой методологии можно выделить нотацию eEPC, которая позволяет проводить описание цепочек процессов, управляемых событиями. Данная нотация предназначена для описания деятельности в динамике посредством событийно-функциональных диаграмм. События показывают, что происходит в процессе, и отражают состояние. В отличие от функций, выполняемых в течение определённого срока, события отражают возникшее в результате выполнения функций состояние, т.е. констатирует факт, и в этом смысле не имеют временной протяжённости, практически происходят мгновенно. Основным инструментом методологии ARIS является скрипт, с помощью которого автоматизируется составление различных аналитических отчётов, нормативных документов (паспортов процессов, регламентов процессов и т.п.) и новых моделей. Разработка скриптов является необходимостью каждого проекта по формализации и оптимизации процессов, создаваемого с помощью инструментальных возможностей одноимённого программного продукта ARIS.

Рассмотренные методологии предоставляют специалистам широкий спектр систем условных графических обозначений для осуществления процесса документирования, в том числе, и технологических знаний, с определением структурных единиц описания и установлением возможных отношений между ними. В то же время существенным недостатком подобного рода графических нотаций является отсутствие реальных механизмов взаимнооднозначной фиксации отношений между отдельными элементами деятельности посредством характеристических признаков последних.

В настоящее время из-за постоянно растущей потребности в повышении логической и семантической интерпретации всех используемых объектов технологии и совершаемых над ними действий, всё большее распространение получает системно-онтологический подход, который требует отдельного, более обстоятельного, рассмотрения.

## 1.2. Особенности онтологического представления технологических знаний

Прежде чем непосредственно обратиться к особенностям онтологического представления технологических знаний, необходимо рассмотреть собственно предпосылки для развития системно-онтологического подхода, прежде всего, связанные с потребностями в выработке единообразных механизмов описания структуры человеческой деятельности в различных отраслях народного хозяйства.

В настоящее время рядом исследователей отмечается отсутствие единого стандарта для описания структуры деятельности [63], что создает определённые трудности в общении и во взаимопонимании между специалистами различных профессиональных групп. Существующие же разнородные описания, принятые в различных отраслях, зачастую являются либо слабо формализованными, либо вовсе не формализованными, что, несомненно, приводит к повышению трудоемкости их создания, в том числе с использованием средств компьютерной поддержки. Важность разрешения обозначенной проблемы подчёркивается наличием различных концепций, каждая из которых предлагает свою методологическую основу для построения универсального инструментария по описанию структуры деятельности, главным образом, ориентированной на представление технологических знаний:

- Концепция системной технологии [64]. В этом методе технология рассматривается как система, при этом аспект формализации технологии ограничивается системной триадой «объект-субъект-результат», воплощающей в себе реализацию определенной системной деятельности. Иными словами, акцент делается на представлении субъектно-объектных отношений по достижению поставленной технологической цели, что абсолютно исключает описание конкретных действий в этом процессе.
- Концепция формальной технологии [65]. Суть данного метода состоит в том, что любая технология определяется кортежной двойкой. При этом базой технологии является множество отличающихся друг от друга типов объектных элементов, из которых могут строиться всевозможные

конструкции реализации рассматриваемой технологии. В то же время в этой концепции уже предусматривается множество действий, которые выполняются над этими опорными элементами.

- Концепция инвариантной структуры деятельности [66]. Данный метод реализован на технологическом языке ДРАКОН. Идея языка заключается в том, что абстрагирование от содержания произвольной деятельности, представленного, прежде всего, в виде текстового описания, позволяет формализовать структуру деятельности с помощью так называемых ДРАКОН-схем, которые выступают в роли логических инвариантов деятельности. Алгоритмическая направленность языка позволяет жёстко фиксировать последовательность действий при реализации конкретной технологии, однако при этом отсутствует явная обусловленность обеспечения взаимосвязи элементов деятельности посредством объектов материальной природы.
- Концепция модульной деятельности [67]. Настоящий метод нашёл своё отражение в диаграммах деятельности унифицированного языка моделирования UML 2.0. Настоящая нотация располагает мощным графическим инструментарием, в том числе в ней реализовано отображение связей узлов действий через объектные потоки в рамках определённой деятельности. В то же время сами по себе объекты не являются характеристическими признаками, входящими в состав структуры действий, посредством возможного программного сопоставления которых собственно и происходило бы автоматическое определение отношений между элементами деятельности.

Представляется, что использование в качестве инструментария формализации онтологического моделирования позволит устранить недостатки как технологического языка ДРАКОН, так и унифицированного языка UML 2.0 применительно к вопросу построения формализованных описаний технологий. В этой связи рассмотрим более подробно основы и современные тенденции в области онтологического инжиниринга технологических знаний.

В последние годы в вопросе формализации технологических знаний в аспекте их структурного представления получили развитие методологические концепции, основанные на онтологиях. Данное обстоятельство выглядит закономерным, поскольку именно онтологии предоставляют возможность всеобъемлющей и детальной формализации некоторой области знаний с помощью концептуальных схем, представляющих собой системы взаимосвязанных по определенным правилам понятий [68,69].

Онтология, как обобщенная схема представления знаний, базируется на различных способах концептуализации знаний и методологических соображениях о разработке инструментальных средств для их анализа [70]. Концептуализация, как один из важнейших процессов познавательной деятельности человека, заключающийся в осмыслении поступающей к нему информации и приводящий к образованию концептов, концептуальных структур и всей концептуальной системы в сознании человека, имеет цель построения абстрактной модели, определяющей структуру моделируемой области знаний, свойств её компонентов и причинно-следственные связи их соединяющие [71]. Тем самым, основу такого рода концептуальной модели составляют, прежде всего, определенные когнитивные структуры специального знания (ментальные сущности, понятия, концепты) и отношения между ними.

Технологии нуждаются в обязательной онтологизации перед их широким применением, при этом, в случае выхода знаний о них за пределы антропоцентричных представлений, онтологизация становится единственным способом овладения сутью технологий [72].

Деятельность большинства современных специалистов в области онтологического инжиниринга знаний варьируется от декларативного подхода в вопросе определения возможных моделей онтологий понятий [73-76] и до реализации процедурных механизмов автоматизированного построения онтологий предметных областей [77]. Подавляющее число существующих программных средств онтологического проектирования нацелены на выстраивание онтологической иерархии объектов [78], которые в лучшем случае

будут способны отразить исключительно сущностный аспект компонентов материальной природы, используемых при реализации технологий. В этой связи вероятность использования подобного рода систем, в отношении их возможного применения для отображения структурного представления технологий, существенно ограничена, поскольку «зоной охвата» технологических знаний является, в том числе, и совокупность действий, нацеленных на преобразование объектов в условиях конкретного производства.

Как отмечалось во введении настоящей работы, сведения о технологиях относятся к категории процессуальных знаний. В последнее время резко активизировалась деятельность ряда исследователей в вопросах построения онтологий процессов, хотя некоторыми из них до сих пор оспариваются факты существования реальных методов разработки онтологий процессов [79].

В рамках данной проблемы стоит выделить перечень приоритетных направлений, по которым ведётся работа на пути её разрешения:

- В рамках построения широко известных онтологий верхнего уровня (Sowa's ontology [80], SUMO [81] и т.д.), определяются философские аспекты понятия «процесс», что предполагает выработку основ для рассмотрения процессов на абстрактном или физическом уровне. В то же время отсутствие унифицированного подхода в вопросе представления структурных элементов технологических процессов различных отраслей производства на прикладном уровне, не позволяет обсуждаемому классу онтологий стать универсальным аналитическим инструментарием для решения полного круга задач, связанных с упорядоченным структурированием всего спектра технологических знаний;
- Разработка многоуровневых онтологических систем, которые нацелены на комплексное представление сложно-структурированных областей технологических знаний, включающих как абстрактные понятия, так и прикладную терминологию [82]. Однако многоаспектность каждого уровня подобного рода систем приводит к невозможности создания формальной онтологии, включающей аксиоматическую составляющую

(множества аксиом, типов отношений и ограничений). Как следствие, для формирования исходных онтологических моделей технологических процессов могут быть использованы исключительно графические инструментарии для организации и представления знаний, в частности методология концептуальных карт (СМАР) [83];

- Построение лексико-грамматических онтологий процессов, которые могут быть использованы для семантического представления текста на естественном языке, способных послужить базой для естественно-логического вывода о результатах и дальнейшем развитии описанных в нём ситуаций силового взаимодействия объектов [84]. В то же время лексическая многозначность и контекстная зависимость семантики выражений естественного языка создают труднопреодолимые проблемы для построения однозначно интерпретируемых автоматизированных систем накопления технологических знаний с использованием формальных методов;
- Создание систем автоматизированного проектирования технологических процессов, с поддержкой визуализации их инструментального аппарата стандартами (языками) графического документирования онтологической направленности [85]. Концептуальная модель дискретной технологии в этих системах определяется кортежной двойкой, которая состоит из конечного множества типов элементов деталей и конечного множества типов технологических действий, формирующих в совокупности со своими свойствами и взаимосвязями конструкторско-технологическую основу прикладного уровня подобного рода систем. Однако жёсткая привязанность инструментария данных систем к широко известным нотациям (методологиям) графического описания [86], в вопросах структурного и параметрического синтеза технологических процессов, не позволяют осуществлять онтологического инжиниринг знаний на основе формальных методов из-за отсутствия механизмов взаимнооднозначного

определения отношений между отдельными элементами множеств деталей и технологических действий, а также их свойств;

- Построение формальных онтологий материальных процессов, пригодных для моделирования сложных биологических и социальных образований глобального характера [87]. Модель подобной формальной онтологии определяется тройкой, включающей множество временных состояний объектов, отношение перехода из одного состояния в другое и отношение одновременности состояний, для которых постулируется целый перечень аксиоматических свойств. Однако временной фактор при описании структуры подавляющего числа технологических процессов является параметрической величиной, свойственной, прежде всего, действиям, совершаемым над объектами области соответствующих знаний, учёт которых в данной модели не осуществлён.
- Разработка онтологических систем с активной семантикой на основе общей теории процессов [88]. Согласно этой теории понятие «процесс» представляется множеством собственных состояний (вершин графа), с указанием начального из них, и множеством переходов между ними (рёбер графа), для которых метками выступают отдельные действия [89]. Само же действие формально может быть определено как функциональное отношение на множестве субъектов и множестве объектов, описывающее динамическую природу процессов. Тем самым исследовательское внимание фокусируется на процессуально-событийной стороне действия [90]. В то же время со стороны осмысления сущности реализации технологического процесса и получения целевого результата наиболее важным является сделать акцент непосредственно на целостности самого действия, исходя из набора возможных участников соответствующего события, связанного с ним [91]. Другими словами, более предпочтительной выглядит та позиция, когда в центр рассмотрения ставится собственно понятие действия. Из практики известно, что действие, как элемент произвольной преднамеренной

опосредованной активности, можно рассматривать в качестве первичной реальности, и, следовательно, использовать в качестве элементарного блока при построении моделей окружающего мира [92], что находит своё подтверждение в соответствующих логических теориях действий [93].

В настоящее время описанные выше направления деятельности исследователей являются наиболее заметными в области онтологического инжиниринга процессов. Применительно к разрешению проблем, связанных с организацией формализованного представления технологических знаний, преимущественным видится использование многоуровневых онтологических систем, систем автоматизированного проектирования и онтологических систем с активной семантикой. Совокупным недостатком подобного рода систем является слабая проработанность формальных механизмов прикладного уровня описания технологий. Данное обстоятельство выражается в отсутствии факта рассмотрения действий в качестве целостных образований, наборы участников которых смогли бы обуславливать связи между соответствующими концептами, а также в замещении аксиоматической составляющей при формировании исходных онтологических моделей возможностями современных графических инструментариев по организации и представлению знаний.

Обзор методов формализованного описания технологий с учётом особенностей представления технологических знаний на основе онтологического моделирования можно свести к их краткому сравнительному анализу, представленному в таблице 1.

Таблица 1 – Методы формализованного описания технологий

Подход	Область применения	Форма отражения	Преимущества	Недостатки
Словесно-текстовый	Медицинская промышленность, химическое производство и т.д.	Регламенты, стандарты, положения	Гибкость в выражении любых особенностей технологических процессов речевыми средствами	Низкая степень формализации описаний технологических процессов
Расчётно-аналитический	Производство промышленных изделий, литейное производство и т.д.	Дифференциальные и алгебраические уравнения, уравнения в частных производных	Высокий уровень формализации рабочих технологических процессов	Невозможность описания структуры технологических процессов

Продолжение таблицы 1

Подход	Область применения	Форма отражения	Преимущества	Недостатки
Процедурно-табличный	Машиностроение, промышленное и гражданское строительство и т.д.	Технологические, маршрутные и операционные карты	Возможность отслеживания очередности этапов технологических процессов	Слабые возможности для отражения ветвлений технологических процессов
Логико-символьный	Сельское хозяйство, биохимическое производство и т.д.	Язык структурного отображения технологий (ЯСОТ)	Алгоритмическая строгость в представлении сведений о технологических процессах	Сильная зависимость ЯСОТ от выразительных средств используемой нотации
Блочно-графический	Информационные, технологические, бизнес-процессы и т.д.	Методологии SADT, IDEF0, IDEF3, ARIS (нотация eEPC), язык UML	Наличие широкого спектра условных графических обозначений для организации и проведения процесса документирования	Отсутствие механизмов взаимнооднозначного определения отношений между элементами деятельности
Системно-онтологический	Абстрактные, технологические и военно-технические процессы, процессы силового взаимодействия объектов, процессы моделирования глобальных биологических и социальных образований и т.д.	Онтологии верхнего уровня (Sowa's ontology, SUMO и т.д.), методология CMAP, стандарт IDEF5, лексико-грамматические и формальные онтологии, онтологические модели на основе общей теории процессов	Возможность использования функционала многоуровневых онтологических систем, систем автоматизированного проектирования технологических процессов и онтологических систем с активной семантикой	Отсутствие факта рассмотрения действий в качестве целостных концептуальных образований и замещение аксиоматики онтологических моделей графическими нотациями

### 1.3. Постановка задачи диссертационного исследования

По настоящий момент проблемы организации и представления технологических знаний являются слабо разрешёнными, поскольку до сих пор они не имеют строго научного обоснования и, как следствие, не могут быть полностью осознанными и логически выстроенными [94]. По результатам проведённого обзора представляется весьма актуальной задача разработки метода формализованного описания технологий на основе системно-онтологического подхода с целью создания новых средств проведения анализа технологий. При этом важно отметить, что в данной работе рассматриваются технологии, которые зафиксированы в виде стандартизированных текстовых описаний, не содержащих языковых противоречий и смысловых пропусков. В этих описаниях учтен фактор совместимости материальных компонентов, участвующих в определении

концептов технологических действий. Наиболее широкое распространение в материальном производстве получили те области, для которых свойственно выполнение следующих особенностей, как в части специфики описания, так и в части условий реализации конкретных технологий:

- Представление возможной цикличности отдельных технологических действий может рассматриваться в виде соответствующей технологической цепочки концептов технологических действий;
- Выход любого из технологических действий может поступать на вход только одного иного технологического действия в рамках уровней декомпозиций;
- При наличии совокупного входа у определённого технологического действия его формирование будет происходить в соответствии со схемой логического И;
- Числовые значения величин соответствующих затратных характеристик концептов технологических действий, располагающихся в узлах декомпозиционных структур описываемых технологий, обладают свойством аддитивности.

Подобного рода допущениям в полной мере отвечают многочисленные технологии. Среди них технологии швейного производства [95], значительная часть технологий строительства [96] и технологий машиностроения [97]. В качестве конкретных примеров в настоящей диссертационной работе рассматриваются технология изготовления мужского пиджака (см. рис. 41), технология изготовления мужского пальто (см. рис. 40) и технология изготовления мужских брюк (см. рис. 39), а также технология строительства кирпичного жилого дома (см. рис. 38, справа) и технология механической обработки детали типа «Винт» (см. рис. 38, слева) соответственно.

Разрабатываемый метод должен отвечать следующим требованиям [98,99]:

- Представление знаний о технологиях происходит посредством онтологического моделирования в виде соответствующих декомпозиционных структур;

- В качестве понятийных элементов модели формализованного описания технологий на базе использования онтологического моделирования выступают концепты технологических действий, располагающиеся в узлах декомпозиционных структур технологий;
- Концепты технологических действий являются целостными образованиями, наборы участников которых обуславливают взаимосвязи между концептами как внутри отдельных уровней, так и между уровнями декомпозиционных структур технологий;
- Модель формализованного описания технологий на базе использования онтологического моделирования включает в себя аксиоматическую составляющую, что позволяет разработать метод, располагающий формальными механизмами поэтапного формирования онтологических представлений технологий;
- Программная реализация иллюстрирует процесс построения формализованного описания технологий средствами современных графических библиотек;
- Программная реализация обеспечивает возможность, как создания нового, так и редактирования ранее построенного формализованного описания технологии.

### **Выводы по главе 1**

В главе подробно рассмотрены особенности существующих методов формализованного описания технологий, с учётом их представления на основе онтологического моделирования, приведён их краткий сравнительный анализ.

В настоящее время отмечается активизация исследовательской работы по ряду направлений, которые связаны с совершенствованием подходов к онтологическому инжинирингу процессов, в том числе и технологических. В рамках данных направлений описание процессов происходит посредством реализации следующих механизмов: построения онтологий верхнего уровня,

создания многоуровневых онтологических систем, построения лексико-грамматических онтологий, создания систем автоматизированного проектирования, построения формальных онтологий материальных процессов и разработки онтологических систем с активной семантикой.

Определён перечень недостатков соответствующих методов представления процессуальных знаний, реализуемых с помощью данных инструментариев, которые сводятся, прежде всего, к слабой проработанности формальных механизмов прикладного уровня описания технологий, в части представления их декомпозиционных структур. Данное обстоятельство выражается в отсутствии факта рассмотрения элемента деятельности в качестве целостного концептуального образования и в замещении аксиоматики исходных онтологических моделей возможностями современных графических нотаций, используемых в соответствующих программных продуктах.

По результатам анализа научно-исследовательских работ по проблемам формализации технологических знаний сделан вывод о необходимости разработки метода формализованного описания технологий на основе системно-онтологического подхода, позволяющего устранить недостатки существующих методов по построению формализованных описаний технологий, с целью создания новых средств проведения анализа технологий.

## ГЛАВА 2. РАЗРАБОТКА МОДЕЛЕЙ, АЛГОРИТМОВ И ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ФОРМАЛИЗОВАННОГО ОПИСАНИЯ И АНАЛИЗА ТЕХНОЛОГИЙ

### 2.1. Модель концепта технологического действия

С семантической точки зрения онтология должна хранить сведения о множествах концептов, предназначением которых является проведение детальной формализации определённой области знаний [100]. В соответствии с общепризнанной практикой онтологического моделирования, в качестве подобных концептов обязаны выступать понятийные элементы рассматриваемой области знаний. Объект и предмет нашего исследования указывает на необходимость рассмотрения в качестве подобного концепта – концепта технологического действия (*TD*), представляющего собой единичное целостное образование формализованного описания технологии [101].

В основу структурной модели концепта *TD* положено корневое описание технологии [102], представляемое в канонизированном виде и именуемое в литературе – основной технологической триадой [103], графическая интерпретация которой приведена на рисунке 1.

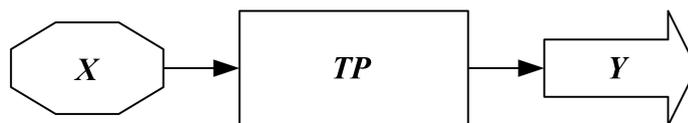


Рисунок 1. Корневое описание технологии

В данном иллюстративном представлении под изображёнными составляющими следует понимать:

- $TP = \bigcup_{\alpha, \beta, \dots, \psi} TP_{\alpha, \beta, \dots, \psi}$  – наименование реализующего описываемую технологию технологического процесса (*TP*), которое обычно выражается глагольной формой, описывающей семантику ядра корневого технологического действия;

- $X = \bigcup_{\alpha, \beta, \dots, \psi} X_{\alpha, \beta, \dots, \psi}$  – множество исходных компонентов для  $TP$ ;
- $Y = \bigcup_{\alpha, \beta, \dots, \psi} Y_{\alpha, \beta, \dots, \psi}$  – множество результирующих компонентов для  $TP$ .

Пара вида  $(X, Y)$  называется «внешней границей» для  $TP$  [104].

Количество позиций в индексе  $(\alpha, \beta, \dots, \psi)$  отражает количество уровней декомпозиционной структуры технологии, каждый из которых определяет описание технологии в виде более элементарных представлений, имеющих идентичную структуру. Для каждого подобного представления любого уровня декомпозиции, соответствующий индекс представляет собой упорядоченную, вполне определённую, последовательность натуральных чисел, порядок формирования которой заключается в том, что множество значений каждой последующей позиции ставится в соответствие конкретному элементу множества значений предыдущей позиции, с учётом возможного получения при этом различного количества более элементарных представлений. Иными словами, если  $\alpha = \overline{1, a}$ , а  $\forall \alpha \exists \beta$ , то  $\beta = \overline{1, b}$ , причём  $b = \overline{2, c}$  и т.д., где  $a, b, c \in N$  [105]. Таким образом, формализуется однозначная идентификация месторасположения концептов технологических действий в узлах декомпозиционной структуры технологии.

Глагол, как лексико-грамматическая единица, воплощаящий в себе семантику ядра  $TP_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  произвольного уровня декомпозиции  $(\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu)$  (рис. 2.а), так что  $(\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu) \subset (\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu, \dots, \psi)$ , является «аморфным» образованием [106]. Это связано с тем, что сам по себе, в отдельности, он обладает очень малой семантической нагрузкой. Эта особенность указывает на тот факт, что понятие действия является в достаточной мере контекстно-зависимым [107]. В этой связи для уточнения смысловой направленности ядра  $TP_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  используется множество  $Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  (готовые продукты, промежуточные полуфабрикаты и т.п.). Таким образом, происходит целевая установка ядра  $TP_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$

(рис. 2.б). Также для ядра  $TP_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  должна быть произведена его предметная ориентация посредством множества  $X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  (сырьё, материалы и т.п.) (рис. 2.в). В то же время, для пополнения содержания уже полученной интерпретационной модели концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$ , в ее структурный состав должны быть также введены множество инвариантных компонентов  $W_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  (оборудование, инструменты, приспособления, людской ресурс и т.п.), множество затратных характеристик  $H_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  (временная продолжительность, расход материалов, стоимостные издержки и т.п.) и множество собственных характеристик  $Z_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  (требования к выполнению действия, припуск ткани на шов и т.п.) для ядра  $TP_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  (рис. 2.г) [108].

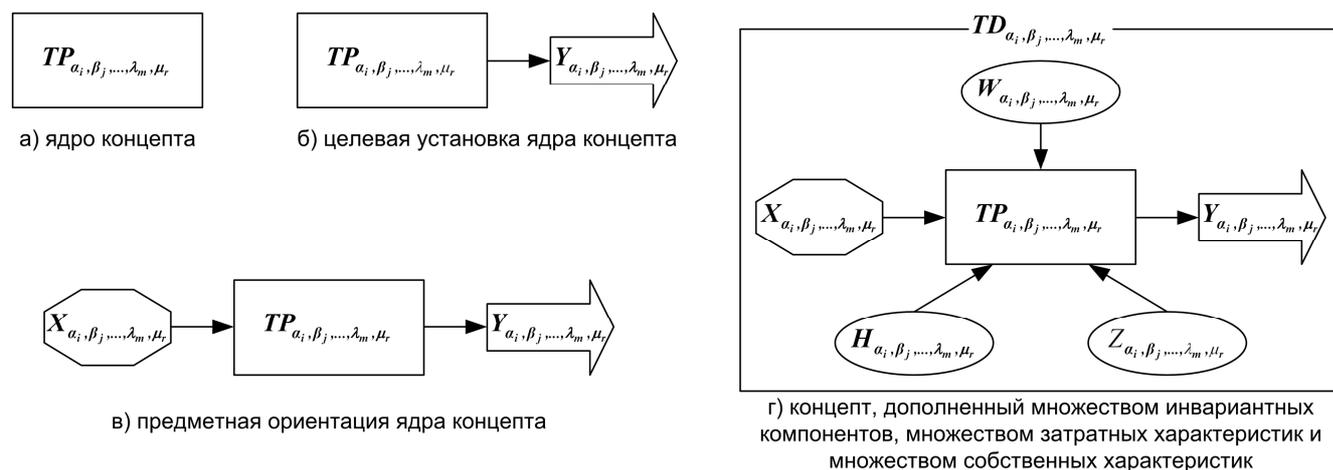


Рисунок 2. Модель концепта технологического действия

С учётом выше изложенного, интерпретационная модель структуры концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$ , можно представить кортежем [109,110]:

$$TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r} = \langle TP_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}, Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}, X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r} \mid W_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}, H_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}, Z_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r} \rangle \quad (1)$$

Предложенная модель вполне согласуется с определением одной из общепризнанных моделей действия в лингвистике – пропозитивной, в которой действие рассматривается как целостное событие, центр которого образует предикат, окружённый актантами и сирконстантами [111-113].

**Определение 1.** Концепт  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  уровня декомпозиции  $(\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu)$  является полностью сформированным, если каждое из множеств, входящих в состав его структуры, определены следующим образом:

$$\forall TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r} (TP_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r} \neq \emptyset, Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r} \neq \emptyset, X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r} \neq \emptyset, \\ W_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r} \neq \emptyset, H_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r} \neq \emptyset, Z_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r} \neq \emptyset \vee Z_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r} = \emptyset).$$

**Примечание к определению 1.** Множества  $W_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  и  $H_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  закономерно представлять в виде совокупности непересекающихся подмножеств, иными словами  $W_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r} = \bigcup_{k=1}^n w^k_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r} | (w^1_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r} \cap w^2_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r} \cap \dots \cap w^n_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r} = \emptyset)$  и  $H_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r} = \bigcup_{k=1}^{n^*} h^k_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r} | (h^1_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r} \cap h^2_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r} \cap \dots \cap h^{n^*}_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r} = \emptyset)$  соответственно. При этом множества  $W_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  и  $H_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  не являются пустыми, если хотя одно из их подмножеств не является пустым, т.е.  $\exists (w^{k_a}_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r} \neq \emptyset), W_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r} \neq \emptyset$  и  $\exists (h^{k_b}_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r} \neq \emptyset), H_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r} \neq \emptyset$  соответственно.

**Определение 2.** Концепт  $TD'_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  уровня декомпозиции  $(\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu)$  является предварительно сформированным, если каждое из множеств, входящих в состав его структуры, определены так:

$$\forall TD'_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r} (TP'_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r} \neq \emptyset, Y'_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r} \neq \emptyset, \\ X'_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r} = \emptyset, W'_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r} = \emptyset, H'_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r} = \emptyset, Z'_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r} = \emptyset).$$

Важно отметить, что предварительно сформированный концепт  $TD'_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  уровня декомпозиции  $(\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu)$  идентифицируется именем ядра  $TP'_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$ , которое, в свою очередь, способствует формированию «скелета» одной из унифицированных конструкций декомпозиционной структуры корневого описания технологии (унифицированной декомпозиционной конструкции), по принципу «матрёшки» [114], с основанием в виде совокупности отдельных частных имён ядер  $\bigcup_v TP'_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r, v}$  концептов  $\bigcup_v TD'_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r, v}$  уровня декомпозиции  $(\alpha_i, \beta_j, \dots, \mu_r, v)$  и в вершине с целостным именем ядра  $TP'_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  предварительно

сформированного концепта  $TD'_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$ , т.е.  $TP'_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r} = \bigcup_v TP'_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r, v}$ .

Окончательная же интерпретация имени ядра  $TP_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  уже полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  происходит посредством элементов множеств внешней границы, которые можно определить, как  $X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r} = \bigcup_v X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r, v}$  (см. п. 2.2, аксиоматическое свойство б) и  $Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r} = \bigcup_v Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r, v}$  (рис. 1), однако понятийная картина полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  дополняется элементами множеств  $W_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r} = \bigcup_v W_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r, v}$  и  $H_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r} = \bigcup_v H_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r, v}$  уже всех полностью сформированных частных концептов  $\bigcup_v TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r, v}$  (рис. 2.г), а также может быть дополнена элементами множества  $Z_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$ .

Таким образом, пятёрку  $(X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}, Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}, W_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}, H_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}, Z_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r})$  будем называть «расширенной внешней границей» для ядра  $TP_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  [115]. При этом множество же  $Z_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  представляет собой константные величины, которые ставятся в соответствие исключительно ядру  $TP_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  данного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$ . Как следует из определения 1, наличие или отсутствие элементов у множества  $Z_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  никоим образом не будет влиять на факт полной сформированности концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$ .

В этой связи, при последующем изложении текста настоящей работы нахождением множества  $Z_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  в структуре концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  будем пренебрегать как в методологических положениях, так и в вопросах реализации соответствующих алгоритмических процедур. Также, в дальнейшем по тексту, будем опускать фразу «расширенная внешняя граница» для ядра любого из концептов, но при этом она будет, несомненно, подразумеваться.

## 2.2. Модель формализованного описания технологий

В информационных технологиях и компьютерных науках под онтологией чаще всего понимают эксплицитную, т.е. явную, спецификацию концептуализации, которая подразумевает проведение формализации определённой области знаний не только посредством наличия множества концептов, но и описания отношений между ними [116].

Для описания взаимосвязи полностью сформированных концептов  $TD$  одного уровня декомпозиции целесообразно введение отношения «непосредственного предшествования»  $P$ , определение которого обязано производиться посредством анализа пересечения расширенных внешних границ полностью сформированных концептов  $TD$ , в части включения множеств  $Y$  одних полностью сформированных концептов  $TD$  во множества  $X$  других полностью сформированных концептов  $TD$ . Тем самым, это внутриуровневое отношение интерпретируются на множестве полностью сформированных концептов  $TD$  через наличие промежуточных объектов материальной природы, являющихся общими в рамках соответствующих множеств расширенных внешних границ полностью сформированных концептов  $TD$ , что вполне соотносится с положением онтологического моделирования области знаний как сферы деятельности [117].

**Определение 3.** Полностью сформированный концепт  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  уровня декомпозиции  $(\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu)$  находится в отношении непосредственного предшествования  $P$  с полностью сформированным концептом  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$  того же уровня декомпозиции  $(\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu)$ , если множество  $Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  является подмножеством множества  $X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$  :

$$\forall TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r} \forall TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s} (TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r} P TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}) : (Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r} \subseteq X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}).$$

Стоит отметить, что при проектировании декомпозиционной структуры технологии, каждый из уровней декомпозиции будет располагать, так называемыми, «начальными» и «конечными», а некоторые из них также и «дополняющими» полностью сформированными концептами  $TD$ .

**Определение 4.** Полностью сформированный концепт  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  уровня декомпозиции  $(\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu)$  является начальным, если существует такой полностью сформированный концепт  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$  того же уровня декомпозиции  $(\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu)$ , что множество  $Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  является подмножеством множества  $X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$ , и при этом не существует любого другого полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_q}$  того же уровня декомпозиции  $(\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu)$ , для которого было бы справедливым то, что множество  $Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_q}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_q}$  является подмножеством множества  $X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$ :

$$\forall TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r} \exists TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s} \bar{\exists} TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_q} ((Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r} \subseteq X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}) \wedge \wedge (Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_q} \subseteq X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r})).$$

**Определение 5.** Полностью сформированный концепт  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  уровня декомпозиции  $(\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu)$  является конечным, если существует такой полностью сформированный концепт  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_q}$  того же уровня декомпозиции  $(\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu)$ , что множество  $Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_q}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_q}$  является подмножеством множества  $X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$ , и при этом не существует любого другого полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$  того же уровня декомпозиции  $(\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu)$ , для которого было бы справедливым то, что множество  $Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  является подмножеством множества  $X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$ :

$$\forall TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r} \exists TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_q} \exists TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s} ((Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_q} \subseteq X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}) \wedge \wedge (Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r} \subseteq X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s})).$$

**Определение 6.** Полностью сформированный концепт  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_t}$  уровня декомпозиции  $(\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu)$  является дополняющим для полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$  того же уровня декомпозиции  $(\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu)$ , если множество  $Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_t}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_t}$  является собственным подмножеством множества  $X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$ , при этом существуют такие полностью сформированные концепты  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  и  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_q}$  того же уровня декомпозиции  $(\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu)$ , что множество  $Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  является подмножеством дополнения  $X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}^*$  множества  $X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$ , а множество  $Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_q}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_q}$  является подмножеством множества  $X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$ , и при этом не существует такого полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_u}$  того же уровня декомпозиции  $(\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu)$ , что множество  $Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_u}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_u}$  является подмножеством множества  $X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_t}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_t}$ :

$$\forall TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_t} \exists TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s} \exists TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r} \exists TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_q} \exists TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_u} ((Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_t} \subseteq X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}) \wedge (Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r} \subseteq (X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s} \setminus X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}^*))) \wedge \wedge (Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_q} \subseteq X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}) \wedge (Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_u} \subseteq X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_t})).$$

Для окончательного проектирования каждой из унифицированных декомпозиционных конструкций декомпозиционной структуры технологии посредством онтологического моделирования знаний, наиболее пригодным видится использование отношения «часть-целое»  $F$  [118], которое

устанавливается между каждым из полностью сформированных частных концептов  $TD$  одного уровня декомпозиции и уже полностью сформированным целостным концептом  $TD$  другого уровня декомпозиции. Введение подобного межуровневого отношения на множестве полностью сформированных концептов  $TD$  обусловлено необходимостью фиксации факта формирования расширенной внешней границы полностью сформированного целостного концепта  $TD$  путём полного или частичного наследования расширенных внешних границ каждого из полностью сформированных частных концептов  $TD$  (см. аксиоматические свойства 6-8).

**Определение 7.** Полностью сформированный концепт  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  уровня декомпозиции  $(\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu)$  находится в отношении «часть-целое»  $F$  с полностью сформированным концептом  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m}$  уровня декомпозиции  $(\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda)$ , если множество  $Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  является собственным подмножеством множества  $Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m}$ , хотя бы одно из подмножеств множества  $W_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  является собственным подмножеством соответствующего подмножества множества  $W_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m}$ , и при этом собственным подмножеством множества  $X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m}$  может являться либо целиком множество  $X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$ , либо определённое дополнение  $\setminus X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}^*$  множества  $X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$ , либо множество  $X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  может вовсе не являться собственным подмножеством множества  $X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m}$ :

$$\forall TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r} \forall TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m} (TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r} F TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m}) : (Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r} \subset Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m}) \wedge$$

$$\begin{aligned} & \wedge \left( \left( W_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r} = \bigcup_{k=1}^n w_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}^k \right) \subset \left( W_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m} = \bigcup_{k=1}^n w_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m}^k \right) \right) \Big| \exists w_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}^{k_a} \exists w_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m}^{k_a}, \\ & \left( w_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}^{k_a} \subset w_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m}^{k_a} \right) \wedge \left( X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r} \subset X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m} \right) \vee \left( \left( X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r} \setminus X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}^* \right) \subset \right. \\ & \left. \subset X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m} \right) \vee \left( \neg \left( X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r} \subset X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m} \right) \right). \end{aligned}$$

**Примечание к определению 7.** В определении отношения «часть-целое»  $F$  между полностью сформированным концептом  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  уровня декомпозиции  $(\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu)$  и полностью сформированным концептом  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m}$  уровня декомпозиции  $(\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda)$  не участвуют множества  $H_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  и  $H_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m}$  соответственно, поскольку элементами их подмножеств являются не материальные компоненты, а числовые значения.

Упорядоченная совокупность подобного рода унифицированных декомпозиционных конструкций, в конечном счёте, образует декомпозиционную структуру технологии. Тогда, модель формализованного описания технологий на базе использования онтологического моделирования представим следующим кортежем [119]:

$$Ont_{Tech} = \langle TD, P, F \rangle, \quad (2)$$

где

- $TD$  – множество концептов технологических действий, располагающихся в узлах декомпозиционной структуры технологии;
- $P$  – внутриуровневое отношение непосредственного предшествования;
- $F$  – межуровневое отношение «часть-целое».

Предложенная модель вида (2) позволяет производить теоретико-множественный анализ рассматриваемых описаний технологий посредством следующего набора аксиоматических свойств [120]:

1. Множество результирующих компонентов полностью сформированного концепта произвольного уровня декомпозиции является уникальным:

$$\forall TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r} \forall TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s} (Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r} \cap Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s} = \emptyset);$$

2. Множества исходных и результирующих компонентов полностью сформированного концепта произвольного уровня декомпозиции не имеют общих элементов:

$$\forall TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r} (X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r} \cap Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r} = \emptyset);$$

3. Множество  $Y'_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m}$  предварительно сформированного целостного концепта  $TD'_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m}$  уровня декомпозиции  $(\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda)$  является равным объединению не менее двух множеств  $\bigcup_{\mu} Y'_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu}$  предварительно сформированных частных концептов  $\bigcup_{\mu} TD'_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu}$  уровня декомпозиции  $(\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu)$ , что служит признаком определения ядра  $TP'_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m}$  предварительно сформированного целостного концепта  $TD'_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m}$  также в виде совокупности не менее двух ядер  $\bigcup_{\mu} TP'_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu}$  предварительно сформированных частных концептов

$$\bigcup_{\mu} TD'_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu} :$$

$$\exists TD'_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m} \exists \bigcup_{\mu} TD'_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu} ((Y'_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m} = \bigcup_{\mu} Y'_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu} \mid \mu = \overline{1, n}, n \geq 2) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow (TP'_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m} = \bigcup_{\mu} TP'_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu} \mid \mu = \overline{1, n}, n \geq 2)) ;$$

4. Если множество  $Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  уровня декомпозиции  $(\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu)$  является собственным подмножеством множества  $X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$  того же уровня декомпозиции  $(\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu)$ , то возможно существование совокупности множеств  $\bigcup_{k=1}^n Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_{v_k}}$  иных полностью сформированных концептов  $\bigcup_{k=1}^n TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_{v_k}}$  этого же уровня декомпозиции  $(\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu)$ , которая является подмножеством дополнения  $\setminus X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}^*$  множества  $X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$  :

$$\begin{aligned} & \forall TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r} \quad \forall TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s} \quad ((Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r} \subset X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}) \Rightarrow \\ & \Rightarrow (\bar{\exists} \bigcup_{k=1}^n TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_{v_k}} \vee \exists \bigcup_{k=1}^n TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_{v_k}} \cdot \bigcup_{k=1}^n Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_{v_k}} \subseteq (X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s} \setminus X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}^*))) ; \end{aligned}$$

**5.** Если множество  $Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  уровня декомпозиции  $(\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu)$  является подмножеством множества  $X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$  того же уровня декомпозиции  $(\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu)$ , то при этом не существует такого полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_q}$ , для которого было бы справедливым то, что множество  $Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  является подмножеством множества  $X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_q}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_q}$ :

$$\begin{aligned} & \forall TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r} \quad \exists TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s} \quad \bar{\exists} TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_q} \quad ((Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r} \subseteq X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}) \wedge \\ & \wedge (Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r} \subseteq X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_q})) ; \end{aligned}$$

**6.** Переход от предварительно сформированного целостного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m}^l$  к полностью сформированному целостному концепту  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m}$  уровня декомпозиции  $(\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda)$  ознаменован объединением множеств  $\bigcup_{\mu} X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu}$  всех полностью сформированных частных концептов  $\bigcup_{\mu} TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu}$  уровня декомпозиции  $(\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu)$ , результат которого является равным множеству  $X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m}$  полностью сформированного целостного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m}$ , при этом, если не существует такого полностью сформированного частного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_q}$  для любого полностью сформированного частного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$ , что множество  $Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_q}$  полностью сформированного частного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_q}$  является подмножеством множества  $X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  полностью сформированного частного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$ , то множество  $X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m}$  пополняется множеством  $X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$ , или же существует такой полностью сформированный частный концепт  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_q}$  для того же полностью

сформированного частного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$ , что либо множество  $Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_q}$  полностью сформированного частного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_q}$  является собственным подмножеством множества  $X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  полностью сформированного частного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$ , то множество  $X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m}$  пополняется дополнением  $\setminus X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}^*$  множества  $X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$ , либо множество  $Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_q}$  полностью сформированного частного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_q}$  является равным множеству  $X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  полностью сформированного частного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$ , то множество  $X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m}$  ничем не пополняется:

$$\begin{aligned} & \exists TD'_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m} \exists \bigcup_{\mu} TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu} ((\bigcup_{\mu} X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu} = X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m}) | (\forall TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r} (\bar{\exists} TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_q} \\ & ((Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_q} \subseteq X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}) \Rightarrow (X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m} := X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m} \cup X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}))) \vee \exists TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_q} \\ & (((Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_q} \subset X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}) \Rightarrow (X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m} := X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m} \cup (X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r} \setminus X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}^*)))) \vee \\ & \vee ((Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_q} = X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}) \Rightarrow (X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m} := X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m} \cup \emptyset)))) \Rightarrow \\ & \Rightarrow (TD'_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m} \rightarrow TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m})^x); \end{aligned}$$

7. Переход от предварительно сформированного целостного концепта  $TD'_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m}$  к полностью сформированному целостному концепту  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m}$  уровня декомпозиции  $(\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda)$  ознаменован объединением множеств  $\bigcup_{\mu} W_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu}$  всех полностью сформированных частных концептов  $\bigcup_{\mu} TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu}$  уровня декомпозиции  $(\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu)$ , результат которого является равным множеству  $W_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m}$  полностью сформированного целостного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m}$ , при этом, если существует такое подмножество  $w_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}^{k_a}$  множества  $W_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  у произвольного полностью сформированного частного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  равное соответствующему подмножеству  $w_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m}^{k_a}$  множества  $W_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m}$  целостного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m}$ , то подмножество  $w_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m}^{k_a}$  остаётся неизменным, или же существует такое подмножество  $w_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}^{k_a}$  множества  $W_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  у произвольного полностью сформированного частного концепта

$TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  пересекающееся с соответствующим подмножеством  $w_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m}^{k_a}$  множества  $W_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m}$  целостного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m}$ , то подмножество  $w_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m}^{k_a}$  пополняется разностью подмножеств  $(w_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}^{k_a} \setminus w_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m}^{k_a})$ , или же, наконец, существует такое подмножество  $w_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}^{k_a}$  множества  $W_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  у произвольного полностью сформированного частного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  непересекающееся с соответствующим подмножеством  $w_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m}^{k_a}$  множества  $W_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m}$  целостного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m}$ , то подмножество  $w_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m}^{k_a}$  пополняется подмножеством  $w_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}^{k_a}$ :

$$\begin{aligned} & \exists TD'_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m} \exists \bigcup_{\mu} TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu} ((\bigcup_{\mu} W_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu} = W_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m}) | (\forall TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r} \exists w_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}^{k_a} \\ & ((w_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}^{k_a} = w_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m}^{k_a}) \Rightarrow (w_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}^{k_a} := w_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m}^{k_a} \cup \emptyset)) \vee ((w_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}^{k_a} \cap w_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m}^{k_a} \neq \emptyset) \Rightarrow \\ & \Rightarrow (w_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}^{k_a} := w_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m}^{k_a} \cup (w_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}^{k_a} \setminus w_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m}^{k_a}))) \vee ((w_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}^{k_a} \cap w_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m}^{k_a} = \emptyset) \Rightarrow \\ & \Rightarrow (w_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}^{k_a} := w_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m}^{k_a} \cup w_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}^{k_a}))) \Rightarrow (TD'_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m} \rightarrow TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m})^W); \end{aligned}$$

**8.** Переход от предварительно сформированного целостного концепта  $TD'_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m}$  к полностью сформированному целостному концепту  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m}$  уровня декомпозиции  $(\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda)$  ознаменован суммированием числовых значений элементов соответствующих подмножеств множества  $\bigcup_{\mu} H_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu}$  всех полностью сформированных частных концептов  $\bigcup_{\mu} TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu}$  уровня декомпозиции  $(\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu)$ , результат которого является равным числовым значениям элементов соответствующих подмножеств множества  $H_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m}$  полностью сформированного целостного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m}$ :

$$\begin{aligned} & \exists TD'_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m} \exists \bigcup_{\mu} TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu} ((\bigcup_{\mu} H_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu} = H_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m} | \forall z \in [1, k], \\ & \left( \sum_{\mu=1}^n \{h_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu}^z\} = \{h_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m}^z\} \right) \Rightarrow (TD'_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m} \rightarrow TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m})^H). \end{aligned}$$

Особенностью предложенной модели формализованного описания технологий на базе использования онтологического моделирования является

составная структура концепта технологического действия, множества расширенной внешней границы которого участвуют не только в определении семантики её ядра, но и в определении на множестве концептов соответствующих отношений, с явным установлением приоритетности между ними.

### 2.3. Алгоритмы построения формализованного описания технологий

Собственно процесс построения формализованного описания технологий заключается в реализации положений сформулированных и доказанных в работе теоретических утверждений, приводящих к возможности формирования декомпозиционных структур технологий посредством поэтапного комбинированного проектирования унифицированных декомпозиционных конструкций, начиная с корневых представлений технологий.

Реализация основных этапов построения унифицированных декомпозиционных конструкций происходит в соответствии с выполнением следующих алгоритмических процедур (пунктир на рисунке 3):

1. Алгоритм автоматизированного построения декомпозиции предварительно сформированного концепта (этап нисходящего проектирования);
2. Алгоритм автоматического определения взаимосвязей между полностью сформированными частными концептами (этап внутриуровневого проектирования);
3. Алгоритм автоматического определения полной сформированности целостного концепта (этап восходящего проектирования).

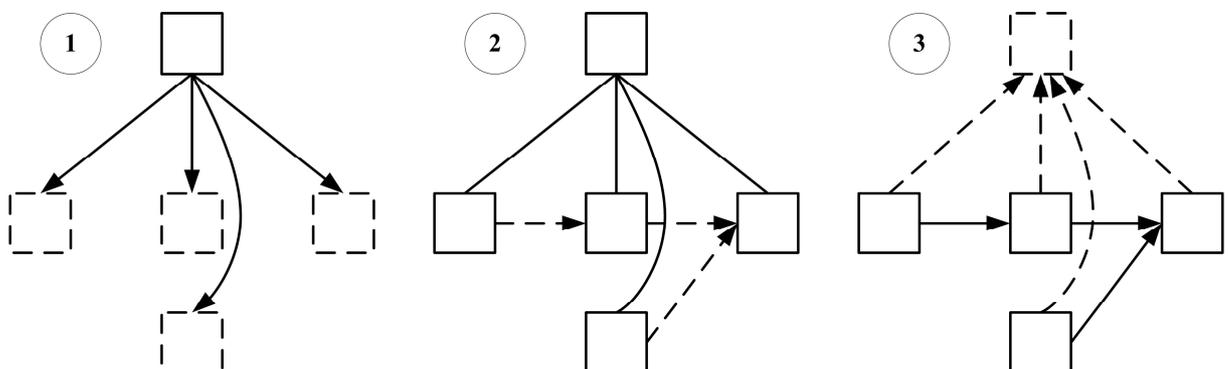


Рисунок 3. Поэтапные алгоритмические процедуры построения унифицированных декомпозиционных конструкций

В дальнейшем, по тексту данного пункта настоящей главы, будет описываться процесс проектирования унифицированных декомпозиционных конструкций на примере унифицированной декомпозиционной конструкции в вершине с концептом  $\lambda$ -ого уровня декомпозиционной структуры технологии. Основные закономерности реализации данного процесса изложены в работах [121-125].

### 2.3.1. Алгоритм автоматизированного построения декомпозиции предварительно сформированного концепта

Настоящий алгоритм приведён на рисунке 4. В блоке 2 выполняется начальная инициализация каждого из множеств, определяющих структуру концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m}$ , пустыми множествами. Затем осуществляется ручной ввод элементов ядра  $TP_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m}$  и множества  $Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m}$  концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m}$  и реализуется проверка факта их совместной непустоты. Если данное условие является истинным, то выводится сообщение о том, что «концепт  $TD'_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m}$  является предварительно сформированным концептом». В противном случае, выводится сообщение о том, что «концепт  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m}$  не является предварительно сформированным концептом», и происходит переход обратно к этапу ручного ввода.

В блоке 3 реализуется проверка факта определения множества  $Y'_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m}$  предварительно сформированного концепта  $TD'_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m}$  в виде совокупности множеств  $\bigcup_{\mu=1}^n Y'_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m, \mu}$  при  $n \geq 2$ . Если данное условие не выполняется, то выводится сообщение о том, что «не удалось построить декомпозицию предварительно сформированного концепта  $TD'_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m}$ » (блок 4). После этого в блоке 5 предлагается осуществить ручной ввод элементов множеств  $X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m}$ ,  $W_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m}$  и  $H_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m}$  концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m}$ , и в блоке 6 реализуется проверка факта

их совместной непустоты. Если данное условие является истинным, то выводится сообщение о том, что «концепт  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m}$  является уже полностью сформированным концептом» (блок 7), и происходит переход сразу к блоку 19 на конец алгоритма, в противном случае происходит переход обратно к блоку 5. Если условие из блока 3 является истинным, то в блоке 8 происходит определение ядра  $TP'_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m}$  в виде совокупности множества ядер  $\bigcup_{\mu=1}^n TP'_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu}$  при  $n \geq 2$  (по аксиоматическому свойству 3). После этого в блоке 9 выводится сообщение о том, что «концепт  $TD'_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m}$  является предварительно сформированным целостным концептом».

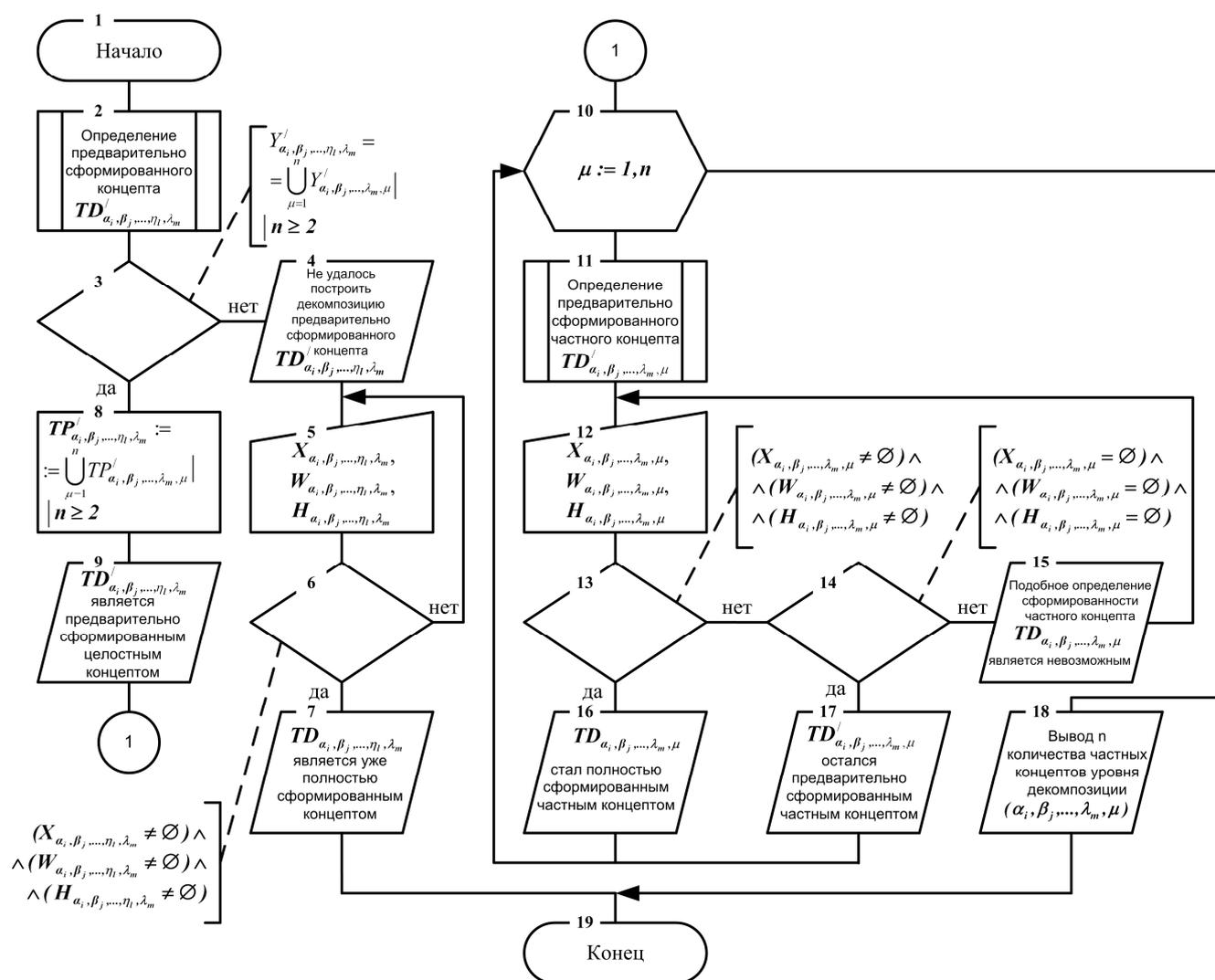


Рисунок 4. Блок-схема алгоритма автоматизированного построения декомпозиции предварительно сформированного концепта

Блок 10 иллюстрирует выполнение циклического обхода по каждому из концептов  $\bigcup_{\mu=1}^n TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu}$ . В блоке 11 выполняется начальная инициализация каждого из множеств, определяющих структуру определённого концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu}$  пустыми множествами. Затем осуществляется ручной ввод элементов ядра  $TP_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu}$  и множества  $Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu}$  определённого концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu}$  и реализуется проверка факта их совместной непустоты. Если данное условие является истинным, то выводится сообщение о том, что «определённый концепт  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu}$  является предварительно сформированным частным концептом». В противном случае, выводится сообщение, что «определённый концепт  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu}$  не является предварительно сформированным частным концептом», и происходит переход обратно к этапу ручного ввода. В блоке 12 предлагается осуществить ручной ввод элементов множеств  $X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu}$ ,  $W_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu}$  и  $H_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu}$  определённого концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu}$  и в блоке 13 реализуется проверка факта их совместной непустоты. Если данное условие является истинным, то выводится сообщение о том, что «определённый концепт  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu}$  стал полностью сформированным частным концептом» (блок 16), и происходит переход обратно к блоку 10 к следующему концепту. В противном случае, в блоке 14 реализуется проверка факта совместной пустоты множеств  $X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu}$ ,  $W_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu}$  и  $H_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu}$  определённого концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu}$ . Если данное условие является истинным, то выводится сообщение о том, что «определённый концепт  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu}$  остался предварительно сформированным частным концептом» (блок 17), и происходит переход обратно к блоку 10 к следующему концепту. В противном случае, выводится сообщение о том, что «подобное определение сформированности частного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu}$  является невозможным» (блок 15), и происходит переход обратно к блоку 12. После выполнения циклического обхода по каждому

из частных концептов  $\bigcup_{\mu=1}^n TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu}$ , выводится их количество  $n$  (блок 18). Далее происходит переход к блоку 19 на конец алгоритма.

### 2.3.2. Определение единственности непосредственного предшествования среди полностью сформированных концептов одного уровня декомпозиции

**Утверждение 1.** Если множество  $Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  является равным множеству  $X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$ , каждый из которых относится к одному и тому же уровню декомпозиции  $(\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu)$ , то полностью сформированный концепт  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  является единственным непосредственно предшествующим концептом для полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$ :

$$\begin{aligned} & \forall TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r} \forall TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s} ((Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r} = X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}) \Rightarrow \\ & \Rightarrow (\exists! TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}, (TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r} P TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}))). \end{aligned}$$

**Доказательство.** Из равенства множества  $Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  множеству  $X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$  следует, что множество  $Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  является подмножеством множества  $X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$ .

Тогда по определению 3 следует, что полностью сформированный концепт  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  уровня декомпозиции  $(\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu)$  находится в отношении непосредственного предшествования  $P$  с полностью сформированным концептом  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$  того же уровня декомпозиции  $(\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu)$ .

Теперь докажем единственность непосредственного предшествования полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  полностью сформированному концепту  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$ .

Предположим противное, т.е. существует полностью сформированный концепт  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_q}$  уровня декомпозиции  $(\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu)$ , который также находится в отношении непосредственного предшествования  $P$  с полностью сформированным концептом  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$  того же уровня декомпозиции  $(\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu)$ .

Тогда по определению 3 следует, что множество  $Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_q}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$  является подмножеством множества  $X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$ .

В то же время по первой части настоящего доказательства множество  $Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  является также подмножеством множества  $X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$ , причём в соответствии с условием утверждения 1 множество  $Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  является равным множеству  $X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$ .

Таким образом, множество  $Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_q}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_q}$  является подмножеством множества  $Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$ , что невозможно по аксиоматическому свойству 1. Следовательно, сделанное предположение неверно и полностью сформированный концепт  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_q}$  является единственным непосредственно предшествующим концептом для полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$ , что и требовалось доказать (рисунок 5).

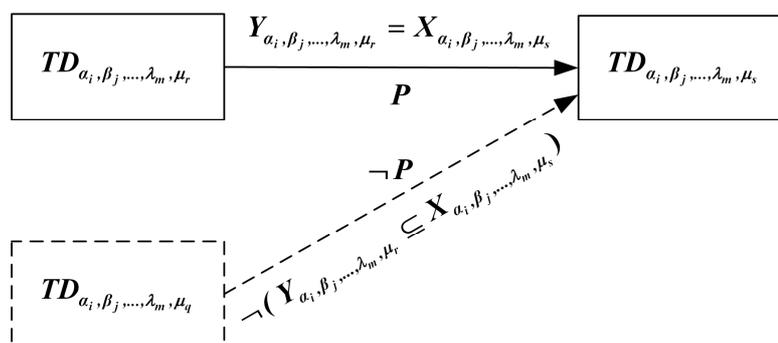


Рисунок 5. Установление единственности непосредственного предшествования при условии  $Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r} = X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$

**Утверждение 2.** Если множество  $Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  является собственным подмножеством множества  $X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$ , каждый из которых относится к одному и тому же уровню декомпозиции  $(\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu)$ , и при этом не существует совокупности таких полностью сформированных концептов  $\bigcup_{k=1}^n TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_{v_k}}$  того же уровня декомпозиции  $(\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu)$ , что совокупность множеств  $\bigcup_{k=1}^n Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_{v_k}}$  является подмножеством дополнения  $\setminus X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}^*$  множества  $X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$ , то полностью сформированный концепт  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  является единственным непосредственно предшествующим концептом для полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$ :

$$\forall TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r} \forall TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s} (((Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r} \subseteq X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}) \wedge (\bar{\exists} \bigcup_{k=1}^n TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_{v_k}} ,$$

$$(\bigcup_{k=1}^n Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_{v_k}} \subseteq (X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s} \setminus X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}^*))) \Rightarrow (\exists! TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r} ,$$

$$(TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r} P TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}))) .$$

**Доказательство.** Так как множество  $Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  является собственным подмножеством множества  $X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$ , то по

определению 3 следует, что полностью сформированный концепт  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  уровня декомпозиции  $(\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu)$  находится в отношении непосредственного предшествования  $P$  с полностью сформированным концептом  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$  того же уровня декомпозиции  $(\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu)$ .

Теперь докажем единственность непосредственного предшествования полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  полностью сформированному концепту  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$ .

Согласно аксиоматическому свойству 4, поскольку множество  $Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  является собственным подмножеством множества  $X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$ , то в данном случае, в соответствии с условием утверждения 2, не существует совокупности таких полностью сформированных концептов  $\bigcup_{k=1}^n TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_{v_k}}$  того же уровня декомпозиции  $(\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu)$ , что совокупность множеств  $\bigcup_{k=1}^n Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_{v_k}}$  является подмножеством дополнения  $\setminus X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}^*$  множества  $X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$ .

Следовательно, подмножеством множества  $X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$  является исключительно множество  $Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$ , причём в соответствии с условием утверждения 2 множество  $Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  является собственным подмножеством множества  $X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$ .

Согласно же аксиоматическому свойству 1 множество  $Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  является уникальным. Таким образом, полностью сформированный концепт  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  является единственным

непосредственно предшествующим концептом для полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$ , что и требовалось доказать (рисунок 6).

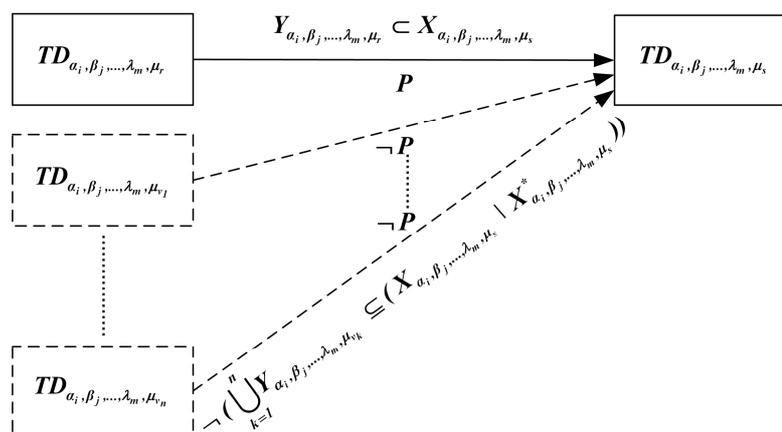


Рисунок 6. Установление единственности непосредственного предшествования при условии  $Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r} \subset X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$

### 2.3.3. Определение множественности непосредственного предшествования среди полностью сформированных концептов одного уровня декомпозиции

**Утверждение 3.** Если множество  $Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  является собственным подмножеством множества  $X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$ , каждый из которых относится к одному и тому же уровню декомпозиции  $(\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu)$ , и при этом существует совокупность таких полностью сформированных концептов  $\bigcup_{k=1}^n TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_{r_k}}$  того же уровня декомпозиции  $(\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu)$ , что совокупность множеств  $\bigcup_{k=1}^n Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_{r_k}}$  является подмножеством дополнения  $\setminus X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}^*$  множества  $X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$ , то полностью сформированному концепту  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$  непосредственно предшествует более чем один полностью сформированный концепт, что свидетельствует о множественности непосредственного предшествования полностью сформированному концепту  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$ :

$$\begin{aligned} & \forall TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r} \forall TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s} (((Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r} \subset X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}) \wedge (\exists \bigcup_{k=1}^n TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_{v_k}} \\ & (\bigcup_{k=1}^n Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_{v_k}} \subseteq (X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s} \setminus X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}^*)))) \Rightarrow ((TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r} P TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}) \wedge \\ & \wedge (\forall \bigcup_{k=1}^n TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_{v_k}} P TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}))). \end{aligned}$$

**Доказательство.** Поскольку множество  $Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  является собственным подмножеством множества  $X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$ , то по определению 3 следует, что полностью сформированный концепт  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  уровня декомпозиции  $(\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu)$  находится в отношении непосредственного предшествования  $P$  с полностью сформированным концептом  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$  того же уровня декомпозиции  $(\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu)$ .

Согласно аксиоматическому свойству 4, поскольку множество  $Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  является собственным подмножеством множества  $X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$ , то в данном случае, в соответствии с условием утверждения 3, существует совокупность таких полностью сформированных концептов  $\bigcup_{k=1}^n TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_{v_k}}$  того же уровня декомпозиции  $(\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu)$ , что совокупность множеств  $\bigcup_{k=1}^n Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_{v_k}}$  является подмножеством дополнения  $\setminus X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}^*$  множества  $X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$ .

Следовательно, каждое из совокупности множеств  $\bigcup_{k=1}^n Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_{v_k}}$  полностью сформированных концептов  $\bigcup_{k=1}^n TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_{v_k}}$  является подмножеством (при  $n = 1$ ) или собственным подмножеством (при  $n \geq 2$ ) дополнения  $\setminus X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}^*$  множества  $X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$ , причём каждое из них по аксиоматическому свойству 1 является уникальным.

Таким образом, по определению 3 следует, что каждое из совокупности полностью сформированных концептов  $\bigcup_{k=1}^n TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_k}$  уровня декомпозиции  $(\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu)$  находятся в отношении непосредственного предшествования  $P$  с полностью сформированным концептом  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$  уровня декомпозиции  $(\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu)$ . Следовательно, с учётом первой части настоящего доказательства, получается, что полностью сформированному концепту  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$  непосредственно предшествует более чем один полностью сформированный концепт, что свидетельствует о множественности непосредственного предшествования полностью сформированному концепту  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$ , что и требовалось доказать (рисунок 7).

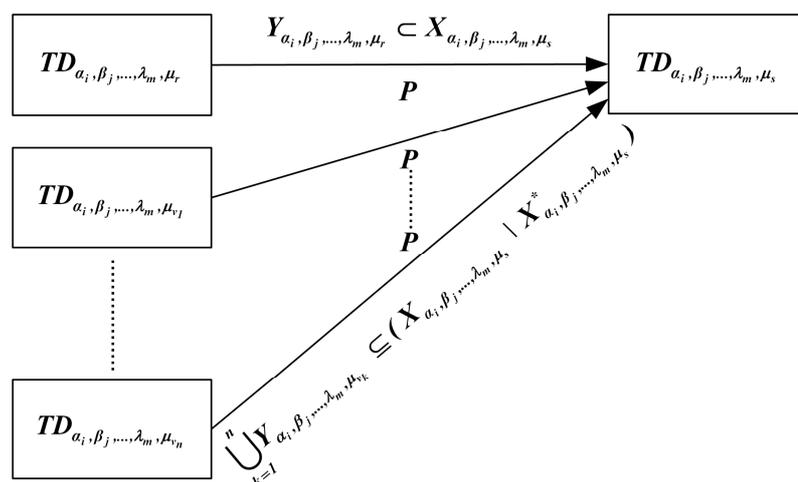


Рисунок 7. Установление множественности непосредственного предшествования при условии  $Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r} \subset X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$

#### 2.3.4. Алгоритм автоматического определения взаимосвязей между полностью сформированными частными концептами

Настоящий алгоритм приведён на рисунке 8. Блок 2 иллюстрирует выполнение циклического обхода по каждому из частных концептов  $\bigcup_{\mu=1}^n TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu}$ .

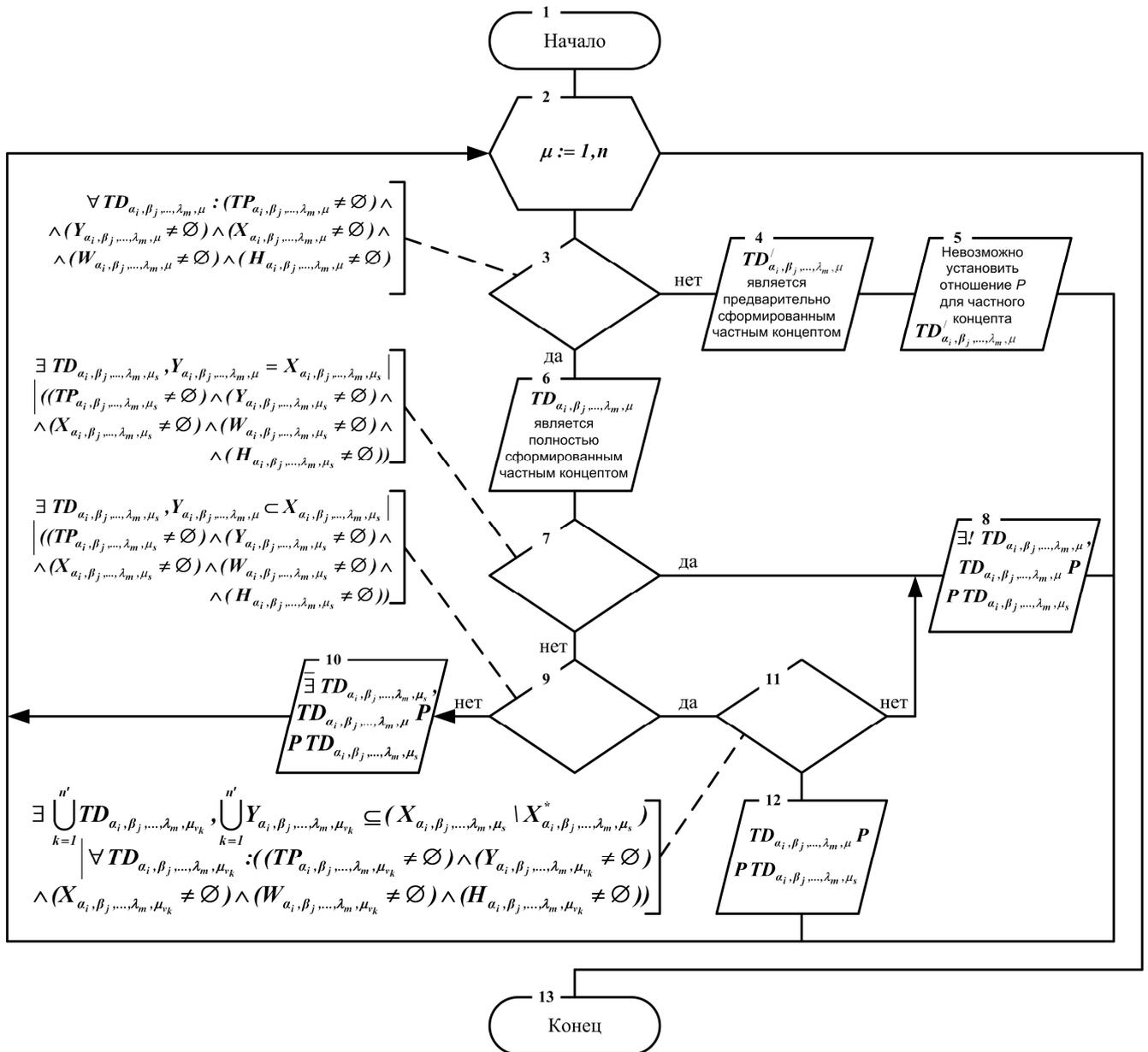


Рисунок 8. Блок-схема алгоритма автоматического определения взаимосвязей между полностью сформированными частными концептами

В блоке 3 реализуется проверка факта полной сформированности определенного частного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu}$ . Если данное условие является истинным, то выводится сообщение о том, что «определённый концепт  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu}$  является полностью сформированным частным концептом» (блок 6). В противном случае, выводится сообщение о том, что «определённый концепт  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu}$  является предварительно сформированным частным концептом» (блок 4), а после этого выводится сообщение о том, что «невозможно установить отношение  $P$  для

предварительно сформированного частного концепта  $TD'_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu}$ » (блок 5), и происходит переход обратно к блоку 2 к следующему концепту.

В блоке 7 реализуется проверка факта существования такого полностью сформированного частного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$  для определённого полностью сформированного частного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu}$ , чтобы выполнялось такое условие, что  $Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu} = X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$ . Если данное условие является истинным, то выводится сообщение о том, что «существует единственный такой полностью сформированный частный концепт  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu}$ , который находится в отношении  $P$  с полностью сформированным частным концептом  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$ », а также происходит графическая прорисовка отношения  $P$  от полностью сформированного частного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu}$  к полностью сформированному частному концепту  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$  (блок 8), и происходит переход обратно к блоку 2 к следующему концепту.

В противном случае, в блоке 9 реализуется проверка факта существования такого полностью сформированного частного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$  для определённого полностью сформированного частного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu}$ , чтобы выполнялось такое условие, что  $Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu} \subset X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$ . Если данное условие является ложным, то выводится сообщение о том, что «не существует такого полностью сформированного частного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$  с которым находился бы в отношении  $P$  определённый полностью сформированный частный концепт  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu}$ » (блок 10), и происходит переход обратно к блоку 2 к следующему концепту.

В противном случае, в блоке 11 реализуется проверка факта существования совокупности таких полностью сформированных частных концептов  $\bigcup_{k=1}^{n'} TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_{\nu_k}}$  для определённого полностью сформированного частного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu}$ , чтобы выполнялось условие, что

$\bigcup_{k=1}^{n'} Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_{\nu_k}} \subseteq (X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s} \setminus X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}^*)$ . Если данное условие является истинным, то

происходит графическая прорисовка отношения  $P$  от полностью

сформированного частного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu}$  к полностью сформированному частному концепту  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$  (блок 12), и происходит переход обратно к блоку 2 к следующему концепту. В противном случае, происходит переход к блоку 8, а затем – обратно к блоку 2 к следующему концепту. В результате циклического обхода по каждому из частных концептов  $\bigcup_{\mu=1}^n TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu}$  (блок 2) происходит переход к блоку 13 на конец алгоритма.

### 2.3.5. Определение количества конечных и начальных полностью сформированных концептов для произвольного уровня декомпозиции

**Утверждение 4.** Конечный полностью сформированный концепт произвольного уровня декомпозиции является единственным:

$$\forall TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r} \exists TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_q} \bar{\exists} TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s} ((Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_q} \subseteq X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}) \wedge \wedge (Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r} \subseteq X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s})) \Rightarrow (\exists! TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}) .$$

**Доказательство.** Пусть полностью сформированный концепт  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  уровня декомпозиции  $(\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu)$  является конечным. Тогда по определению 5 существует такой полностью сформированный концепт  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_q}$  того же уровня декомпозиции  $(\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu)$ , что множество  $Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_q}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_q}$  является подмножеством множества  $X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$ , и при этом не существует любого другого полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$  того же уровня декомпозиции  $(\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu)$ , для которого было бы справедливым то, что множество  $Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  является подмножеством множества  $X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$ .

Таким образом, рассмотрим 3 случая образования множества  $X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$ , которые могут быть в соответствии с доказанными утверждениями 1, 2 и 3.

**Случай 1.** Множество  $Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_q}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_q}$  является равным множеству  $X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  (рисунок 9).

Следовательно, по доказанному утверждению 1 полностью сформированный концепт  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_q}$  является единственным непосредственно предшествующим концептом для полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$ .

Для доказательства единственности конечного полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  будем использовать метод от противного.

Допустим, что существует полностью сформированный концепт  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_t}$ , который также является конечным для данного уровня декомпозиции  $(\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu)$ . Тогда по определению 5 множество  $Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_q}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_q}$  является подмножеством множества  $X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_t}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_t}$ , и при этом не существует любого другого полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_u}$  того же уровня декомпозиции  $(\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu)$ , для которого было бы справедливым то, что множество  $Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_t}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_t}$  является подмножеством множества  $X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_u}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_u}$ .

Таким образом, в соответствии с условием настоящего случая 1 множество  $Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_q}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_q}$  является равным множеству  $X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$ . В то же время, получается, что множество  $Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_q}$  полностью сформированного

концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_q}$  является подмножеством множества  $X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$ , что невозможно по аксиоматическому свойству 5.

Следовательно, сделанное предположение неверно и полностью сформированный концепт  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  является единственным конечным концептом для уровня декомпозиции  $(\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu)$ , что и требовалось доказать.

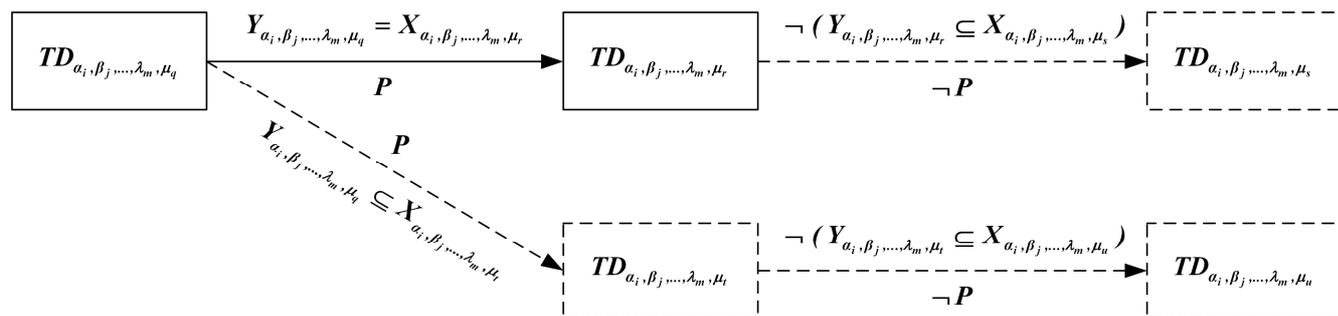


Рисунок 9. Установление единственности конечного полностью сформированного концепта при условиях единственности для него непосредственного предшествования и

$$Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_q} = X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$$

**Случай 2.** Множество  $Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_q}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_q}$  является собственным подмножеством множества  $X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$ , и при этом не существует совокупности таких полностью сформированных концептов  $\bigcup_{k=1}^n TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_{v_k}}$  того же уровня декомпозиции  $(\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu)$ , что совокупность множеств  $\bigcup_{k=1}^n Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_{v_k}}$  является подмножеством дополнения  $\setminus X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}^*$  множества  $X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  (рисунок 10).

Следовательно, по доказанному утверждению 2 полностью сформированный концепт  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_q}$  является единственным непосредственно предшествующим концептом для полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$ .

Для доказательства единственности конечного полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  будем использовать метод от противного, аналогично случаю 1.

Допустим, что существует полностью сформированный концепт  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_t}$ , который также является конечным для данного уровня декомпозиции  $(\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu)$ . Тогда по определению 5 множество  $Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_q}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_q}$  является подмножеством множества  $X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_t}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_t}$ , и при этом не существует любого другого полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_u}$  того же уровня декомпозиции  $(\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu)$ , для которого было бы справедливым то, что множество  $Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_t}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_t}$  является подмножеством множества  $X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_u}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_u}$ .

Таким образом, в соответствии с условием настоящего случая 2 множество  $Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_q}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_q}$  является собственным подмножеством множества  $X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$ . В то же время, получается, что множество  $Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_q}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_q}$  является подмножеством множества  $X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_t}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_t}$ , что невозможно по аксиоматическому свойству 5.

Следовательно, сделанное предположение неверно и полностью сформированный концепт  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  является единственным конечным концептом для уровня декомпозиции  $(\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu)$ , что и требовалось доказать.

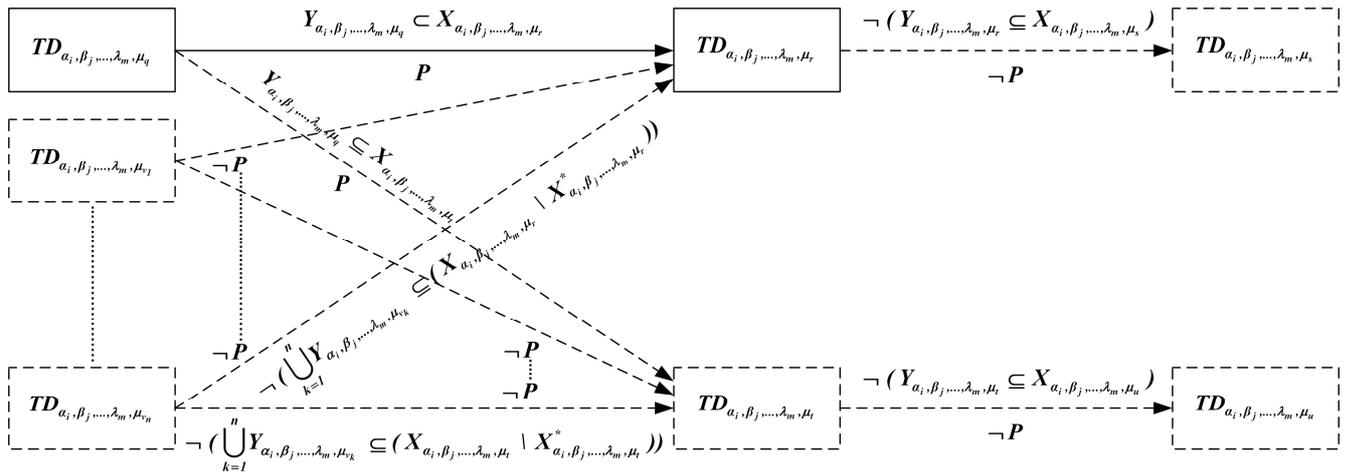


Рисунок 10. Установление единственности конечного полностью сформированного концепта при условиях единственности для него непосредственного предшествования и

$$Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_q} \subset X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$$

**Случай 3.** Множество  $Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_q}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_q}$  является собственным подмножеством множества  $X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$ , и при этом существует совокупность таких полностью сформированных концептов  $\bigcup_{k=1}^n TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_{v_k}}$  того же уровня декомпозиции  $(\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu)$ , что совокупность множеств  $\bigcup_{k=1}^n Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_{v_k}}$  является подмножеством дополнения  $\setminus X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}^*$  множества  $X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  (рисунок 11).

Следовательно, по доказанному утверждению 3 полностью сформированному концепту  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  непосредственно предшествует более чем один полностью сформированный концепт, что свидетельствует о множественности непосредственного предшествования полностью сформированному концепту  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$ .

Для доказательства единственности конечного полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  будем использовать метод от противного, аналогично случаям 1 и 2.

Допустим, что существует полностью сформированный концепт  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_t}$ , который также является конечным для данного уровня декомпозиции  $(\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu)$ . Тогда по определению 5 множество  $Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_q}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_q}$  является собственным подмножеством множества  $X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_t}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_t}$ , а также совокупность множеств  $\bigcup_{k=1}^n Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_{v_k}}$  полностью сформированных концептов  $\bigcup_{k=1}^n TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_{v_k}}$  является подмножеством дополнения  $\setminus X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_t}^*$  множества  $X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_t}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_t}$ , и при этом не существует любого другого полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_u}$  того же уровня декомпозиции  $(\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu)$ , для которого было бы справедливым то, что множество  $Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_t}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_t}$  является подмножеством множества  $X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_u}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_u}$ .

Таким образом, в соответствии с условием настоящего случая 3 множество  $Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_q}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_q}$  является собственным подмножеством множества  $X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$ , а по утверждению 3 совокупность множеств  $\bigcup_{k=1}^n Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_{v_k}}$  полностью сформированных концептов  $\bigcup_{k=1}^n TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_{v_k}}$  является подмножеством дополнения  $\setminus X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}^*$  множества  $X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$ . В то же время, получается, что всё то же самое справедливо и для полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_t}$ , что невозможно по аксиоматическому свойству 5.

Следовательно, сделанное предположение неверно и полностью сформированный концепт  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  является единственным конечным концептом для уровня декомпозиции  $(\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu)$ , что и требовалось доказать.

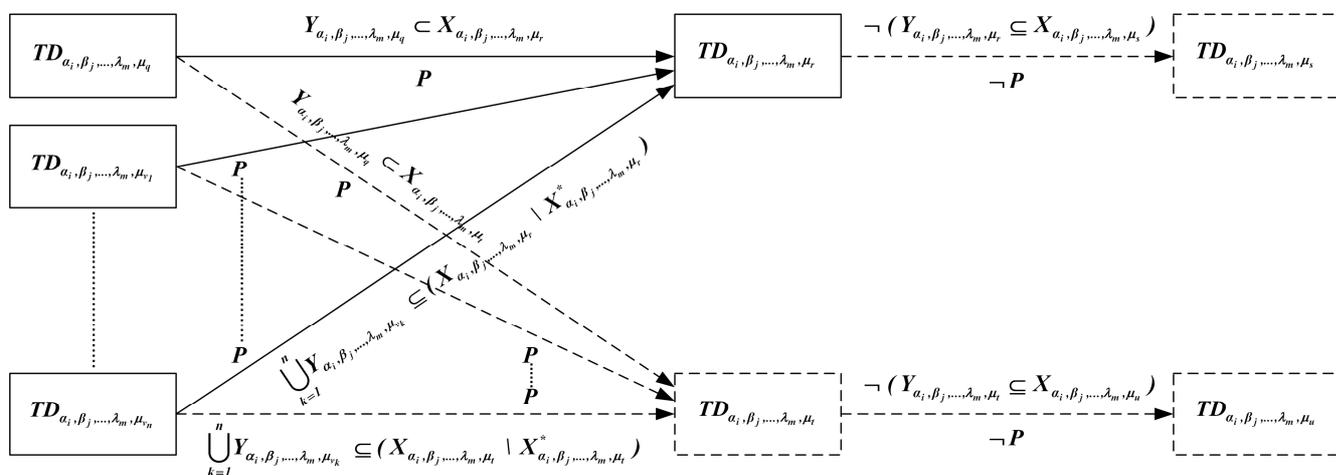


Рисунок 11. Установление единственности конечного полностью сформированного концепта при условиях множественности для него непосредственного предшествования и

$$Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_q} \subset X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$$

**Утверждение 5.** Для произвольного уровня декомпозиции может существовать один или более одного начального полностью сформированного концепта:

$$\forall TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r} \exists TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s} \bar{\exists} TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_q} (((Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r} \subseteq X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}) \wedge \wedge (Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_q} \subseteq X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r})) \Rightarrow (\exists! TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r} \vee (\exists TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r} \wedge \exists \bigcup_{k=1}^n TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_{v_k}}))).$$

**Доказательство.** Пусть полностью сформированный концепт  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  уровня декомпозиции  $(\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu)$  является начальным. Тогда по определению 4 существует такой полностью сформированный концепт  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$  того же уровня декомпозиции  $(\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu)$ , что множество  $Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  является подмножеством множества  $X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$ , и при этом не существует любого другого полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_q}$  того же уровня декомпозиции  $(\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu)$ , для которого было бы

справедливым то, что множество  $Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_q}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_q}$  является подмножеством множества  $X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$ .

Поскольку множество  $Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  является подмножеством множества  $X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$ , то рассмотрим возможные случаи, в соответствии с доказанными утверждениями 1, 2 и 3.

**Случай 1.** Множество  $Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  является равным множеству  $X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$  (рисунок 12).

Следовательно, по доказанному утверждению 1 полностью сформированный концепт  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  является единственным непосредственно предшествующим концептом для полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$ . В то же время по основной части настоящего доказательства полностью сформированный концепт  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  является начальным концептом для уровня декомпозиции  $(\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu)$ .

Таким образом, полностью сформированный концепт  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  является единственным начальным концептом для уровня декомпозиции  $(\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu)$ .

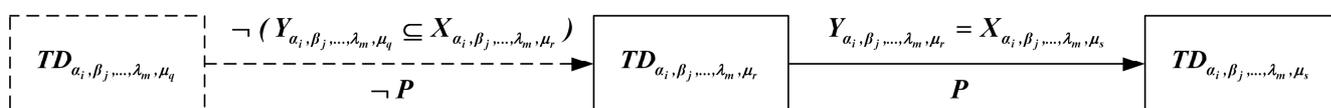


Рисунок 12. Установление единственности начального полностью сформированного концепта при условиях единственности им самим непосредственного предшествования и

$$Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r} = X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$$

**Случай 2.** Множество  $Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  является собственным подмножеством множества  $X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$ , и при этом не существует

совокупности таких полностью сформированных концептов  $\bigcup_{k=1}^n TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_{\nu_k}}$  того же уровня декомпозиции  $(\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu)$ , что совокупность множеств  $\bigcup_{k=1}^n Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_{\nu_k}}$  является подмножеством дополнения  $\setminus X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}^*$  множества  $X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$  (рисунок 13).

Следовательно, по доказанному утверждению 2 полностью сформированный концепт  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  является единственным непосредственно предшествующим концептом для полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$ . В то же время по основной части настоящего доказательства полностью сформированный концепт  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  является начальным концептом для уровня декомпозиции  $(\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu)$ .

Таким образом, полностью сформированный концепт  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  является единственным начальным концептом для уровня декомпозиции  $(\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu)$ .

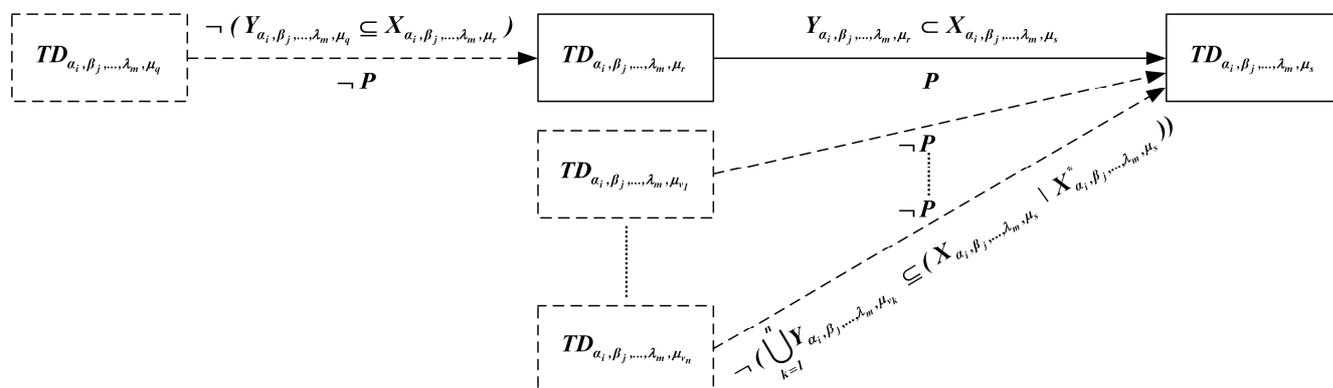


Рисунок 13. Установление единственности начального полностью сформированного концепта при условиях единственности им самим непосредственного предшествования и

$$Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r} \subset X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$$

**Случай 3.** Множество  $Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  является собственным подмножеством множества  $X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$ , и при этом существует совокупность таких полностью сформированных концептов  $\bigcup_{k=1}^n TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_{\nu_k}}$  того же

уровня декомпозиции  $(\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu)$ , что совокупность множеств  $\bigcup_{k=1}^n Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_{v_k}}$  является подмножеством дополнения  $\setminus X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}^*$  множества  $X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$ .

Следовательно, по доказанному утверждению 3 полностью сформированному концепту  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$  непосредственно предшествует, помимо полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$ , также и каждый из совокупности полностью сформированных концептов  $\bigcup_{k=1}^n TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_{v_k}}$ , что свидетельствует о множественности непосредственного предшествования полностью сформированному концепту  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$ .

Рассмотрим также два случая, которые возможны в рамках случая 3 настоящего доказательства.

**Случай 3.1.** Пусть каждый из совокупности полностью сформированных концептов  $\bigcup_{k=1}^n TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_{v_k}}$  не имеет непосредственно предшествующих полностью сформированных концептов (рисунок 14). Например, полностью сформированные концепты  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_{v_1}}$  и  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_{v_n}}$  не имеют в качестве непосредственно предшествующих концептов полностью сформированные концепты  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_1}$  и  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_u}$  соответственно.

Тогда по определению 4, с учётом основной части случая 3 настоящего доказательства, каждый из совокупности полностью сформированных концептов  $\bigcup_{k=1}^n TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_{v_k}}$  является начальным для уровня декомпозиции  $(\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu)$ . В то же время по основной части настоящего доказательства полностью сформированный концепт  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  является начальным для уровня декомпозиции  $(\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu)$ . Следовательно, существует более одного начального полностью сформированного концепта для уровня декомпозиции  $(\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu)$ , что и требовалось доказать.

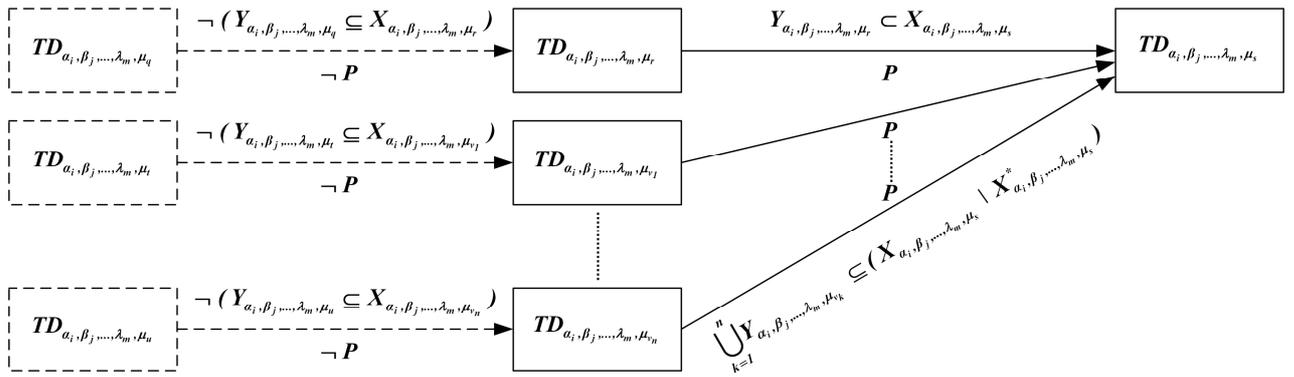


Рисунок 14. Установление множественности начальных полностью сформированных концептов при условиях отсутствия для них непосредственного предшествования и

$$Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r} \subseteq X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$$

**Случай 3.2.** Пусть хотя бы один из полностью сформированных концептов

$\bigcup_{k=1}^n TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_{v_k}}$  имеет непосредственно предшествующий полностью сформированный концепт (рисунок 15). Допустим, полностью сформированный концепт  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_{v_l}}$  имеет в качестве непосредственно предшествующего концепта полностью сформированный концепт  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_i}$ .

Тогда по определению 6 полностью сформированный концепт  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  является дополняющим концептом, что противоречит основной части настоящего доказательства, по которой полностью сформированный концепт  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  является начальным для уровня декомпозиции  $(\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu)$ .

Следовательно, сделанное допущение о том, что хотя бы один из полностью сформированных концептов  $\bigcup_{k=1}^n TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_{v_k}}$  может иметь непосредственно предшествующий полностью сформированный концепт является ошибочным.

Таким образом, случай 2.2 является противоречивым и, как следствие, невозможным. Следовательно, доказательство может строиться исключительно по случаю 2.1, согласно которому, возможно существование более одного начального полностью сформированного концепта для уровня декомпозиции  $(\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu)$ .

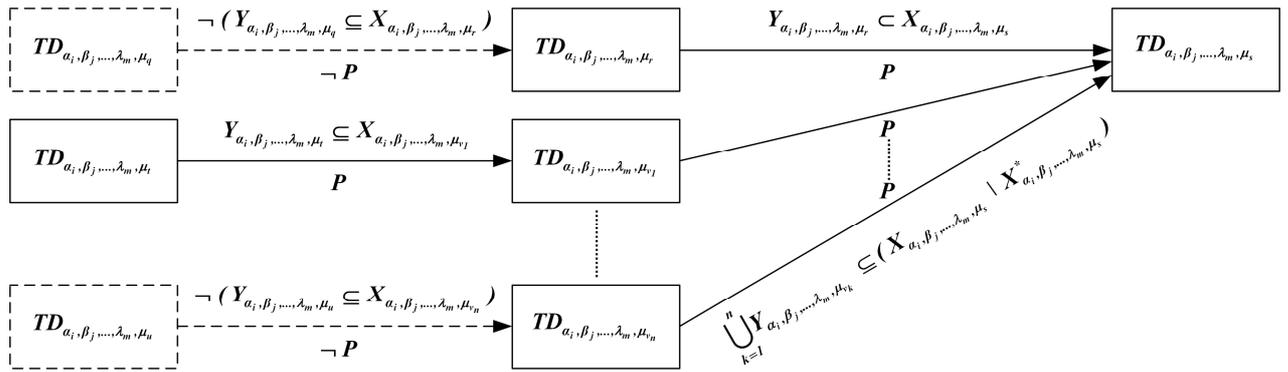


Рисунок 15. Невозможность установления множественности начальных полностью сформированных концептов при условиях наличия у одного из них непосредственного предшествования и  $Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r} \subseteq X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$

### 2.3.6. Определение полностью сформированного целостного концепта на основе полностью сформированных частных концептов

**Утверждение 6.** Если все концепты  $\bigcup_{\mu} TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu}$  уровня декомпозиции  $(\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu)$  являются полностью сформированными, и для любого полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  не существует такого полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_q}$ , что множество  $Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_q}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_q}$  не является подмножеством множества  $X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$ , и при этом также не существует такого полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$ , что множество  $Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r}$  не является подмножеством множества  $X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s}$ , то каждый из полностью сформированных концептов  $\bigcup_{\mu} TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu}$  является частным концептом для полностью сформированного целостного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda}$  уровня декомпозиции  $(\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda)$ :

$$\begin{aligned} & \exists TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda} \exists \bigcup_{\mu} TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu} ((\forall TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r} \exists TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_q} \exists TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s} \\ & ((\neg(Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_q} \subseteq X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r})) \wedge (\neg(Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_r} \subseteq X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_s})))) \Rightarrow \\ & \Rightarrow (\forall \bigcup_{\mu} TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu} F TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda}). \end{aligned}$$

**Доказательство.** Стоит отметить, что возможных случаев при доказательстве настоящего утверждения достаточно количество, что напрямую связано с общим количеством  $\bigcup_{k=1}^n TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_{v_k}}$  и взаимным расположением полностью сформированных концептов  $\bigcup_{\mu} TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu}$ , а также определениями установления отношения непосредственного предшествования  $P$  на множестве полностью сформированных концептов  $\bigcup_{\mu} TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu}$ .

В этой связи проведём настоящее доказательство на примере, когда  $n = 4$ , а взаимное расположение полностью сформированных концептов  $\bigcup_{\mu} TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu}$  и отношения непосредственного предшествования  $P$  на множестве полностью сформированных концептов  $\bigcup_{\mu} TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu}$  определены так, как показано на рисунке 16.

По аксиоматическому свойству 3 множество  $Y'_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m}$  предварительно сформированного целостного концепта  $TD'_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m}$  является равным объединению множеств  $\bigcup_{k=1}^n Y'_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_{v_k}}$  предварительно сформированных частных концептов  $\bigcup_{k=1}^n TD'_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_{v_k}}$ .

По условию настоящего утверждения концепты  $\bigcup_{k=1}^n TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_{v_k}}$  являются полностью сформированными, следовательно, по аксиоматическому свойству 8 суммирование числовых значений элементов соответствующих подмножеств множеств  $\bigcup_{k=1}^n H_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_{v_k}}$  полностью сформированных частных концептов  $\bigcup_{k=1}^n TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_{v_k}}$  является равным числовым значениям элементов соответствующих подмножеств множества  $H_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m}$  полностью сформированного целостного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m}$ , по аксиоматическому свойству 7 объединение множеств

$\bigcup_{k=1}^n W_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_{v_k}}$  полностью сформированных частных концептов  $\bigcup_{k=1}^n TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_{v_k}}$

является равным множеству  $W_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m}$  полностью сформированного целостного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m}$ . Таким же образом по аксиоматическому свойству 6 объединение множеств  $\bigcup_{k=1}^n X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_{v_k}}$  полностью сформированных частных концептов  $\bigcup_{k=1}^n TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_{v_k}}$  является равным множеству  $X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m}$  полностью сформированного целостного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m}$ , однако, имеется ряд принципиальных особенностей. Рассмотрим их подробнее.

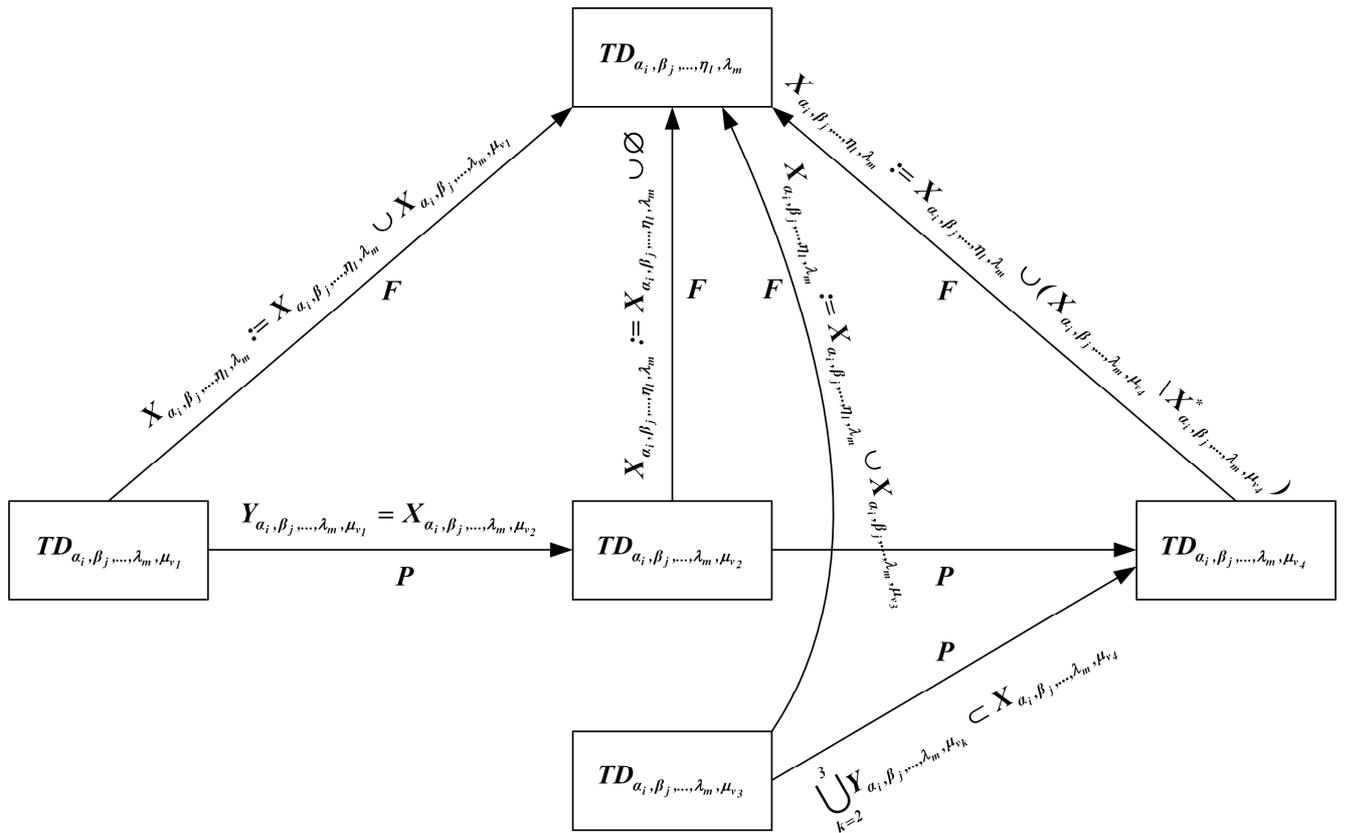


Рисунок 16. Установление полностью сформированного целостного концепта на основе полностью сформированных частных концептов

Полностью сформированный концепт  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_{v_1}}$  является начальным концептом для уровня декомпозиции  $(\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu)$ . Тогда по определению 4 множество  $X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_{v_1}}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_{v_1}}$  не является подмножеством множества результирующих компонентов ни одного из полностью сформированных  $\bigcup_{k=1}^n TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_{v_k}}$ . Следовательно, по аксиоматическому

свойству 6 множество  $X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m}$  целостного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m}$  пополняется множеством  $X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_{v_1}}$  полностью сформированного частного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_{v_1}}$ .

Также начальный полностью сформированный концепт  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_{v_1}}$  является единственным непосредственно предшествующим концептом для полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_{v_2}}$ , причём множество  $Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_{v_1}}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_{v_1}}$  является равным множеству  $X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_{v_2}}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_{v_2}}$ . Тогда по аксиоматическому свойству 6 множество  $X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m}$  целостного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m}$  остаётся неизменным.

Полностью сформированный концепт  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_{v_3}}$  является дополняющим концептом для полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_{v_4}}$ . Тогда по определению 6 множество  $X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_{v_3}}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_{v_3}}$  не является подмножеством множества результирующих компонентов ни одного из полностью сформированных концептов  $\bigcup_{k=1}^n TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_{v_k}}$ .

Следовательно, по аксиоматическому свойству 6 множество  $X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m}$  целостного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m}$  пополняется множеством  $X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_{v_3}}$  полностью сформированного частного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_{v_3}}$ .

Полностью сформированные концепты  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_{v_2}}$  и  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_{v_3}}$  являются непосредственно предшествующими концептами для полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_{v_4}}$ , причём объединение множеств  $Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_{v_2}}$  и  $Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_{v_3}}$  полностью сформированных концептов  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_{v_2}}$  и  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_{v_3}}$  является собственным подмножеством множества  $X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_{v_4}}$  полностью сформированного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_{v_4}}$ . Тогда по аксиоматическому свойству 6

множество  $X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m}$  целостного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m}$  пополняется дополнением  $\setminus X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_{v_d}}^*$  множества  $X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_{v_d}}$  полностью сформированного частного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_{v_d}}$ .

Таким образом, по определению 7 каждый из полностью сформированных концептов  $\bigcup_{k=1}^n TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_{v_k}}$  находится в отношении «часть-целое» с уже полностью сформированным концептом  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m}$ , при этом для полностью сформированного целостного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m}$  соблюдены также требования аксиоматического свойства 2. Тем самым, каждый из полностью сформированных концептов  $\bigcup_{k=1}^n TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_{v_k}}$  является частным концептом для полностью сформированного целостного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m}$ , что и требовалось доказать.

При иных количествах и взаимных расположениях полностью сформированных концептов  $\bigcup_{\mu} TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu}$ , а также других определениях установления отношения непосредственного предшествования  $P$  на множестве полностью сформированных концептов  $\bigcup_{\mu} TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu}$ , доказательство настоящего утверждения 6 будет проводиться по аналогичной схеме.

### 2.3.7. Алгоритм автоматического определения полной сформированности целостного концепта

Настоящий алгоритм приведён на рисунке 17. Блок 2 иллюстрирует выполнение циклического обхода по каждому из частных концептов  $\bigcup_{\mu=1}^n TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu}$ . В блоке 3 реализуется проверка факта существования такого полностью сформированного частного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_q}$  для определённого полностью сформированного частного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu}$ , чтобы выполнялось такое условие, что  $Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_q} = X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu}$ . Если данное условие является истинным, то

множество  $X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m}$  целостного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m}$  остаётся прежним (блок 4) и происходит переход к блоку 8. Если условие из блока 3 не выполняется, то в блоке 5 происходит проверка факта существования такого полностью сформированного частного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_q}$  для определённого полностью сформированного частного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu}$ , чтобы выполнялось такое условие, что  $Y_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu_q} \subset X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu}$ . Если данное условие является истинным, то происходит пополнение множества  $X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m}$  целостного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m}$  дополнением  $\setminus X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu}^*$  множества  $X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu}$  определённого полностью сформированного частного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu}$  (блок 6) и происходит переход к блоку 8. Если условие из блока 5 не выполняется, то происходит пополнение множества  $X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m}$  целостного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m}$  множеством  $X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu}$  определённого полностью сформированного частного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu}$  (блок 7) и происходит переход к блоку 8.

В блоках 8-9 происходит определение соответственно множеств  $W_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m}$  и  $H_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m}$  целостного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m}$  (согласно аксиоматическим свойствам 7 и 8). После этого происходит переход обратно к блоку 2 к следующему концепту. В результате циклического обхода всех полностью сформированных частных концептов  $\bigcup_{\mu=1}^n TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu}$  (блок 2) выводится сообщение о том, что «получен полностью сформированный целостный концепт  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m}$ » (блок 10). Далее вновь организуется циклический обход всех полностью сформированных частных концептов  $\bigcup_{\mu=1}^n TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu}$  (блок 11), с целью графической прорисовки отношения  $F$  от каждого полностью сформированного частного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu}$  к уже полностью сформированному целостному концепту  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m}$  (блок 12). По завершении этого процесса происходит переход к блоку 13 на конец алгоритма.

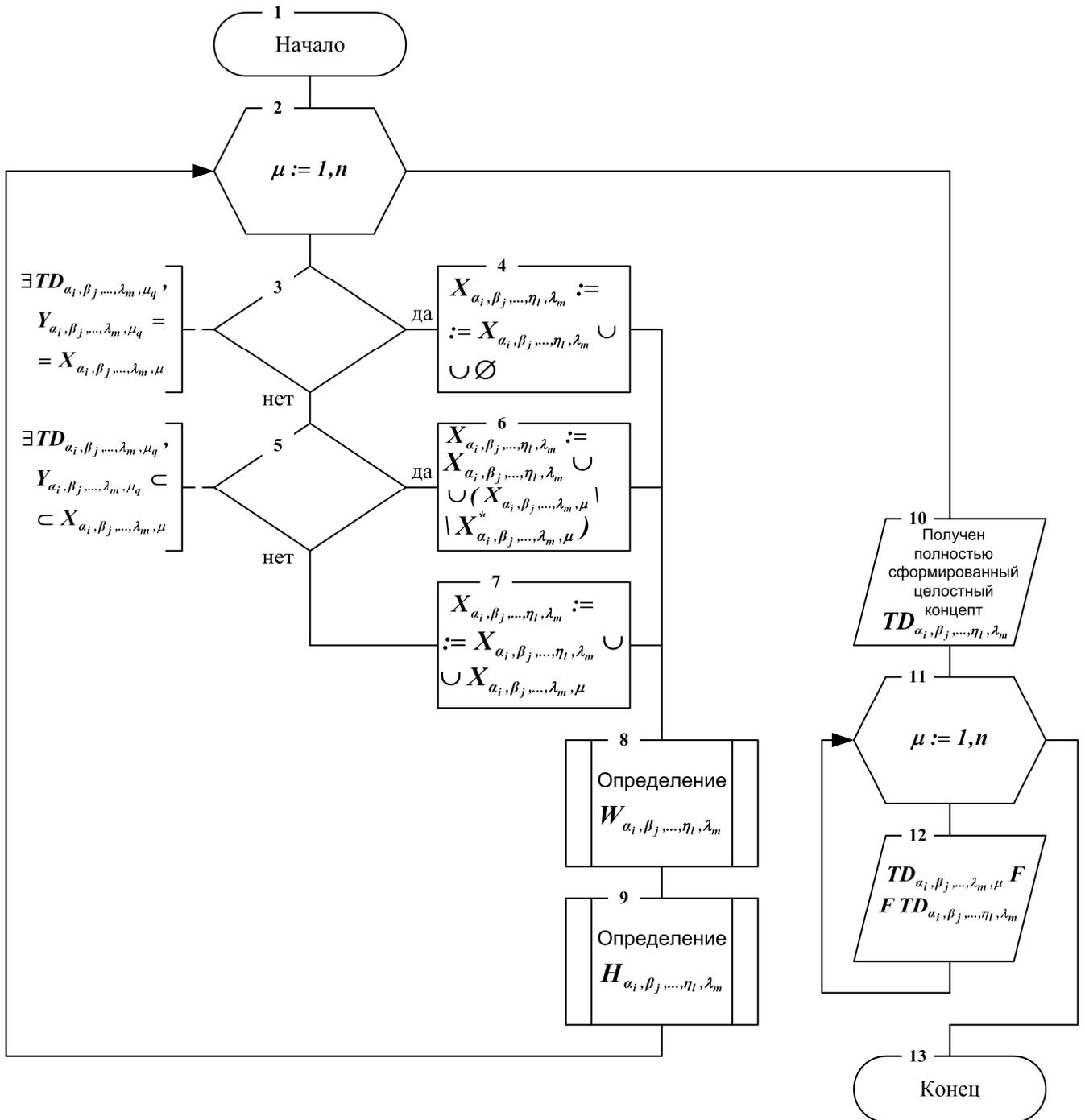


Рисунок 17. Блок-схема алгоритма автоматического определения полной сформированности целостного концепта

Важно отметить, что сведения о каждом из объектов множеств исходных компонентов полностью сформированных частных концептов  $\bigcup_{\mu} TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \lambda_m, \mu}$  участвующих в образовании множества  $X_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m}$  полностью сформированного целостного концепта  $TD_{\alpha_i, \beta_j, \dots, \eta_l, \lambda_m}$ , могут храниться в специализированных онтологиях предметных областей, сгруппированных по сырьевому назначению

[126]. Модель каждой подобной онтологии  $Ont_{Obj}$ , может быть определена в виде следующего кортежа [127]:

$$Ont_{Obj} = \langle D_{Obj}, E_{Obj}, G_{Obj} \rangle \quad (3)$$

где

- $D_{Obj}$  – множество концептов объектов;
- $E_{Obj}$  – множество свойств концептов объектов;
- $G_{Obj}$  – отношение «род-вид» с множественным наследованием.

Тем самым, систематизация концептов объектов множеств исходных компонентов полностью сформированных концептов  $TD$ , посредством автоматизированных методов построения онтологий предметных областей [128], позволит, в случае необходимости, прodelывать «ремонт» декомпозиционной структуры технологии, в части корректировки предметной ориентации полностью сформированных концептов  $TD$  [129,130].

### **2.3.8. Укрупненный алгоритм построения формализованного описания технологий**

Настоящий алгоритм приведён на рисунке 18. В блоке 2 происходит начальная инициализация количества позиций в индексной последовательности корневого концепта декомпозиционной структуры технологии. Блоки 3-4 иллюстрируют соответственно этапы нисходящего и внутриуровневого проектирования унифицированной декомпозиционной конструкции. Далее происходит выявление значений индексных последовательностей предварительно сформированных концептов данного уровня декомпозиции (блок 5). В блоке 6 реализуется проверка на предмет полной сформированности всех концептов данного уровня декомпозиции. Если данное условие не выполняется, то происходит фиксация предварительно сформированного частного концепта с уже инкрементированным количеством позиций в индексной последовательности (блок 7) с возвратом обратно к блоку 3. В том случае, если условие из блока 6

является истинным, то реализуется этап восходящего проектирования унифицированной декомпозиционной конструкции (блок 8). После этого в блоке 9 происходит фиксация полностью сформированного целостного концепта с уже декрементированным количеством позиций в индексной последовательности. В блоке 10 реализуется проверка факта достижения корневого концепта декомпозиционной структуры технологии. Если данное условие не выполняется, то происходит переход обратно к блоку 4. В том случае, если условие из блока 10 является истинным, то выводится сообщение о том, что «формализованное описание технологии ПОСТРОЕНО!» (блок 11) и происходит переход к блоку 12 на конец алгоритма.

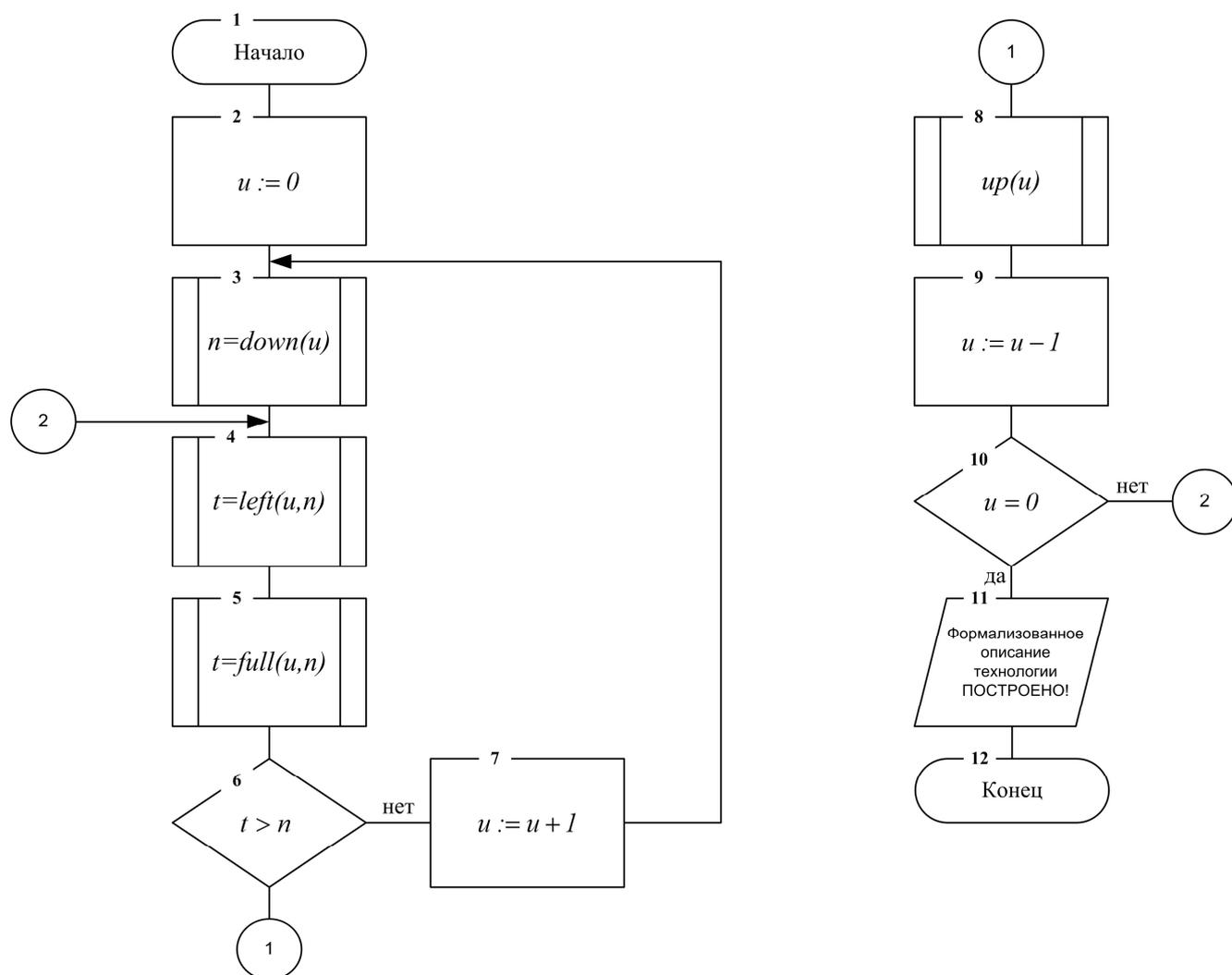


Рисунок 18. Укрупненный алгоритм построения формализованного описания технологий

В целом рассмотрение особенностей предложенных моделей и построенных алгоритмов позволяет заключить то, что в итоге разработан метод формализованного описания технологий, отличающийся от существующих методов наличием возможности формирования декомпозиционных структур технологий на основе поэтапного комбинированного проектирования унифицированных декомпозиционных конструкций, с целью структуризации представления знаний о технологиях с различной степенью детализации.

#### **2.4. Показатели качества формализованного описания и анализа технологий**

Концептуальные основы оценивания и анализа качества моделей, а также основные направления исследования этой научной проблемы рассмотрены в работе [131]. Применительно к разрешению вопросов оценки качества формализованных описаний технологий, построенных в соответствии с основополагающими принципами разработанного метода, и выработки на основе их структурной организации характеристик технологий, представляется закономерным говорить об использовании основ структурно-топологического анализа [132]. При этом стоит отметить, что существующие структурно-топологические характеристики систем, получаемые посредством анализа традиционных топологических структур [133], являются не пригодными для получения результатов обозначенных выше действий. Это обстоятельство, прежде всего, обуславливается невозможностью их практического применения для решения обозначенных вопросов в силу имеющихся особенностей топологической организации сформированных декомпозиционных структур технологий. В этой связи предлагается собственный набор показателей качества формализованного описания и анализа технологий, полученный на основе изучения топологии полученных онтологических представлений, что вполне согласуется с общими подходами, реализуемыми в данной области [134-136].

Для оценки качества формализованного описания технологий по сравнению с их альтернативными текстовыми описаниями вводится два показателя (при их рассмотрении речь идет только о полностью сформированных концептах):

$$\text{А) } K_{\text{полн}} = \frac{k_{TD_{\text{формализ}}}}{k_{TD_{\text{текст}}}}, \quad (4)$$

где  $K_{\text{полн}}$  – коэффициент содержательной полноты концептов,  $k_{TD_{\text{формализ}}}$  и  $k_{TD_{\text{текст}}}$  – количества концептов формализованного и текстового описаний технологии соответственно;

$$\text{Б) } K_{\text{связ}} = \frac{k_{P_{\text{формализ}}} + k_{F_{\text{формализ}}}}{k_{P_{\text{текст}}} + k_{F_{\text{текст}}}}, \quad (5)$$

где  $K_{\text{связ}}$  – коэффициент явной связности концептов,  $k_{P_{\text{формализ}}}$  и  $k_{F_{\text{формализ}}}$  – количества внутриуровневых и межуровневых связей между концептами формализованного описания технологии соответственно,  $k_{P_{\text{текст}}}$  и  $k_{F_{\text{текст}}}$  – количества внутриуровневых и межуровневых связей между концептами текстового описания технологии соответственно.

Для  $K_{\text{полн}}$  в формуле (4) под содержательной полнотой концептов понимается факт их полной сформированности по определению 2, сформулированного на основе предложенной модели (1).

Для  $K_{\text{связ}}$  в формуле (5) под явной связностью концептов понимается наличие у них как внутриуровневых отношений (непосредственного предшествования) по определению 3, в соответствии с выполнением положений теоретических утверждений 1-3, так и межуровневых отношений («часть-целое») по определению 7, в соответствии с выполнением положения теоретического утверждения 6.

Предложенный метод формализованного описания технологий позволяет поставить и решить ряд вопросов анализа рассматриваемых технологий, связанных с определением следующего перечня показателей (при их рассмотрении речь идет только о полностью сформированных концептах). Рассмотрим каждый из них более подробно.

1) Степень участия всех концептов декомпозиционной структуры технологии в образовании основного маршрута реализации технологии отражает коэффициент неразветвленности технологии:

$$K_{\text{неразветвл}} = \frac{k_{d^*_{\text{формализ}}}}{k_{d_{\text{формализ}}}}, \quad (6)$$

где  $K_{\text{неразветвл}}$  – коэффициент неразветвленности технологии,  $k_{d^*_{\text{формализ}}}$  и  $k_{d_{\text{формализ}}}$  – количества концептов, участвующих в образовании основного маршрута реализации технологии, и всех концептов декомпозиционной структуры технологии соответственно.

Под неразветвленностью технологии понимается определение максимальной глубины декомпозиционной структуры технологии, отождествляемой с получением основного маршрута реализации технологии.

2) Степень участия всех концептов декомпозиционной структуры технологии в образовании наидлиннейшего уровня декомпозиции среди всех унифицированных декомпозиционных конструкций декомпозиционной структуры технологии показывает коэффициент концентрированности технологии:

$$K_{\text{концентрир}} = \frac{k_{s^*_{\text{формализ}}}}{k_{s_{\text{формализ}}}}, \quad (7)$$

где  $K_{\text{концентрир}}$  – коэффициент концентрированности технологии,  $k_{s^*_{\text{формализ}}}$  и  $k_{s_{\text{формализ}}}$  – количества концептов, составляющих уровень декомпозиции наиболее массивной унифицированной декомпозиционной конструкции, и всех концептов декомпозиционной структуры технологии соответственно.

Под концентрированностью технологии понимается определение максимальной ширины уровня декомпозиции среди всех унифицированных декомпозиционных конструкций декомпозиционной структуры технологии, отождествляемой с получением длины уровня декомпозиции наиболее массивной унифицированной декомпозиционной конструкции декомпозиционной структуры технологии.

3) Степень распределения всех концептов декомпозиционной структуры технологии по целостным концептам унифицированных декомпозиционных конструкций отражает коэффициент сгруппированности технологии:

$$K_{\text{сгруппир}} = \frac{k_{t^*_{\text{формализ}}}}{k_{t_{\text{формализ}}}}, \quad (8)$$

где  $K_{\text{сгруппир}}$  – коэффициент сгруппированности технологии,  $k_{t^*_{\text{формализ}}}$  и  $k_{t_{\text{формализ}}}$  – количества концептов, располагающихся в вершинах унифицированных декомпозиционных конструкций, и всех концептов декомпозиционной структуры технологии соответственно.

Под сгруппированностью технологии понимается определение общего количества уровней декомпозиции всех унифицированных декомпозиционных конструкций декомпозиционной структуры технологии.

4) Долю концептов декомпозиционной структуры технологии, обеспечивающих реализацию технологии при помощи оборудования, показывает коэффициент механизированности технологии:

$$K_{\text{механизир}} = \frac{k_{TD^w_{\text{формализ}}}}{k_{TD_{\text{формализ}}}}, \quad (9)$$

где  $K_{\text{механизир}}$  – коэффициент механизированности технологии,  $k_{TD^w_{\text{формализ}}}$  и  $k_{TD_{\text{формализ}}}$  – количества концептов, при реализации которых используется оборудование, и всех концептов декомпозиционной структуры технологии соответственно.

Под механизированностью технологии понимается её реализация посредством различного рода оборудования.

5) Долю концептов декомпозиционной структуры технологии, обеспечивающих корректную реализацию технологии путём привнесения сторонних включений извне, отражает коэффициент сторонних включений технологии:

$$K_{\text{стор.включ.}} = \frac{k_{TD^x_{\text{формализ}}}}{k_{TD_{\text{формализ}}}}, \quad (10)$$

где  $K_{\text{стор.включ.}}$  – коэффициент сторонних включений технологии,  $k_{TD^x_{\text{формализ}}}$  и  $k_{TD_{\text{формализ}}}$  – количества концептов, для реализации которых необходимо привнесение сторонних компонентов извне, и всех концептов декомпозиционной структуры технологии соответственно.

Под сторонними включениями технологии понимаются материальные компоненты, без использования которых невозможно обеспечить корректную реализацию технологии.

Количественные расчёты всех представленных показателей для рассматриваемых технологий приведены в главе 4.

## Выводы по главе 2

В главе предложены модель концепта технологического действия, модель формализованного описания технологий, алгоритмы построения формализованного описания технологий и показатели качества формализованного описания и анализа технологий.

По результатам рассмотрения особенностей предложенных моделей и построенных алгоритмов сделан вывод о том, что в итоге разработан метод формализованного описания технологий, отличающийся от существующих методов наличием возможности формирования декомпозиционных структур технологий на основе поэтапного комбинированного проектирования унифицированных декомпозиционных конструкций, с целью структуризации представления знаний о технологиях с различной степенью детализации.

Особенностью предложенной модели концепта технологического действия является концентрирование всей семантики технологических действий, располагающихся в узлах декомпозиционных структур технологий, исключительно в рамках множеств, входящих в состав структуры этих концептуальных образований.

Специфика построенной модели формализованного описания технологий заключается в организации процесса формирования декомпозиционных структур

технологий с целью получения аналитического инструментария по онтологическим представлениям технологий путём определения и установления всех вводимых отношений, исходя из конструктивных особенностей встроенной модели концепта технологического действия. Аксиоматическая составляющая данной модели определяет основные закономерности построения унифицированных декомпозиционных конструкций, из которых уже формируются декомпозиционные структуры технологий.

К отличительным чертам разработанных алгоритмов относятся: выстраивание онтологических иерархий концептов на основе predetermined признаков декомпозиции, автоматическое установление взаимосвязей между концептами одного уровня декомпозиции и автоматическое получение совокупных сведений о концептах, располагающихся в корневых узлах декомпозиционных структур технологий, на основе реализованного принципа поуровневого агрегирования знаний.

Нестандартность предложенных показателей качества формализованного описания и анализа технологий вызвана их определением, исходя из особенностей топологической организации сформированных декомпозиционных структур технологий.

## ГЛАВА 3. РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО СРЕДСТВА ПОСТРОЕНИЯ ФОРМАЛИЗОВАННОГО ОПИСАНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ

### 3.1. Описание функциональных возможностей и инструментальных средств разработки программного средства

Для практического применения разработанного метода было спроектировано программное средство, позволяющее автоматизировать поэтапные алгоритмические процедуры построения унифицированных декомпозиционных конструкций формализованных описаний технологий.

Разработанное программное средство имеет следующие функциональные возможности:

- Создание нового проекта, загрузка ранее сохранённого проекта, удаление проекта, содержащего формализованное описание технологии;
- Добавление, редактирование, удаление концептов технологических действий, располагающихся в узлах декомпозиционных структур технологий;
- Определение первоначальной степени содержательной сформированности каждого из концептов технологических действий;
- Управление количеством частных концептов в рамках унифицированных декомпозиционных конструкций на основе сформированных признаков декомпозиции;
- Автоматическое установление взаимосвязей между полностью сформированными частными концептами в рамках унифицированных декомпозиционных конструкций;
- Автоматическое определение полной сформированности целостного концепта в рамках унифицированных декомпозиционных конструкций;
- Отображение результатов проектирования при помощи библиотеки визуализации графов JGraphX;

- Импорт и экспорт проектов в формате языка разметки XML (eXtensible Markup Language).

Для решения поставленных задач требовалось выбрать инструментальную платформу проектирования, разработать базу данных для хранения информации о концептах технологических действий и их взаимосвязях, спроектировать пользовательский интерфейс программного средства, определить структуру программных модулей, реализующих метод формализованного описания технологий.

В качестве платформы для разработки программного средства были выбраны платформа Java Standard Edition (SE), среда проектирования Eclipse, язык программирования Java, система управления базами данных (СУБД) PostgreSQL, библиотека для создания графического интерфейса Swing и библиотека для визуализации графов JGraphX. В настоящее время все эти инструментальные средства разработки являются одними из наиболее передовых.

Платформа Java SE является стандартной версией платформы Java 2, предназначенная для создания и исполнения апплетов и приложений, рассчитанных как на индивидуальное пользование, так и на использование в масштабах малых и средних предприятий [137]. При этом стоит отметить, что данная платформа в основном предназначена для разработки и запуска Desktop-приложений, которые не требуют предварительной установки на рабочий компьютер для начала работы с ними. К преимуществам платформы можно отнести следующее: возможность запускать приложения под управлением большинства современных операционных систем, высокая надежность и безопасность, переносимость и высокая производительность.

Среда проектирования Eclipse позиционируется как свободная интегрированная среда разработки модульных кроссплатформенных приложений [138,139]. Она является полноценной Java IDE (Integrated Development Environment), используемой огромным сообществом разработчиков программного обеспечения и являющейся во многих организациях корпоративным стандартом для разработки приложений. Основным преимуществом настоящей среды

проектирования является возможность подключения множества расширений (модулей, плагинов и т.д.), расширяющих функционал среды для конкретных практических нужд разработчика (для работы с базами данных, серверами приложений и др.).

Язык Java отличается эффективной поддержкой парадигмы объектно-ориентированного программирования [140]. Программы на Java транслируются в байт-код, выполняемый виртуальной машиной Java (программой, обрабатывающей байтовый код и передающей инструкции оборудованию как интерпретатор). Достоинством подобного способа выполнения программ является полная независимость байт-кода от операционной системы и оборудования, что позволяет выполнять Java-приложения на любом устройстве, для которого существует соответствующая виртуальная машина. Другой важной особенностью языка Java является гибкая система безопасности благодаря тому, что исполнение программы полностью контролируется виртуальной машиной. Любые операции, которые превышают установленные полномочия программы (попытка несанкционированного доступа к данным, соединения с другим компьютером и т.д.) вызывают немедленное прерывание. Основными возможностями языка являются автоматическое управление памятью, расширенные возможности обработки исключений, богатый набор средств фильтрации ввода/вывода, широкий набор стандартных коллекций, встроенные в язык средства создания многопоточных приложений, унифицированный доступ к базам данных.

PostgreSQL является свободной объектно-реляционной СУБД [141,142]. Сильными сторонами PostgreSQL считается: поддержка баз данных практически неограниченных размеров, мощные и надёжные механизмы транзакций и репликаций, расширяемая система встроенных языков программирования, наследование и лёгкая расширяемость. Стоит отметить, что для работы непосредственно с базой данных было предпочтительным использование приёма объектно-реляционного отображения ORM (Object-Relational Mapping). Это технология программирования, которая позволяет связывать базы данных с концепциями объектно-ориентированных языков программирования, таких как

Java, и работать с таблицами базы данных как с классами, а с записями в таблицах как с объектами. Данный подход позволяет не привязывать приложение к конкретной базе данных, а использовать приложение для различных решений в области баз данных.

Swing является мощной библиотекой графических компонентов (кнопок, полей ввода, таблиц и т.д.) для создания развитого пользовательского интерфейса. Swing относится к библиотеке классов Java Foundation Classes (JFC), которая представляет собой набор библиотек для разработки графических оболочек [143]. Компоненты Swing поддерживают специфические динамически подключаемые виды и поведения, благодаря которому возможна адаптация к графическому интерфейсу платформы, т.е. к компоненту можно динамически подключить другой, специфический для операционной системы, в том числе и созданный программистом вид и поведение. Таким образом, приложения, использующие библиотеку Swing, выглядят как родные приложения для данной операционной системы. Тем самым, положительной стороной подобных компонентов является универсальность интерфейса созданных приложений на всех платформах.

JGraphX представляет собой свободно распространяемую библиотеку, написанную на Java и полностью совместимую со Swing, которая обеспечивает математический аппарат теории графов [144]. Настоящая библиотека разработана с целью визуализации различных представлений сущностей и их отношений, включая неориентированные графы, ориентированные графы, подграфы, мультиграфы, графы с параллельными дугами и т.д. К основным преимуществам JGraphX стоит отнести то, что библиотека позволяет использовать различные алгоритмы позиционирования вершин, а также создавать графы на основе широко используемых форматов, например, XML-документов.

Далее по тексту настоящей главы рассмотрено проектирование базы данных и модульных компонентов программного средства, реализующих метод формализованного описания технологий.

### 3.2. Разработка структуры базы данных программного средства

На этапе разработки программного средства были спроектированы таблицы, которые использовались для создания необходимой базы данных. Схема базы данных программного средства имеет вид, показанный на рисунке 19.

База данных имеет реляционную структуру, поэтому данные о сущностях формализованного описания технологий хранятся в виде таблиц, состоящих из строк (записей) и столбцов (полей). При реализации процесса проектирования также использовалось понятие первичного ключа, представляющего собой совокупность полей однозначно определяющих запись.

Проектирование таблиц, составляющих базу данных программного средства, проводилось в два этапа:

1) Строились объектные и связанные таблицы для описания реальных сущностей и их связей между собой;

2) Проводилась декомпозиция полученных таблиц в соответствии с правилами нормализации. В результате, каждая таблица стала соответствовать трём нормальным формам: 1NF, 2NF и 3NF [145].

Для связывания большинства таблиц проектируемой базы данных использовались отношения «один ко многим», каждое из которых изображалось графически в виде линии с обозначениями на противоположных концах «1» и «∞». В тех случаях, когда две таблицы находились в потенциальном отношении «многие-ко-многим», то для сохранения целостности данных создавались таблицы связи, состоящие, как правило, преимущественно только из идентификаторов записей двух таблиц. Примерами подобного рода таблиц в представленной схеме базы данных являются:

- Таблица «Связи\_концепты\_предшествующие\_концепты»;
- Таблица «Результирующие\_компоненты\_частных\_концептов»;
- Таблица «Связи\_концепты\_исходные\_компоненты»;
- Таблица «Связи\_концепты\_инвариантные\_компоненты»;
- Таблица «Значения\_затратных\_характеристик».

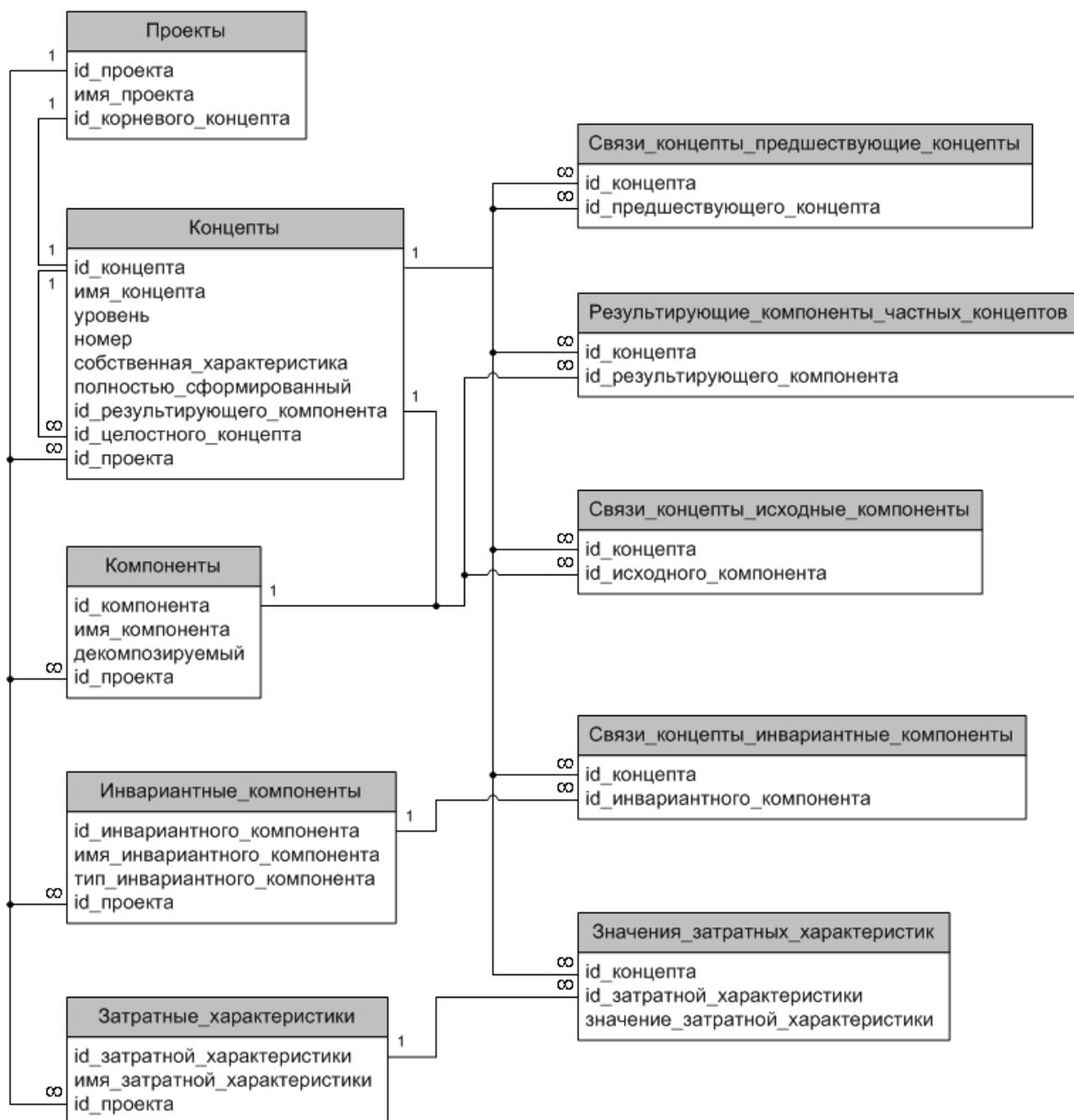


Рисунок 19. Схема базы данных программного средства

Структуру базы данных программного средства определяют таблицы. Опишем структуру каждой из них более подробно.

#### 1) Таблица «Проекты».

Таблица используется для хранения информации о проектах, содержащих формализованные описания технологий. В каждой записи этой таблицы содержатся сведения об одном проекте, т.е. об одном формализованном описании определённой технологии.

Таблица 2 – Проекты

№	Имя поля	Тип данных	Описание	Комментарий
1	id_проекта	bigint	идентификатор проекта	первичный ключ
2	имя_проекта	character varying(255)	название проекта	
3	id_корневого_концепта	bigint	идентификатор корневого концепта декомпозиционной структуры описываемой технологии	

## 2) Таблица «Концепты».

Таблица используется для хранения информации о концептах, располагающихся в узлах декомпозиционных структур описываемых технологий. В каждой записи этой таблицы содержатся сведения об одном из таких концептов.

Таблица 3 – Концепты

№	Имя поля	Тип данных	Описание	Комментарий
1	id_концепта	bigint	идентификатор концепта	первичный ключ
2	имя_концепта	character varying(255)	наименование концепта	
3	уровень	integer	уровень декомпозиционной структуры описываемой технологии, к которому относится концепт	
4	номер	integer	индекс, однозначно определяющий место концепта в декомпозиционной структуре описываемой технологии	
5	собственная характеристика	character varying(255)	постоянная характеристика, свойственная концепту	
6	полностью_сформированный	boolean	логический флаг, предназначенный для фиксации факта полной сформированности концепта	
7	id_результатирующего_компонента	bigint	идентификатор результирующего компонента концепта	
8	id_целостного_концепта	bigint	идентификатор целостного концепта для данного концепта	
9	id_проекта	bigint	идентификатор проекта	

## 3) Таблица «Компоненты».

Таблица используется для хранения информации о компонентах концептов, располагающихся в узлах декомпозиционных структур описываемых технологий. В данном случае, под компонентами подразумеваются как результирующие компоненты концептов, так и их исходные компоненты. В каждой записи этой таблицы содержатся сведения об одном определённом компоненте.

Таблица 4 – Компоненты

№	Имя поля	Тип данных	Описание	Комментарий
1	id_компонента	bigint	идентификатор компонента	первичный ключ
2	имя_компонента	character varying(255)	наименование компонента	
3	декомпозируемый	boolean	логический флаг, предназначенный для фиксации факта представления компонента одного концепта в виде совокупности компонентов других концептов	
4	id_проекта	bigint	идентификатор проекта	

## 4) Таблица «Инвариантные компоненты».

Таблица используется для хранения информации об инвариантных компонентах концептов, располагающихся в узлах декомпозиционных структур описываемых технологий. В каждой записи этой таблицы содержатся сведения об одном определённом инвариантном компоненте.

Таблица 5 – Инвариантные компоненты

№	Имя поля	Тип данных	Описание	Комментарий
1	id_инвариантного_компонента	bigint	идентификатор инвариантного компонента	первичный ключ
2	имя_инвариантного_компонента	character varying(255)	наименование инвариантного компонента	
3	тип_инвариантного_компонента	character varying(255)	тип инвариантного компонента	
4	id_проекта	bigint	идентификатор проекта	

## 5) Таблица «Затратные характеристики».

Таблица используется для хранения информации о затратных характеристиках концептов, располагающихся в узлах декомпозиционных структур описываемых технологий. В каждой записи этой таблицы содержатся сведения об одной затратной характеристике.

Таблица 6 – Затратные характеристики

№	Имя поля	Тип данных	Описание	Комментарий
1	id_затратной_характеристики	bigint	идентификатор затратной характеристики	первичный ключ
2	имя_затратной_характеристики	character varying(255)	наименование затратной характеристики	
3	id_проекта	bigint	идентификатор проекта	

## 6) Таблица «Связи\_концепты\_предшествующие\_концепты».

Таблица используется для хранения информации о связях частных концептов одного уровня декомпозиции, что отождествляется с установлением между ними отношения непосредственного предшествования. В каждой записи этой таблицы содержатся сведения об одной бинарной связи частных концептов одного уровня декомпозиции.

Таблица 7 – Связи\_концепты\_предшествующие\_концепты

№	Имя поля	Тип данных	Описание	Комментарий
1	id_концепта	bigint	идентификатор частного концепта	первичный ключ
2	id_предшествующего_концепта	bigint	идентификатор предшествующего частного концепта	первичный ключ

## 7) Таблица «Результирующие\_компоненты\_частных\_концептов».

Таблица используется для хранения информации о связях частных концептов одного уровня декомпозиции с их результирующими компонентами. В каждой записи этой таблицы содержатся сведения об одной подобной бинарной связи.

Таблица 8 – Результирующие\_компоненты\_частных\_концептов

№	Имя поля	Тип данных	Описание	Комментарий
1	id_концепта	bigint	идентификатор частного концепта	первичный ключ
2	id_результующего_компонента	bigint	идентификатор результирующего компонента частного концепта	первичный ключ

## 8) Таблица «Связи\_концепты\_исходные\_компоненты».

Таблица используется для хранения информации о связях частных концептов определённого уровня декомпозиции с их исходными компонентами. В каждой записи этой таблицы содержатся сведения об одной подобной бинарной связи.

Таблица 9 – Связи\_концепты\_исходные\_компоненты

№	Имя поля	Тип данных	Описание	Комментарий
1	id_концепта	bigint	идентификатор частного концепта	первичный ключ
2	id_исходного_компонента	bigint	идентификатор исходного компонента частного концепта	первичный ключ

## 9) Таблица «Связи\_концепты\_инвариантные\_компоненты».

Таблица используется для хранения информации о связях частных концептов определённого уровня декомпозиции с их инвариантными компонентами. В каждой записи этой таблицы содержатся сведения об одной подобной бинарной связи.

Таблица 10 – Связи\_концепты\_инвариантные\_компоненты

№	Имя поля	Тип данных	Описание	Комментарий
1	id_концепта	bigint	идентификатор частного концепта	первичный ключ
2	id_инвариантного_компонента	bigint	идентификатор инвариантного компонента частного концепта	первичный ключ

## 10) Таблица «Значения\_затратных\_характеристик».

Таблица используется для хранения информации о связях частных концептов определённого уровня декомпозиции с их затратными

характеристиками, с возможностью учёта конкретных числовых значений этих затратных характеристик. В каждой записи этой таблицы содержатся сведения об одной подобной бинарной связи, что дополнено сведениями об одном числовом значении соответствующей затратной характеристики.

Таблица 11 – Значения\_затратных\_характеристик

№	Имя поля	Тип данных	Описание	Комментарий
1	id_концепта	bigint	идентификатор частного концепта	первичный ключ
2	id_затратной_характеристики	bigint	идентификатор затратной характеристики частного концепта	первичный ключ
3	значение_затратной_характеристики	integer	числовое значение затратной характеристики	

### 3.3. Разработка архитектуры программного средства

Для программной реализации метода формализованного описания технологий была разработана архитектура программного средства, имеющего определённые функциональные возможности (п. 3.1) и работающего с базой данных программного средства (п. 3.2), разработаны программные модули, написан и отлажен программный код.

В соответствии с задачами, которые решает программное средство, разработана его модульная структура и схема потоков данных, представленная на рисунке 20.

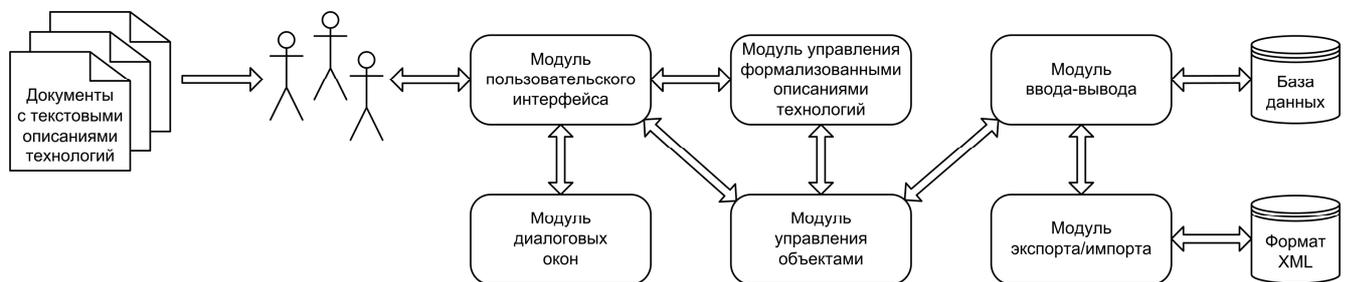


Рисунок 20. Схема потоков данных

Архитектуру разработанного программного средства определяют модули. Опишем назначение каждого из них более подробно.

### 1) Модуль пользовательского интерфейса.

Модуль предоставляет пользователю возможности по управлению программным средством с помощью графических компонентов в виде кнопок, расположенных в правой части рабочего окна программы; позволяет пользователю осуществлять ввод, редактирование и удаление данных; позволяет пользователю получать информацию о структуре проектируемого формализованного описания определённой технологии в двух режимах просмотра: основного вида каждой из унифицированных декомпозиционных конструкций и общего вида всей декомпозиционной структуры технологии.

### 2) Модуль диалоговых окон.

Модуль отвечает за отображение вспомогательных диалоговых окон и за реализацию механизмов их программного взаимодействия с главной пользовательской формой.

### 3) Модуль управления формализованными описаниями технологий.

Модуль определяет реализацию основных алгоритмов управления (формирование, структуризацию и обработку) онтологическими представлениями технологий, в том числе включая все алгоритмы, реализующие метод построения формализованного описания технологий.

### 4) Модуль управления объектами.

Модуль обеспечивает работу с сущностями онтологических представлений технологий, как с объектами, и позволяет абстрагироваться от структуры хранения соответствующей информации в базе данных.

### 5) Модуль ввода-вывода.

Модуль отвечает за сохранение всех сведений о созданных или изменённых формализованных описаниях технологий в соответствующие таблицы базы данных, а также обеспечивает загрузку необходимых онтологических представлений технологий и всей сопряженной информации из базы данных.

### 6) Модуль экспорта/импорта.

Модуль позволяет экспортировать, т.е. сохранять, формализованные описания технологий в широко известном и используемом в практических целях

формате языка разметки XML, что позволяет работать с созданными онтологическими представлениями технологий другим программным продуктам, поддерживающим этот формат. Также с использованием этого модуля является возможным импортировать, т.е. загружать, формализованные описания технологий, которые подготовлены либо этим же программным средством, но установленном на других рабочих станциях, либо иными программными продуктами, поддерживающими формат XML-документов. Тем самым, посредством настоящего модуля экспорта/импорта обеспечивается универсальная переносимость полученных результатов проектирования.

Блок-схема обобщённого алгоритма функционирования программного средства изображена на рисунке 21.

Наиболее весомое значение при реализации обобщенного алгоритма имеют модуль пользовательского интерфейса и модуль управления формализованными описаниями технологий. Остальные модули предназначены для выполнения вспомогательных операций (модуль диалоговых окон), посреднических функций (модуль ввода-вывода) и дополнительных опций (модуль экспорта/импорта).

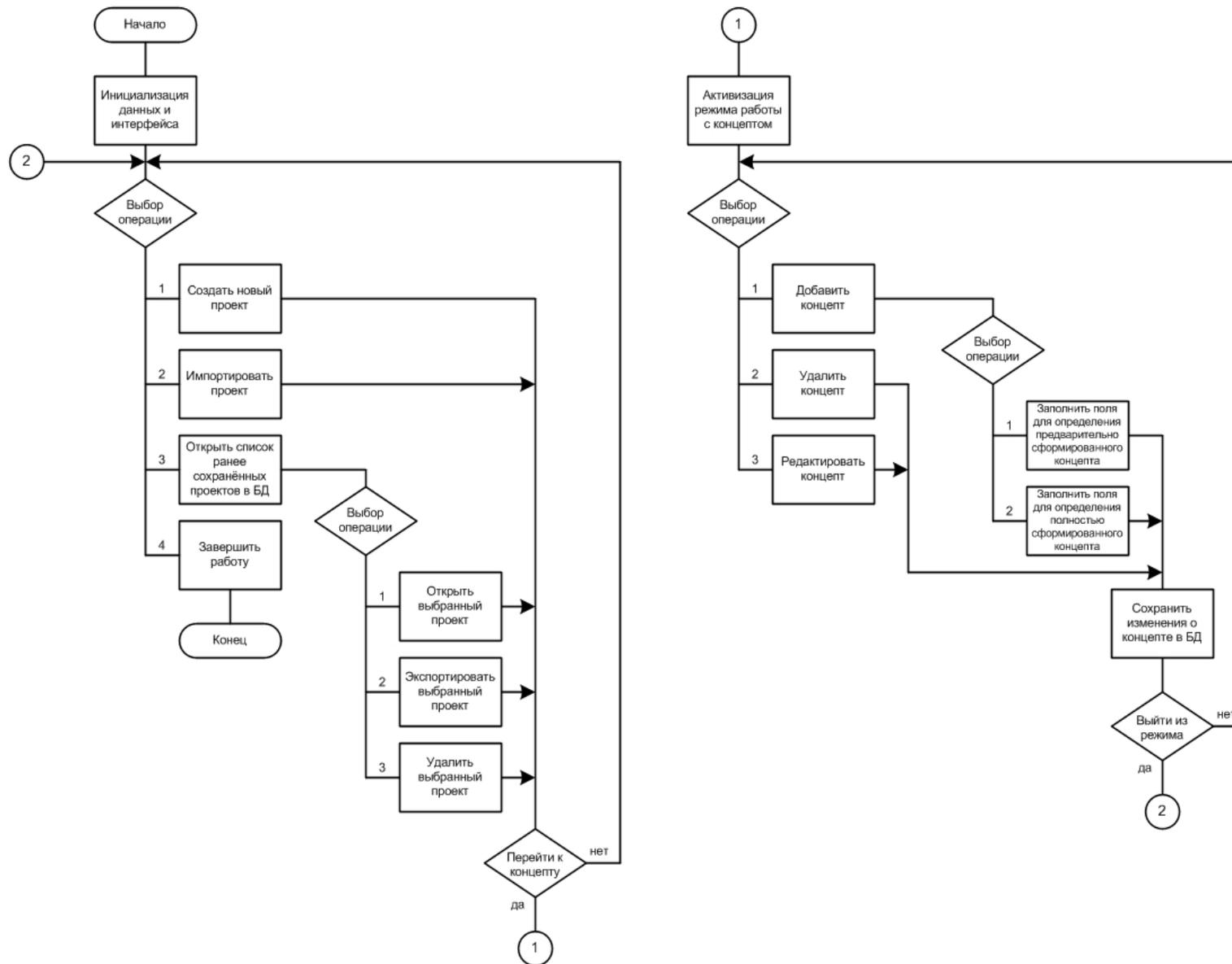


Рисунок 21. Блок-схема обобщённого алгоритма функционирования программного средства

### 3.4. Описание процедуры работы с программным средством

Разработанное в настоящей диссертационной работе программное средство OntoTechnology [146] (см. приложение Б), реализуя новые возможности, связанные с автоматизацией процесса построения формализованных описаний технологий, поддерживает процедуру построения онтологических представлений технологий путём непосредственного участия эксперта в определении первоначальной степени содержательной сформированности каждого из концептов технологических действий с явным указанием их месторасположения в узлах декомпозиционных структур технологий.

В дальнейшем по тексту данного пункта настоящей главы рассмотрено выполнение основных операций программного средства OntoTechnology с использованием возможностей разработанного пользовательского интерфейса.

При запуске программного средства появляется стартовое окно (рисунок 22), которое содержит следующие интерфейсные элементы:

- рамочную панель «Проект» с активными кнопками «Создать», «Открыть», «Импортировать»;
- рамочную панель «Концепт» с не активными кнопками «Добавить», «Удалить», «Редактировать»;
- информационную строку, содержащую сведения об уровне декомпозиции частного концепта «Уровень:» и об имени целостного концепта для данного частного концепта «Целостный концепт уровня:»;
- прямоугольную область для графического отображения декомпозиционных структур описываемых технологий либо целиком, либо фрагментарно (под упомянутой информационной строкой);

Все эти элементы интерфейса пользователя располагаются на вкладке «Основной вид», позволяющей осуществлять просмотр только отдельных унифицированных декомпозиционных конструкций.

Вкладка же «Общий вид» содержит исключительно прямоугольную рамку, предназначенную уже для просмотра декомпозиционных структур технологий в текущем состоянии процесса проектирования (рисунок 37).

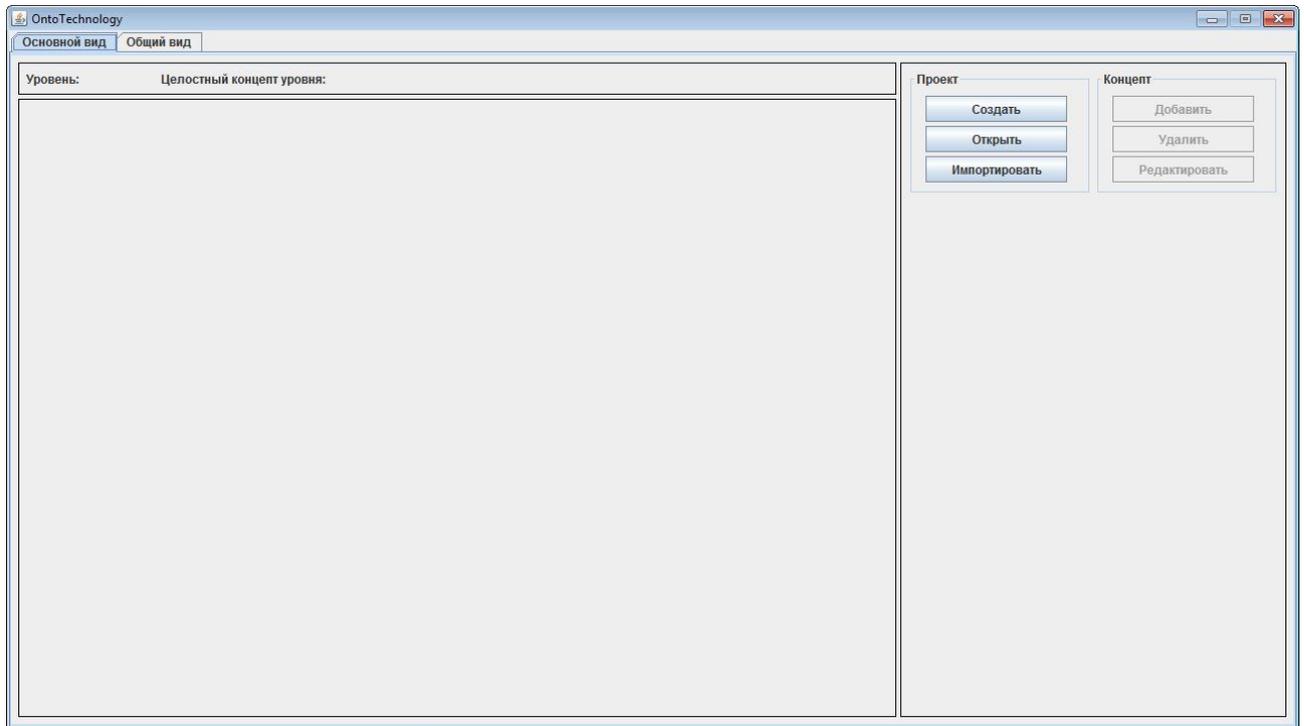


Рисунок 22. Стартовое окно программного средства OntoTechnology

Не активность кнопок рамочной панели «Концепт», не заполненность полей информационной строки и пустота прямоугольной области для графического отображения результатов проектирования объясняется тем, что ещё не загружен ни один из проектов и, как следствие, не определён ни один из концептов текущего онтологического представления технологии.

Процесс загрузки проекта в программное средство осуществляется тремя возможными вариантами:

1) Нажатием кнопки «Создать» в панели «Проект». При этом появляется диалоговое окно «Создать проект» (рисунок 23), которое содержит три поля для ввода. В поле «Название проекта» пользователем вводится имя проекта, а в поля «Затратные характеристики» и «Инвариантные компоненты» поочерёдно пользователем заносятся наименования всех тех затратных характеристик и инвариантных компонентов соответственно, которые характеризуют каждый из

концептов технологических действий, располагающихся в узлах декомпозиционной структуры описываемой технологии.

В качестве примера на рисунке 23 указано имя проекта как «Технология изготовления мужского пиджака», наименование одной затратной характеристики как «Временная продолжительность» и наименования двух групп инвариантных компонентов как «Оборудование. Инструменты. Приспособления» и «Квалификация работников».

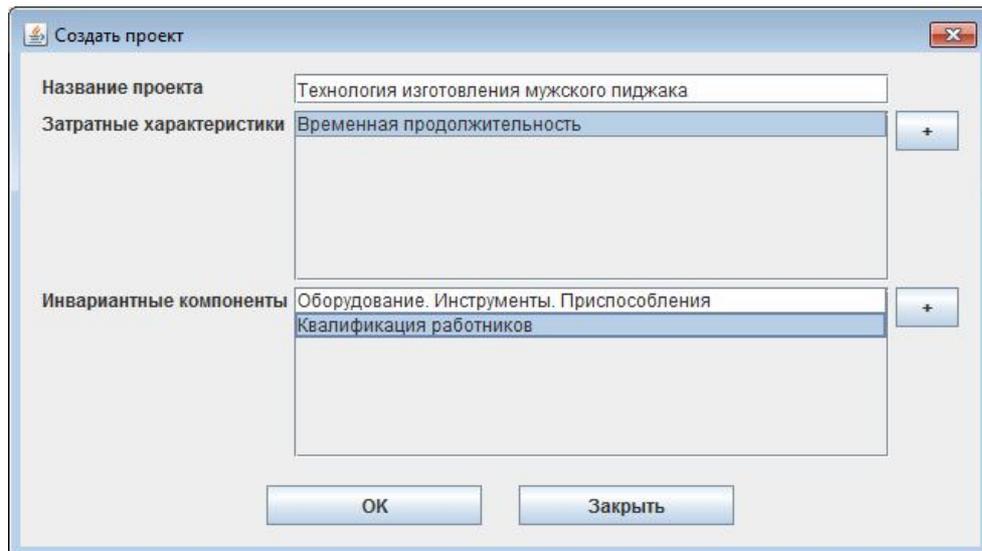


Рисунок 23. Диалоговое окно «Создать проект»

2) Нажатием кнопки «Открыть» в панели «Проект». При этом появляется диалоговое окно «Список проектов» (рисунок 24), которое предлагает пользователю выбрать из перечня ранее сохранённых проектов в базе данных необходимый проект. Для открытия выбранного проекта и последующей его загрузки в программное средство из базы данных необходимо нажать на кнопку «Открыть».

В случае необходимости выбранный проект можно удалить, что реализуется путём нажатия кнопки «Удалить», при этом происходят соответствующие изменения в базе данных.

Также возможно осуществить экспорт выбранного проекта, что реализуется посредством нажатия на кнопку «Экспортировать», при этом происходит выгрузка всех сведений о проекте из базы данных в файл формата XML.

В примере (рисунок 24) все операции производятся над проектом под названием «Технология изготовления мужского пиджака».

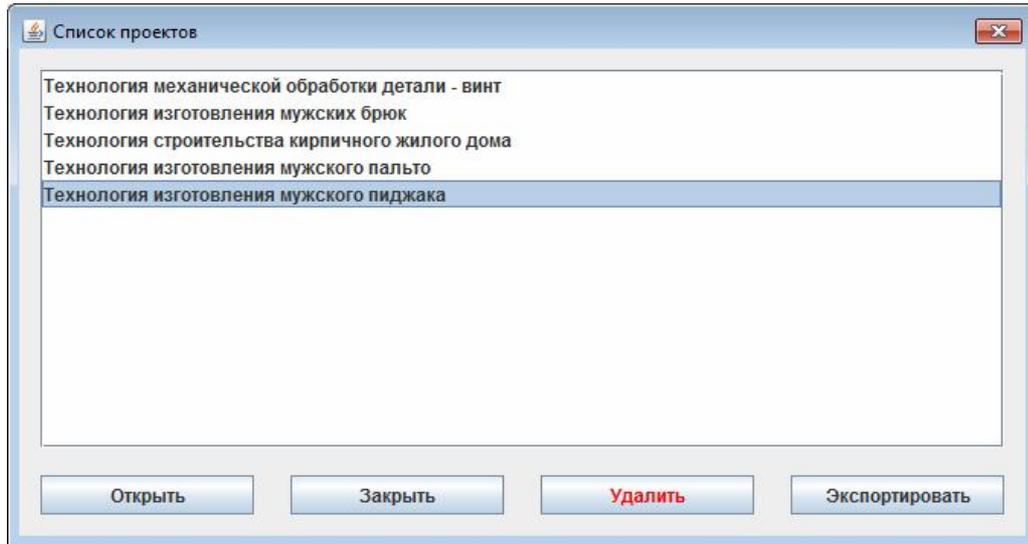


Рисунок 24. Диалоговое окно «Список проектов»

3) Нажатием кнопки «Импортировать» в панели «Проект». При этом появляется диалоговое окно «Список файлов» (рисунок 25), которое предлагает пользователю выбрать из перечня XML-документов рабочей папки OntoTechnology одноимённого программного средства необходимый файл. После выбора требуемого файла и нажатия кнопки «Открыть», он помещается в базу данных в качестве проекта (см. рисунок 24).

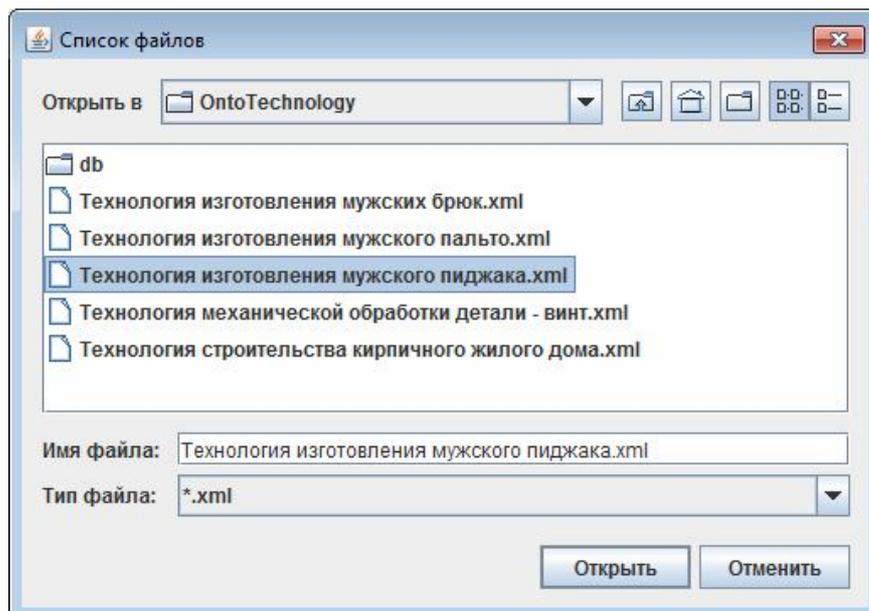


Рисунок 25. Диалоговое окно «Список файлов»

Вновь в качестве примера на рисунке 25 указано имя файла как «Технология изготовления мужского пиджака».

После загрузки проекта в программное средство можно приступить к полноценной работе с ним, о чём свидетельствует активизация кнопок в панели «Концепт». Общим случаем процесса проектирования, является тот вариант, когда декомпозиционная структура технологии начинает строиться «с нуля», т.е. с корневого узла, в котором располагается корневое представление технологии в виде соответствующего концепта технологического действия. В этой связи рассмотрим этот вариант более подробно.

При нажатии кнопки «Добавить» в панели «Концепт» появляется диалоговое окно «Добавить концепт» (рисунок 26). Оно предназначено для определения пользователем первоначальной степени содержательной сформированности концептов в ручном режиме.

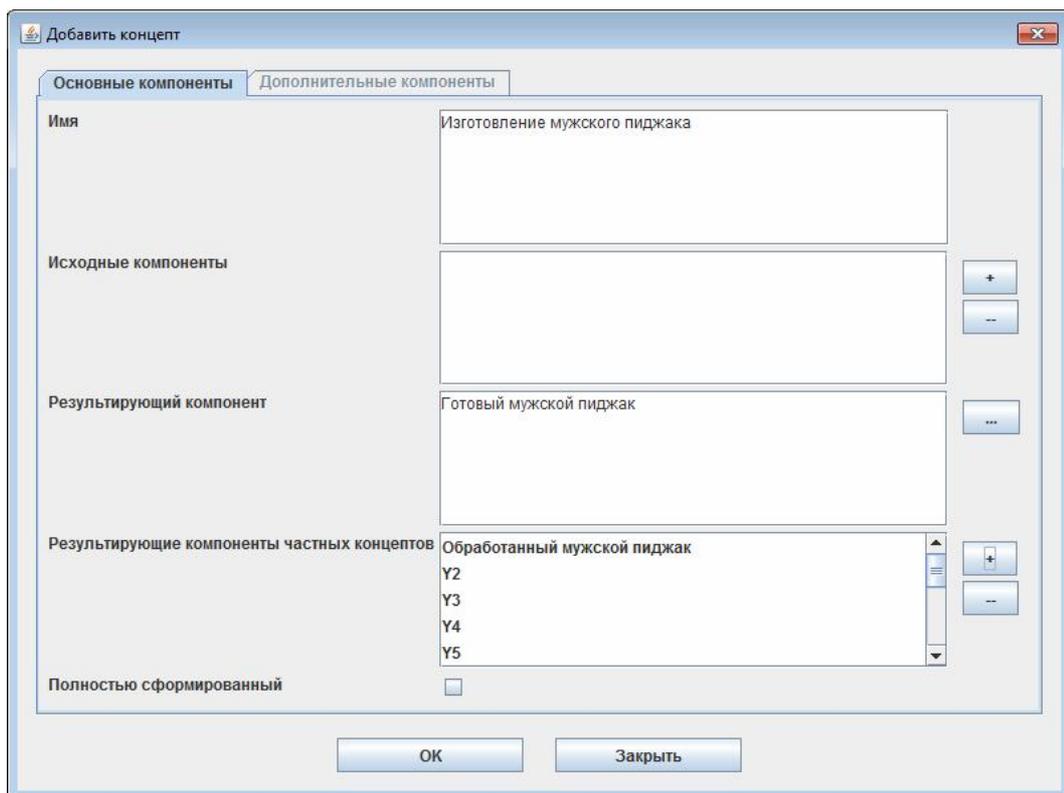


Рисунок 26. Диалоговое окно «Добавить концепт»

Поскольку в конкретном случае речь идёт о создании декомпозиционной структуры технологии изготовления мужского пиджака «с нуля», то в её корневом узле располагается предварительно сформированный концепт. Для

подобного концепта пользователь заполняет следующие поля: «Имя», «Результирующий компонент» и «Результирующие компоненты частных концептов». В поле «Имя» вносится значение «Изготовление мужского пиджака». Для внесения значения в поле «Результирующий компонент» необходимо нажать кнопку «». После этого появляется диалоговое окно «Добавить результирующий компонент» (рисунок 27), в котором имеется поле для ввода пользователем наименования результирующего компонента. Подобным образом введенное значение «Готовый мужской пиджак» и одобрено нажатием кнопки «ОК» данного диалогового окна отображается в поле «Результирующий компонент» диалогового окна «Добавить концепт» (см. рисунок 26).

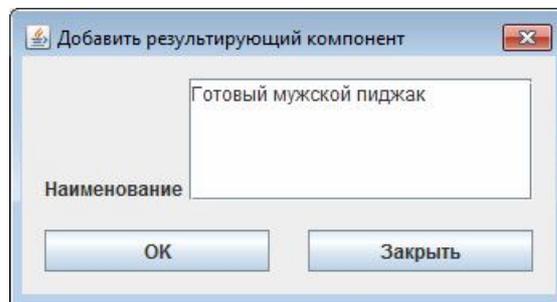


Рисунок 27. Диалоговое окно «Добавить результирующий компонент»

Для внесения значений в поле «Результирующие компоненты частных концептов» необходимо нажать кнопку «», после чего появляется диалоговое окно «Добавить результирующий компонент частного концепта» (рисунок 28). Внешним видом интерфейсных форм оно в точности повторяет диалоговое окно «Добавить результирующий компонент» (см. рисунок 27). Таким же образом реализуется ввод пользователем всех результирующих компонентов частных концептов, при этом весь их перечень можно просмотреть в поле «Результирующие компоненты частных концептов» диалогового окна «Добавить концепт» (см. рисунок 26), которое содержит следующие значения, введенные поочередно в соответствии с таблицей П.А.1: «Обработанный мужской пиджак», «Y2», «Y3» и т.д. вплоть до «Y13».

После заполнения выше обозначенных полей, расположенных на вкладке «Основные компоненты» диалогового окна «Добавить концепт» (см. рисунок 26),

обсуждаемый корневой концепт становится предварительно сформированным и отображается в графической области в виде красного прямоугольника (рисунок 36).

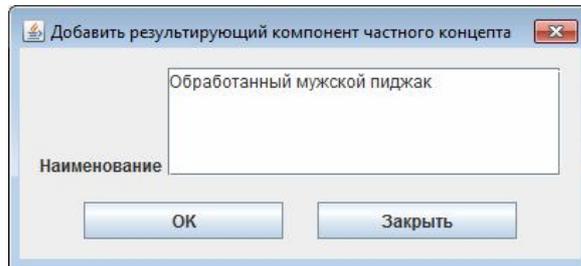


Рисунок 28. Диалоговое окно «Добавить результирующий компонент частного концепта»

В дальнейшем, выделив в графической области предварительно сформированный концепт «Изготовление мужского пиджака» и нажав кнопку «Добавить» в панели «Концепт», происходит добавление к нему одного из частных концептов. В соответствии с таблицей П.А.1. начальным концептом уровня декомпозиции предварительно сформированного целостного концепта «Изготовления мужского пиджака» является частный предварительно сформированный концепт «Монтаж».

Процедура заполнения полей частного концепта «Монтаж» аналогична процедуре, проведённой с целостным концептом «Изготовления мужского пиджака». Исключение составляет только заполнения поля «Результирующий компонент», поскольку при нажатии на кнопку «» возникает диалоговое окно «Список результирующих компонентов» иной формы (рисунок 29).

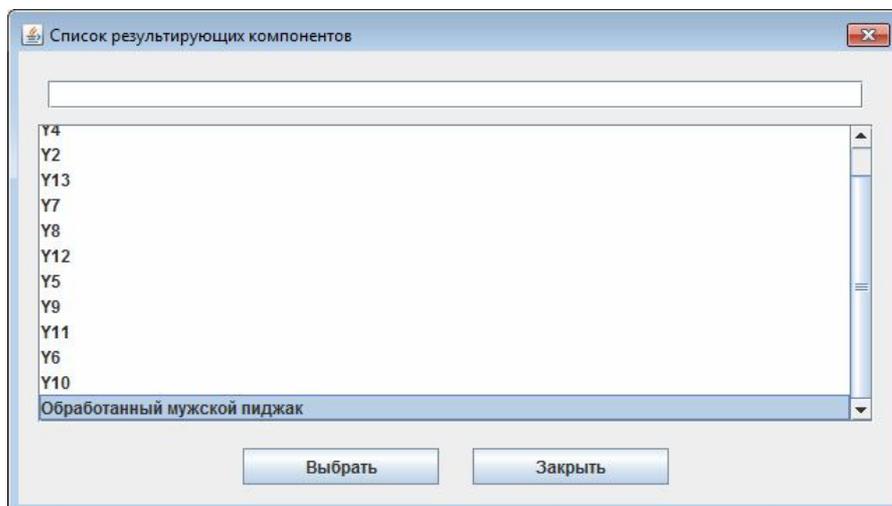


Рисунок 29. Диалоговое окно «Список результирующих компонентов»

Теперь уже из этого перечня выбирается результирующий компонент «Обработанный мужской пиджак» для частного концепта «Монтаж». Формирование же этого списка результирующих компонентов обсуждался выше (см. рисунок 26 и рисунок 28).

Поскольку добавленный частный концепт «Монтаж» является предварительно сформированным, то он также, как и целостный концепт «Изготовления мужского пиджака», отображается в графической области в виде прямоугольника красного цвета (рисунок 36).

Следующим частным концептом данного уровня декомпозиции, согласно таблице П.А.1., является полностью сформированный концепт «Приютюживание полочек». В этой связи в процедуре определения подобной степени содержательной сформированности настоящего концепта задействуются поля обеих вкладок «Основные компоненты» и «Дополнительные компоненты» диалогового окна «Добавить концепт» (рисунок 30 и рисунок 31 соответственно).

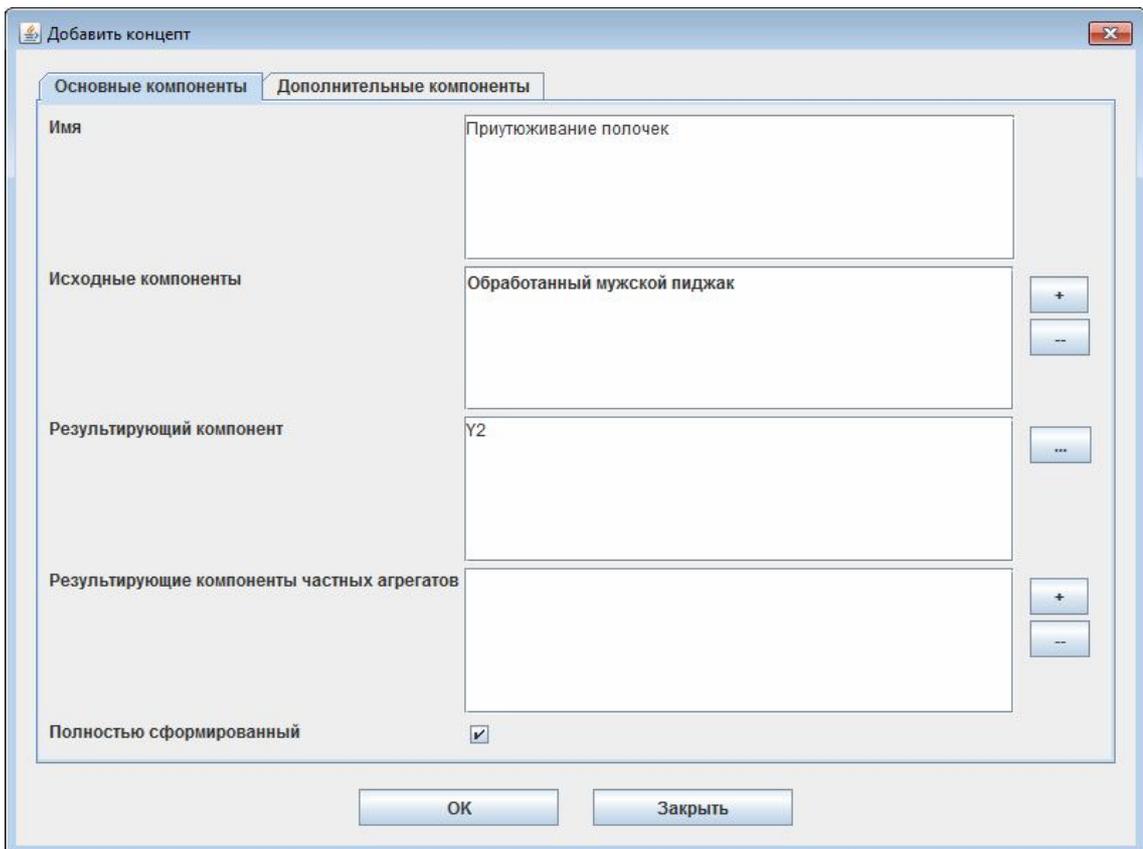


Рисунок 30. Вкладка «Основные компоненты» диалогового окна «Добавить концепт»

Как видно из рисунка 30 пользователем определены поля «Имя», «Результирующий компонент» и «Исходные компоненты». В поле «Имя» указано значение «Приютюживание полочек». Для заполнения поля «Результирующий компонент» необходимо также нажать кнопку «», после чего возникает диалоговое окно «Список результирующих компонентов» (рисунок 31) аналогичной формы, представленной на рисунке 29.

Разница же этих диалоговых окон заключается в предлагаемых результирующих компонентах для выбора. На рисунке 31 по сравнению с рисунком 29 уже отсутствует «Обработанный мужской пиджак», который уже является результирующим компонентом для предварительно сформированного частного концепта «Монтаж» и, как следствие, не может быть использован вновь для других частных концептов данного уровня декомпозиции. В этой связи для частного концепта «Приютюживание полочек» выбирается свой результирующий компонент «Y2», что находит отражение в соответствующем поле диалогового окна «Добавить концепт» (см. рисунок 30).

Нетрудно заметить, что на рисунке 30 поставлен флаг «Полностью сформированный». Это означает, что возникает запрет на ввод значений в поле «Результирующие компоненты частных концептов», но в то же время снимается запрет на внесение значений в поле «Исходные компоненты» и активизируется вкладка «Дополнительные компоненты».

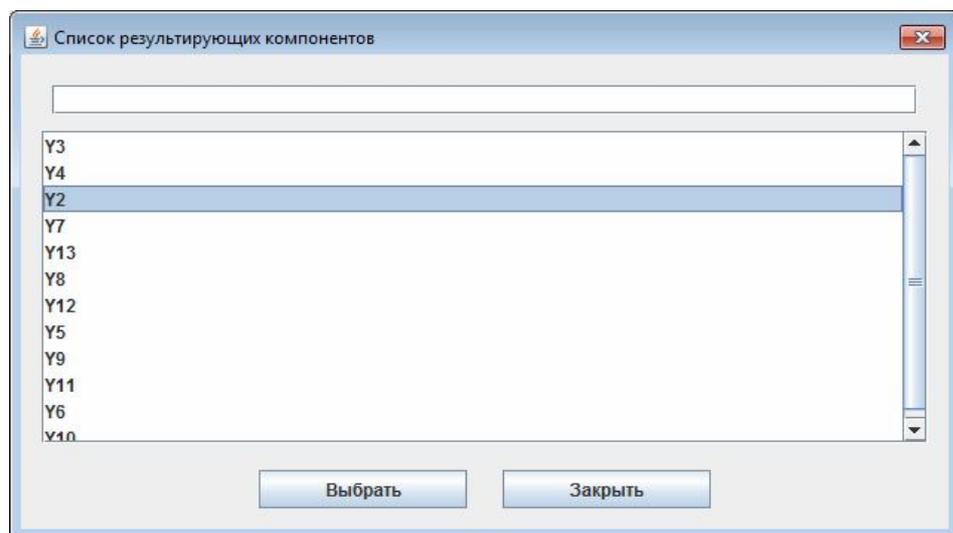


Рисунок 31. Диалоговое окно «Список результирующих компонентов»

Для заполнения поля «Исходные компоненты» необходимо нажать кнопку «», после чего появляется диалоговое окно «Список исходных компонентов» (рисунок 32), в котором из перечня исходных компонентов выбирается требуемый исходный компонент. В данном примере этим исходным компонентом является «Обработанный мужской пиджак», который поступает с выхода частного концепта «Монтаж» на вход частного концепта «Приютюживание полочек». Тем самым, выбранное значение «Обработанный мужской пиджак» помещается в поле «Исходные компоненты» вкладки «Основные компоненты» диалогового окна «Добавить концепт» (см. рисунок 30).

Стоит отметить, что в общем случае в качестве исходных компонентов для концептов может являться ряд компонентов, причём некоторые из них могут вовсе не являться результирующими компонентами иных концептов данного уровня декомпозиции. Для ввода подобного рода исходных компонентов используется диалоговое окно «Добавить исходный компонент», которое появляется после нажатия кнопки «Добавить» в диалоговом окне «Список исходных компонентов» (см. рисунок 32)

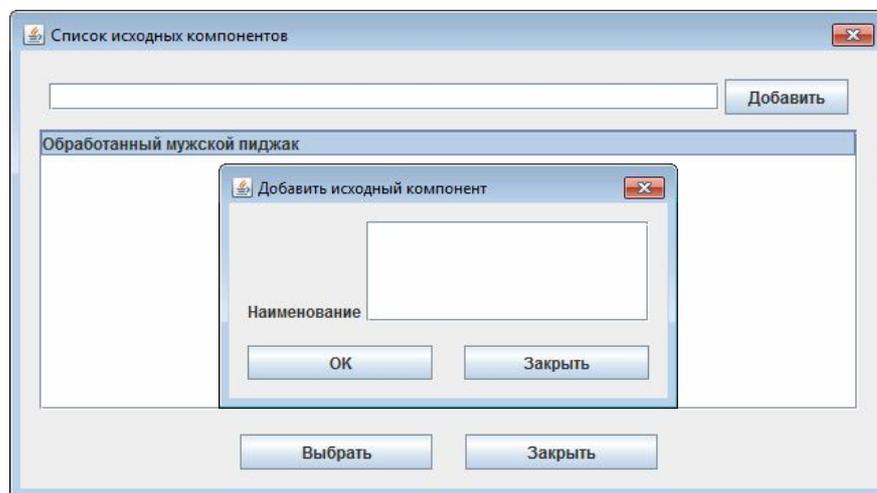


Рисунок 32. Диалоговые окна «Список исходных компонентов» и «Добавить исходный компонент»

Обратимся к рисунку 33, где на вкладке «Дополнительные компоненты» диалогового окна «Добавить концепт» располагаются поля «Оборудование. Инструменты. Приспособления», «Квалификация работников», «Временная продолжительность» и «Собственные характеристики».

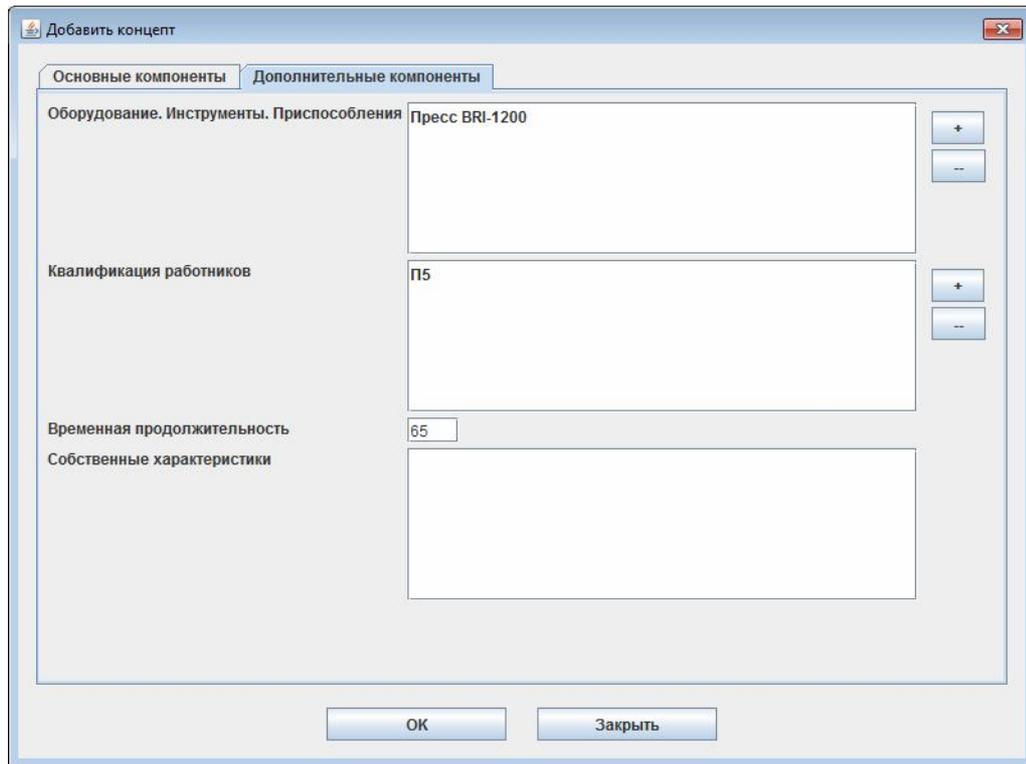


Рисунок 33. Вкладка «Дополнительные компоненты» диалогового окна «Добавить концепт»

Для заполнения поля «Оборудование. Инструменты. Приспособления» необходимо нажать кнопку «», после чего появляется диалоговое окно «Выбор инвариантных компонентов (Оборудование. Инструменты. Приспособления)» (рисунок 34), в котором из перечня инвариантных компонентов указывается требуемый инвариантный компонент. В данном примере в качестве этого выбранного инвариантного компонента выступает «Пресс BRI-1200». В том случае, если необходимо пополнить этот список иными инвариантными компонентами, то это реализуется нажатием кнопки «Добавить». После чего появляется соответствующее диалоговое окно «Добавить инвариантный компонент» (см. рисунок 34). Таким образом, значения выбранных инвариантных компонентов помещаются в поле «Оборудование. Инструменты. Приспособления» вкладки «Дополнительные компоненты» диалогового окна «Добавить концепт» (см. рисунок 33).

Процедура заполнения поля «Квалификация работников» полностью аналогична процедуре заполнения поля «Оборудование. Инструменты. Приспособления», что отражено на рисунке 35 и на рисунке 33.

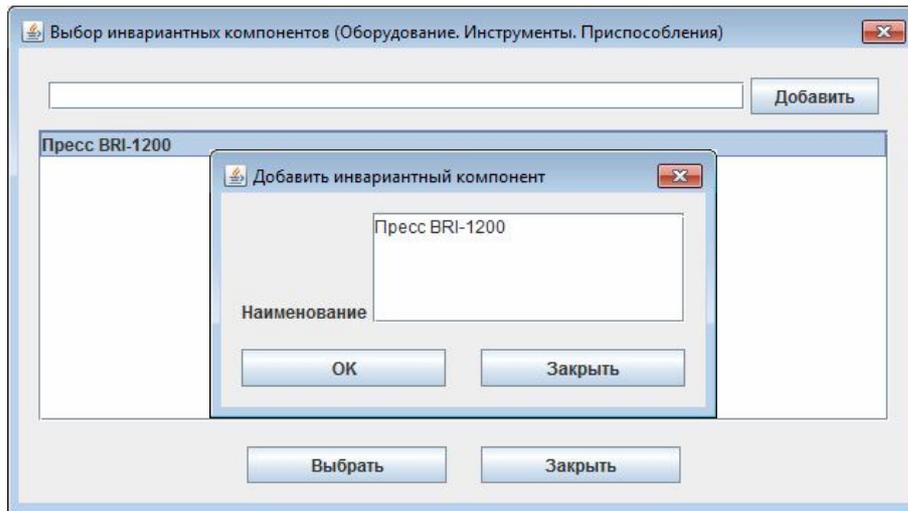


Рисунок 34. Диалоговые окна «Выбор инвариантных компонентов (Оборудование. Инструменты. Приспособления)» и «Добавить инвариантный компонент»

Для заполнения поля «Временная продолжительность» используются числовые значения. Поле же «Собственные характеристики» может как заполняться пользователем, так и оставаться пустым.

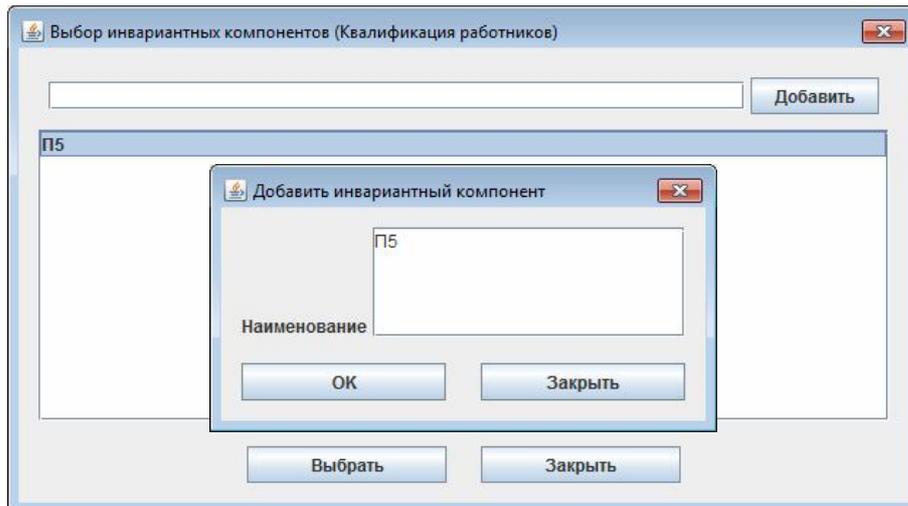


Рисунок 35. Диалоговые окна «Выбор инвариантных компонентов (Квалификация работников)» и «Добавить инвариантный компонент»

На этом процедура определения содержательной сформированности полностью сформированного концепта «Приютюживание полочек» является законченной. По аналогичному сценарию всё то же самое прodelывается и для следующего частного концепта «Приютюживание боковых швов» данного уровня декомпозиции, поскольку согласно табл. П.А.1., он является полностью сформированным. Этот промежуточный итоговый результат процесса проектирования декомпозиционной структуры технологии изготовления

мужского пиджака просматривается в графической области отображения, расположенной на вкладке «Основной вид» (рисунок 36). Для более развёрнутого просмотра предназначена графическая область отображения вкладки «Общий вид» (рисунок 37).

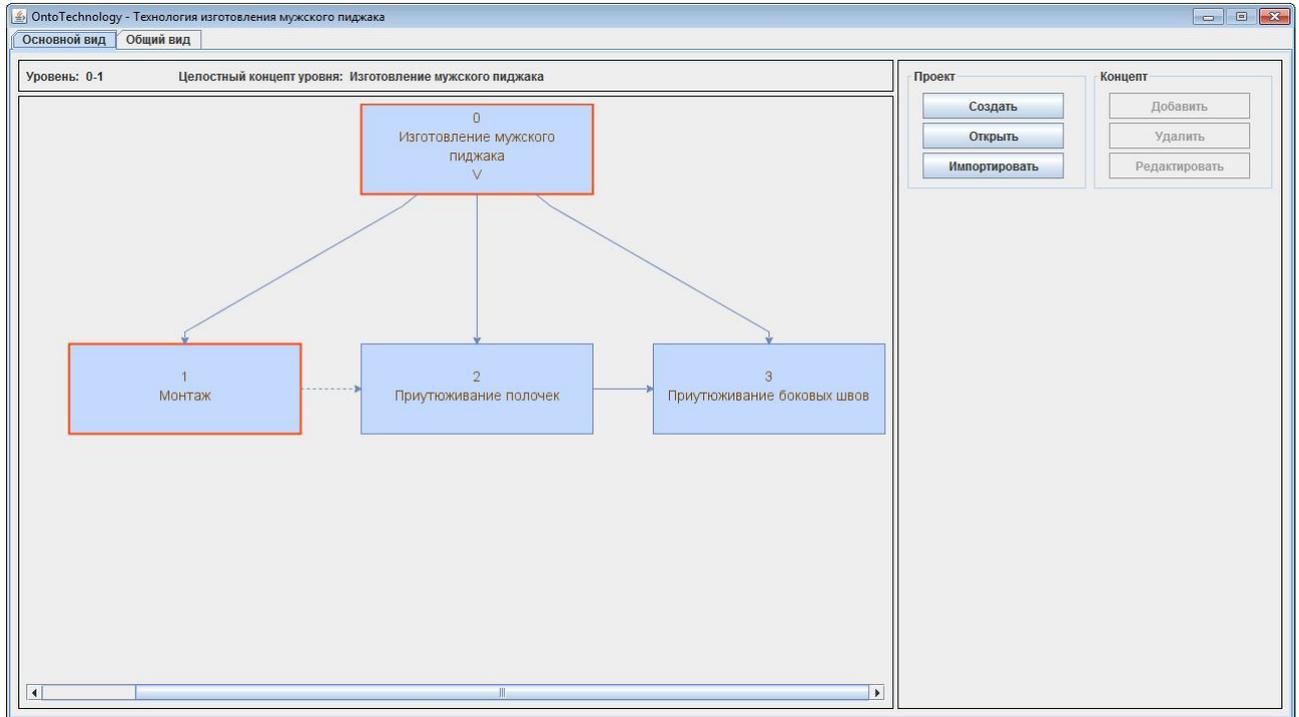


Рисунок 36. Вкладка «Основной вид»

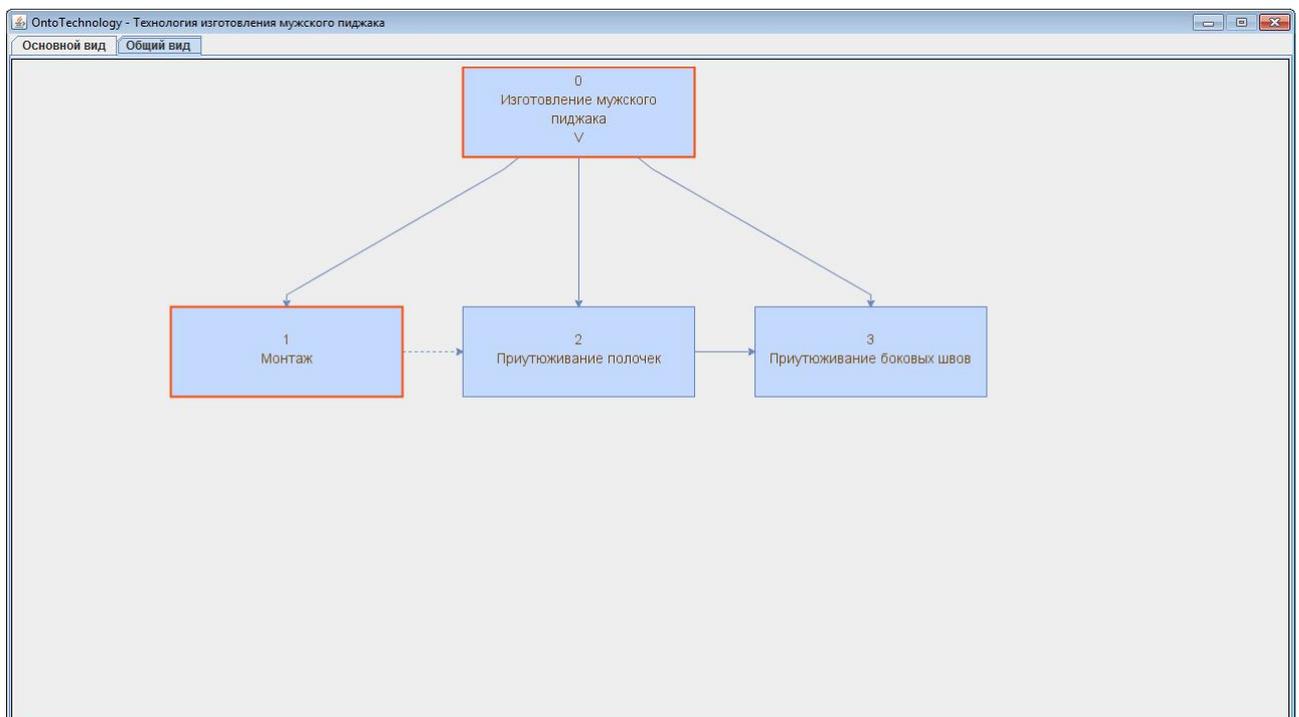


Рисунок 37. Вкладка «Общий вид»

При возникновении потребности в удалении концепта из соответствующего узла декомпозиционной структуры описываемой технологии, его необходимо выделить в графической области отображения и нажать кнопку «Удалить» в панели «Концепт».

Для редактирования концептов предусмотрено специальное одноимённое диалоговое окно, которое появляется в результате выделения определённого концепта и нажатия кнопки «Редактировать» в панели «Концепт». Внешний вид настоящего диалогового окна в точности повторяет внешний вид диалогового окна «Добавить концепт» (см. рисунок 26, рисунок 30 и рисунок 33). Особенность заключается в том, что помимо правки полей концепта, можно осуществить смену типов концептов, управляя флагом «Полностью сформированный». Однако это возможность реализуема только до этапа восходящего проектирования унифицированных декомпозиционных конструкций, в которых так или иначе задействуются редактируемые концепты. Реализация поэтапных алгоритмических процедур построения унифицированных декомпозиционных конструкций онтологических представлений технологий и их результаты рассмотрены и обсуждены на конкретном примере в главе 4.

### **Выводы по главе 3**

В главе описано разработанное программное средство, реализующее построение формализованного описания технологий в соответствии с положениями разработанного метода. Разработанное программное средство *OntoTechnology* обеспечивает выполнение следующих основных операций с онтологическими представлениями технологий:

- Создание нового проекта, загрузка ранее сохранённого проекта, удаление проекта, содержащего формализованное описание технологии;
- Добавление, редактирование, удаление концептов технологических действий, располагающихся в узлах декомпозиционных структур технологий;

- Определение первоначальной степени содержательной сформированности каждого из концептов технологических действий;
- Управление количеством частных концептов в рамках унифицированных декомпозиционных конструкций на основе сформированных признаков декомпозиции;
- Автоматическое установление взаимосвязей между полностью сформированными частными концептами в рамках унифицированных декомпозиционных конструкций;
- Автоматическое определение полной сформированности целостного концепта в рамках унифицированных декомпозиционных конструкций;
- Отображение результатов проектирования при помощи библиотеки визуализации графов JGraphX;
- Импорт и экспорт проектов в формате языка разметки XML.

## ГЛАВА 4. ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

### 4.1. Экспериментальное построение формализованного описания технологий

Согласно тексту введения настоящей диссертационной работы, объектом исследования являются технологии, ориентированные на материальное производство. Реализация современных технологий производства продукции не мыслима как вне рамок конкретных промышленных предприятий (заводов, фабрик и т.д.), каждое из которых имеет определённую отраслевую направленность, и производственных лабораторий, так и без участия квалифицированной рабочей силы. В данной диссертационной работе для апробирования полученных результатов, как отмечается в главе 1, могут быть использованы технологии швейного производства, значительная часть технологий строительства и технологий машиностроения.

На рисунке 38 представлены технологические последовательности механической обработки детали типа «Винт» (слева) [147] и строительства кирпичного жилого дома (справа) [148]. На рисунках 39-41 приведены технологические последовательности изготовления мужских брюк, мужского пальто и мужского пиджака соответственно [149]. Провести исследование процесса экспериментального построения формализованного описания технологий, в том числе, с помощью разработанного программного средства OntoTechnology, предлагается на примере одной из этих технологий – технологии изготовления мужского пиджака, как наиболее трудоёмкого из представленных технологических процессов. Составленные табличные представления данной технологии, которые в полной мере соотносятся с её альтернативным стандартизированным текстовым описанием [149], приведены в приложении А «Табличные представления формализованных описаний технологий».

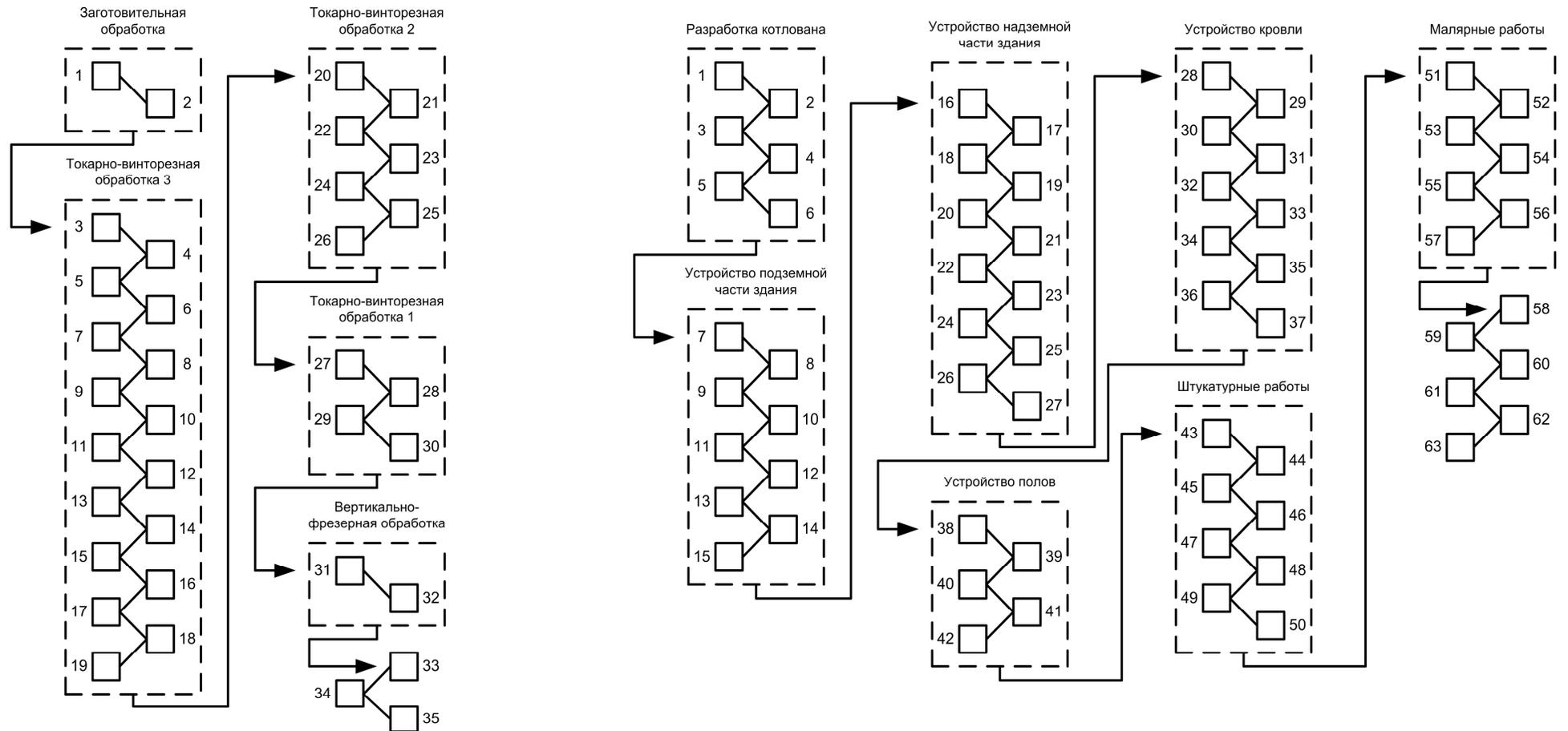


Рисунок 38. Технологическая последовательность механической обработки детали типа «Винт» (слева) и технологическая последовательность строительства кирпичного жилого дома (справа)

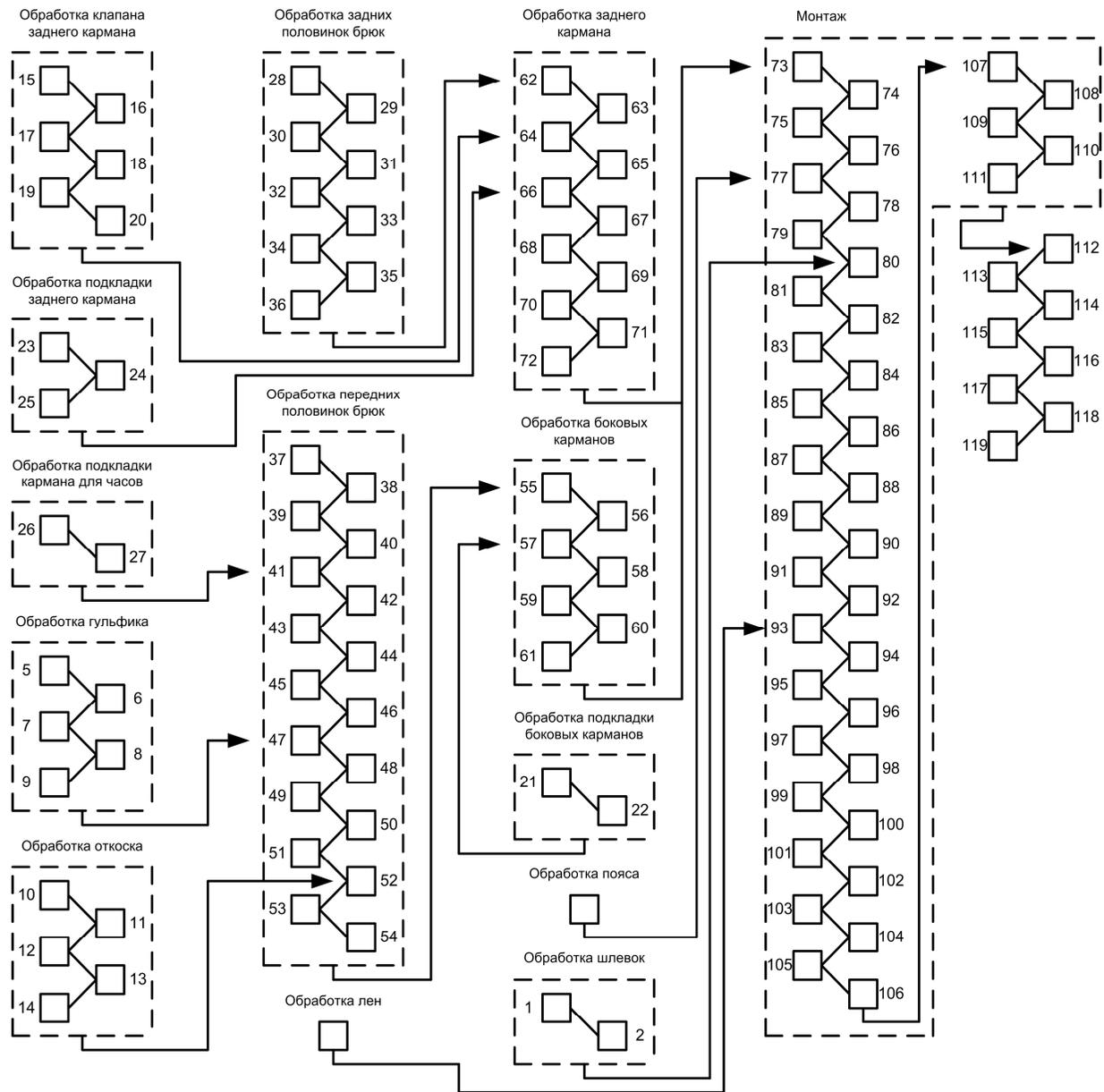


Рисунок 39. Технологическая последовательность изготовления мужских брюк

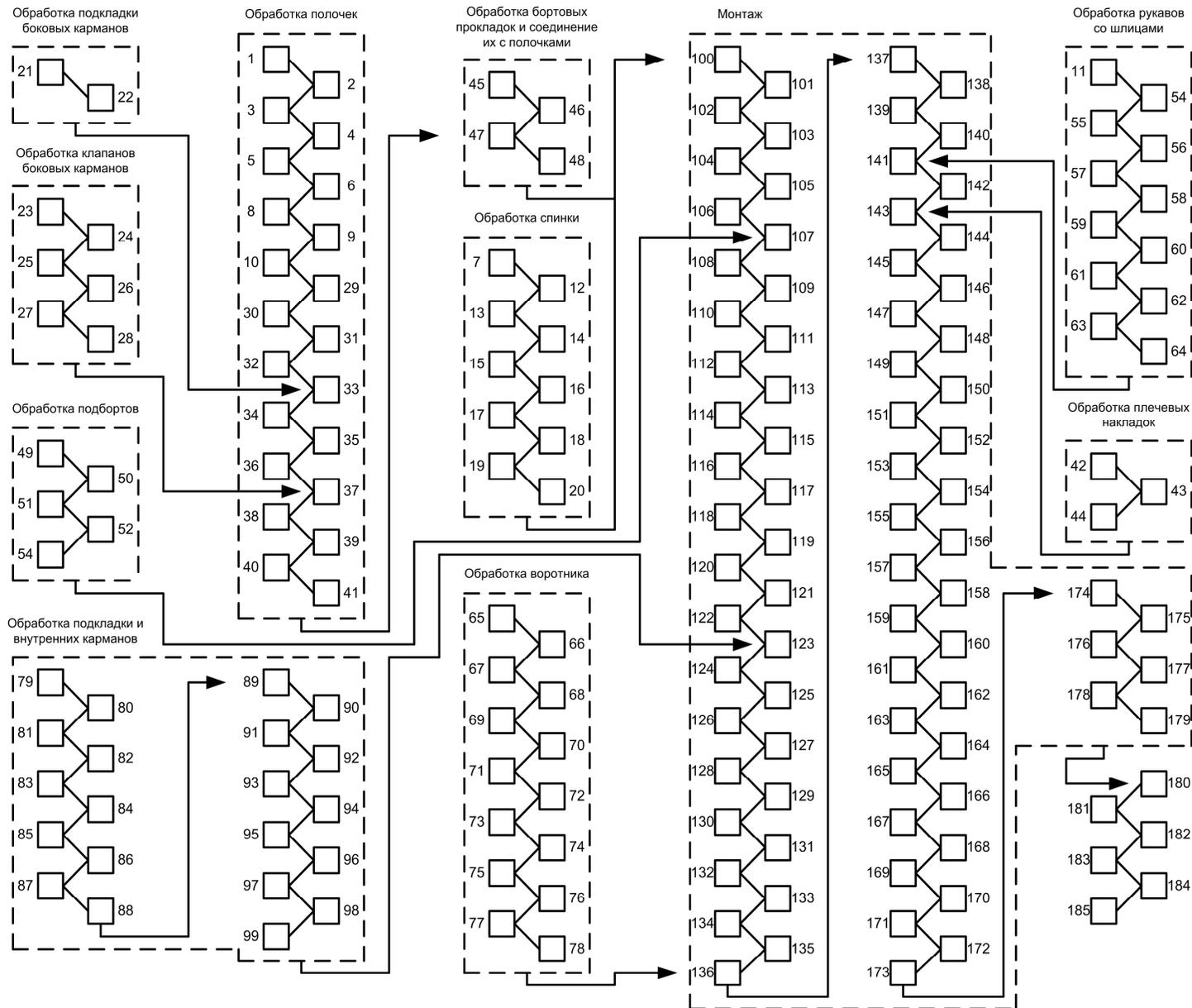


Рисунок 40. Технологическая последовательность изготовления мужского пальто

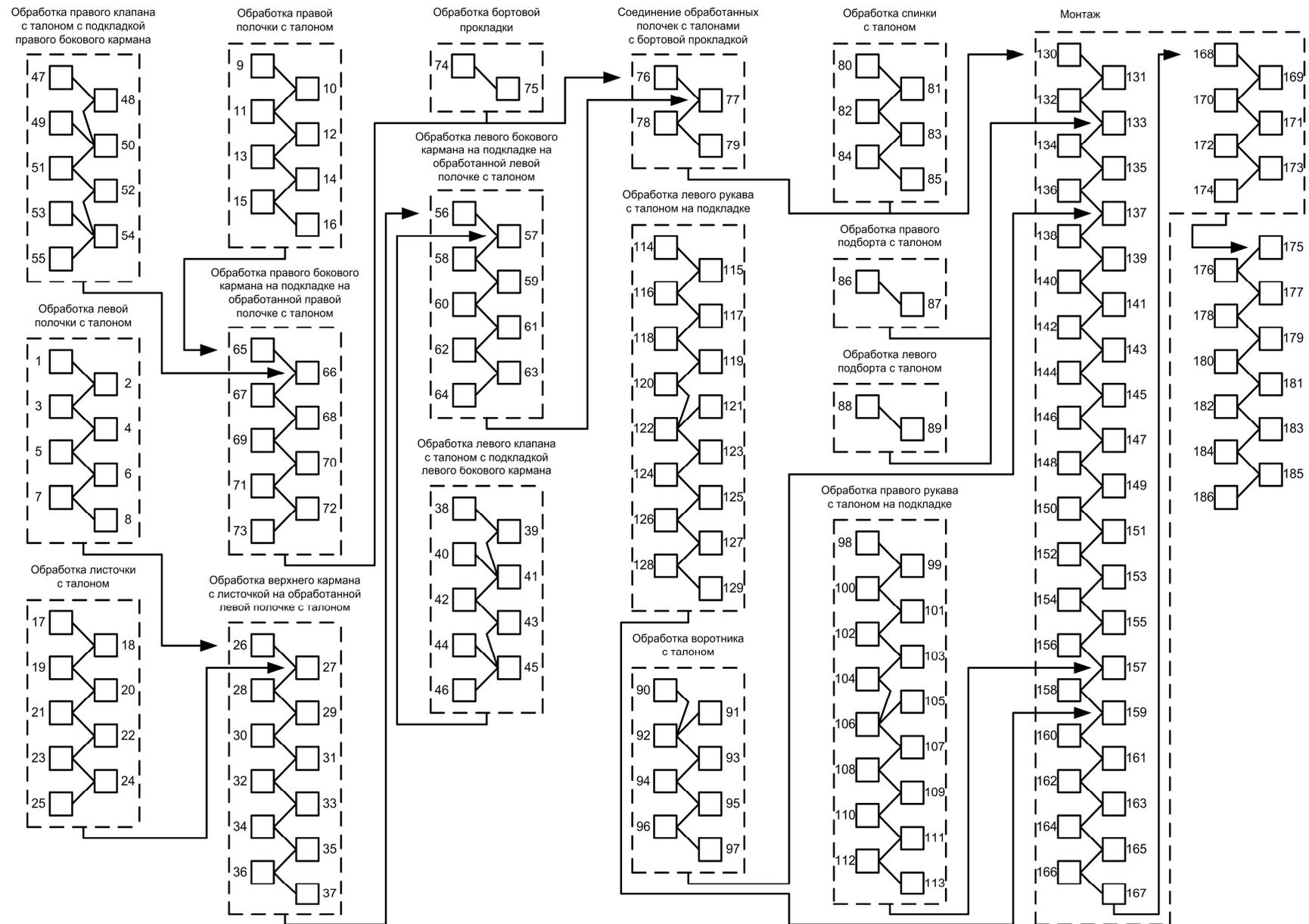


Рисунок 41. Технологическая последовательность изготовления мужского пиджака

Итак, обратимся к более подробному рассмотрению технологии изготовления мужского пиджака и к вопросу экспериментального построения её формализованного описания.

Мужские пиджаки состоят из многослойных пакетов различных материалов, сборка которых представляет определенные сложности в отношении обеспечения требуемой точности соединения деталей и узлов. В связи с этим в технологии изготовления мужских пиджаков существуют различные варианты обработок однотипных деталей и узлов, использование которых в каждом конкретном случае определяется как моделью пиджака и материалами, употребляемыми для его изготовления, так и наличием соответствующего оборудования для выполнения различных технологических действий [150].

Основные и обязательные требования к изготовлению пальтово-костюмного ассортимента, в том числе и мужских пиджаков, изложены в ГОСТ 25295–2003 «Одежда верхняя пальтово-костюмного ассортимента. Общие технические условия» [151]. Стандарт применяется при составлении технологического описания конкретных моделей и при подготовке массового выпуска продукции.

Описание внешнего вида рассматриваемой модели мужского пиджака, представлено на рисунке 42. Пиджак однобортный с закругленными внизу бортами, для повседневной носки из полшерстяной ткани для мужчин средней возрастной группы, полуприлегающего силуэта с втачным покроем рукава, с застежкой на три петли и три пуговицы. Полочки с вытачками, отрезными боковыми частями и боковыми прорезными карманами в рамку с клапанами. На левой полочке верхний карман с листочкой. Полочки сдублированы с прокладкой по всей поверхности до отрезной боковой части. Спинка имеет средний вертикальный шов, заканчивающийся шлицей. Рукава втачные, двухшовные со шлицей, с тремя пуговицами. Воротник отложной пиджачного типа. Пиджак с подкладкой, на которой имеются два внутренних кармана с листочками из основной ткани [152].



Рисунок 42. Внешний вид модели мужского пиджака

Процесс построения формализованного описания технологии изготовления мужского пиджака с использованием возможностей онтологического моделирования начинается с этапа нисходящего проектирования и продолжается этапом внутриуровневого проектирования унифицированной декомпозиционной конструкции в вершине с предварительно сформированным концептом «Изготовление мужского пиджака». Методологической основой для одного этапа является аксиоматическое свойство 3, а для другого этапа – утверждение 1 (см. главу 2). Реализация этих двух этапов более подробно описана в таблице 12.

В графе «Индекс» приводится значение индексной позиции для каждого из частных концептов. В данном случае индекс содержит одну позицию, поскольку декомпозиции подвергается целостный концепт, который является корневым концептом для всей декомпозиционной структуры технологии. В результате получают концепты первого уровня декомпозиционной структуры технологии с одной индексной позицией. Этот же корневой концепт не содержит индексной позиции, а имеющийся «0» является его обозначением (по умолчанию).

Таблица 12 – Табличное представление унифицированной декомпозиционной конструкции в вершине с предварительно сформированным концептом «Изготовление мужского пиджака»

Индекс	Номер	ТР	Y	X	W	H
0	-	Изготовление мужского пиджака	$Y_0 = \{\text{Готовый мужской пиджак}\};$ $Y_0 = \bigcup_{\alpha=1}^{13} Y_{\alpha}$	-	-	-
1	-	Монтаж	$Y_1 = \{\text{Обработанный мужской пиджак}\}$	-	-	-
2	175	Приутюживание полочек	$Y_2 = \{Y_1 \cup (Y_2 \setminus Y_2^*)\}$	$Y_1$	$W_2 = \{\{\text{Пресс BRI-1200}\}, \{\text{П5}\}\}$	65 с
3	176	Приутюживание боковых швов	$Y_3 = \{Y_2 \cup (Y_3 \setminus Y_3^*)\}$	$Y_2 = \{Y_1 \cup (Y_2 \setminus Y_2^*)\}$	$W_3 = \{\{\text{Пресс BRI-1200}\}, \{\text{П5}\}\}$	40 с
4	177	Приутюживание спинки пиджака	$Y_4 = \{Y_3 \cup (Y_4 \setminus Y_4^*)\}$	$Y_3 = \{Y_2 \cup (Y_3 \setminus Y_3^*)\}$	$W_4 = \{\{\text{Пресс BRI-1200}\}, \{\text{П5}\}\}$	65 с
5	178	Приутюживание окатов рукавов, пройм и верхней части рукавов	$Y_5 = \{Y_4 \cup (Y_5 \setminus Y_5^*)\}$	$Y_4 = \{Y_3 \cup (Y_4 \setminus Y_4^*)\}$	$W_5 = \{\{\text{Пресс BRI INDUPRESS}\}, \{\text{П5}\}\}$	67 с
6	179	Приутюживание воротника и верхнего плечевого пояса	$Y_6 = \{Y_5 \cup (Y_6 \setminus Y_6^*)\}$	$Y_5 = \{Y_4 \cup (Y_5 \setminus Y_5^*)\}$	$W_6 = \{\{\text{Пресс BRI-1920}\}, \{\text{П5}\}\}$	74 с
7	180	Заутюживание стойки воротника и перегиба лацканов	$Y_7 = \{Y_6 \cup (Y_7 \setminus Y_7^*)\}$	$Y_6 = \{Y_5 \cup (Y_6 \setminus Y_6^*)\}$	$W_7 = \{\{\text{Пресс BRI-1920}\}, \{\text{П5}\}\}$	80 с
8	181	Приутюживание бортов и лацканов	$Y_8 = \{Y_7 \cup (Y_8 \setminus Y_8^*)\}$	$Y_7 = \{Y_6 \cup (Y_7 \setminus Y_7^*)\}$	$W_8 = \{\{\text{Пресс BRI-1920}\}, \{\text{П5}\}\}$	102 с
9	182	Приутюживание низа рукавов	$Y_9 = \{Y_8 \cup (Y_9 \setminus Y_9^*)\}$	$Y_8 = \{Y_7 \cup (Y_8 \setminus Y_8^*)\}$	$W_9 = \{\{\text{Пресс CS 351 P2 + 22-219}\}, \{\text{П4}\}\}$	62 с
10	183	Приутюживание подкладки пиджака и шлицы	$Y_{10} = \{Y_9 \cup (Y_{10} \setminus Y_{10}^*)\}$	$Y_9 = \{Y_8 \cup (Y_9 \setminus Y_9^*)\}$	$W_{10} = \{\{\text{Утюжилыный стол CS 394 KE +1392, парозлектрический утюг}\}, \{\text{У5}\}\}$	152 с
11	184	Нанесение места расположения трех пуговиц на борте	$Y_{11} = \{Y_{10} \cup (Y_{11} \setminus Y_{11}^*)\}$	$Y_{10} = \{Y_9 \cup (Y_{10} \setminus Y_{10}^*)\}$	$W_{11} = \{\{\text{Лекало}\}, \{\text{P2}\}\}$	20 с
12	185	Пришивание трёх пуговиц на борте полочки	$Y_{12} = \{Y_{11} \cup (Y_{12} \setminus Y_{12}^*)\}$	$Y_{11} = \{Y_{10} \cup (Y_{11} \setminus Y_{11}^*)\}$	$W_{12} = \{\{\text{Универсальная машина MB-373}\}, \{\text{A2}\}\}$	42 с
13	186	Пришивание шести пуговиц на шлицах рукавов	$Y_{13} = \{Y_{12} \cup (Y_{13} \setminus Y_{13}^*)\}$	$Y_{12} = \{Y_{11} \cup (Y_{12} \setminus Y_{12}^*)\}$	$W_{13} = \{\{\text{Универсальная машина MB-377}\}, \{\text{A3}\}\}$	40 с

В графе «Номер» приводится номер для каждого из концептов, в соответствии с рисунком 41, в том случае, если он имеется.

В графе «ГР» приводится текстовое наименование для каждого из концептов. Например, для концепта с индексом 2 и номером 175 графа «ГР» заполнена наименованием «Приютюживание полочек».

В графах «X» и «Y» содержатся сведения об исходных и результирующих компонентах для каждого из концептов соответственно. Например, для концепта с индексом 2 и номером 175 в графе «X» будет значение  $Y_1 = \{\text{Обработанный мужской пиджак}\}$ , а в графе «Y» – значение  $Y_2 = \{Y_1 \cup (Y_2 \setminus Y_2^*)\}$ . Последняя запись означает, что результирующий компонент  $Y_2$  отличается от исходного компонента  $Y_1$  на величину  $(Y_2 \setminus Y_2^*)$ , которая исполняет роль недостающего интегрального свойства, которого ещё нет у  $Y_1$ , но уже есть у  $Y_2$ .

В графе «W» содержится перечень инвариантных компонентов для большинства концептов, которые в рамках описания обсуждаемой технологии объединены в две группы: 1-я группа – «Оборудование. Инструменты. Приспособления», а 2-я группа – «Квалификация работников». Например, для концепта с индексом 2 и номером 175 графа «W» заполнена следующим образом  $W_2 = \{\{\text{Пресс BRI-1200}\}, \{\text{П5}\}\}$ , где *Пресс BRI-1200* – это оборудование, а *П5* – прессовщик 5 разряда. Расшифровка всех квалификаций работников приведена в списке сокращений и условных обозначений.

В графе «H» приводится длительность временного промежутка в секундах, затрачиваемого на выполнение каждого из технологических действий. Например, для концепта с индексом 2 и номером 175 графа «H» заполнена значением – 65 с.

Наличие прочерков в графах для отдельных концептов свидетельствует об отсутствии соответствующих сведений.

На рисунке 43 представлен фрагмент унифицированной декомпозиционной конструкции в вершине с предварительно сформированным концептом «Изготовление мужского пиджака» в разработанном программном средстве OntoTechnology. Как видно частично из этого фрагмента и в полной мере из таблицы 12, почти все полученные частные концепты первого уровня декомпозиции являются полностью сформированными, за исключением частного концепта «Монтаж», который является пока предварительно сформированным.

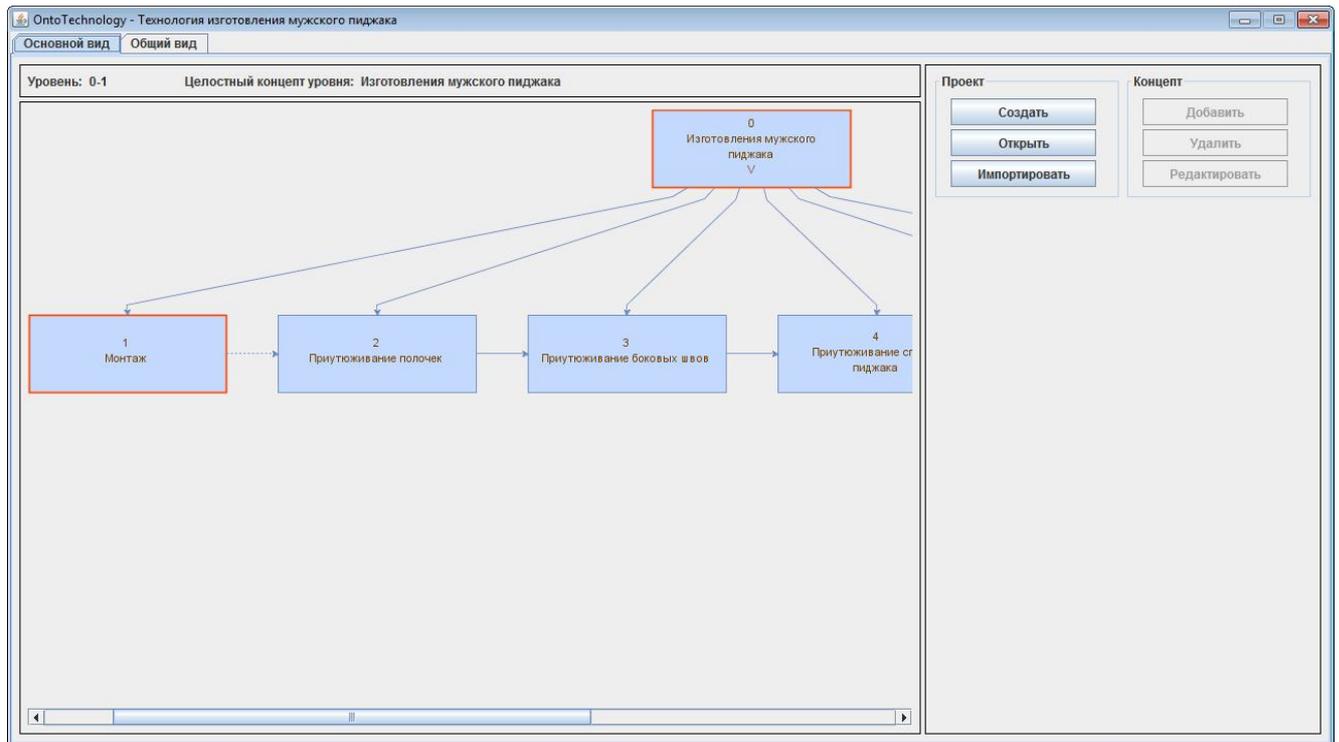


Рисунок 43. Фрагмент унифицированной декомпозиционной конструкции в вершине с предварительно сформированным концептом «Изготовление мужского пиджака»

В контексте последнего обстоятельства, реализация этапа восходящего проектирования рассматриваемой унифицированной декомпозиционной конструкции в настоящий момент является невозможной. В этой связи следующим шагом по построению онтологического представления технологии изготовления мужского пиджака является этап нисходящего проектирования и следующий за ним этап внутриуровневого проектирования унифицированной декомпозиционной конструкции в вершине с предварительно сформированным концептом «Монтаж». Для первого этапа методологической основой является также аксиоматическое свойство 3, а для второго этапа – утверждения 1-2 (см. главу 2). В полной мере, реализация этих двух этапов описана в таблице 13, которая является представлением наиболее массивной унифицированной декомпозиционной конструкции, что позволит рассмотреть всевозможные случаи формирования внутриуровневых связей между получаемыми частными концептами. К отличиям содержания таблицы 13 от содержания таблицы 12 в вопросе формирования унифицированных декомпозиционных конструкций стоит отнести ряд аспектов. Рассмотрим их более подробно.

Таблица 13 – Табличное представление унифицированной декомпозиционной конструкции в вершине с предварительно сформированным концептом «Монтаж»

Индекс	Номер	ТР	Y	X	W	H
1	-	Монтаж	$Y_1 = \{\text{Обработанный мужской пиджак}\};$ $Y_1 = \bigcup_{\beta=1}^{52} Y_{1,\beta}$	-	-	-
1,1	-	Соединение обработанных полочек с талонами с бортовой прокладкой	$Y_{1,1} = \{\text{Обработанные полочки с талонами соединённые с бортовой прокладкой}\}$	-	-	-
1,2	-	Обработка спинки с талоном	$Y_{1,2} = \{\text{Обработанная спинка с талоном}\}$	-	-	-
1,3	130	Стачивание боковых срезов пиджака	$Y_{1,3} = \{Y_{1,1} \cup Y_{1,2} \cup \cup (Y_{1,3} \setminus Y_{1,3}^*)\}$	$Y_{1,1} \cup Y_{1,2}$	$W_{1,3} = \{\{\text{Универсальная машина 212-15-105}\}, \{M3\}\}$	102 с
1,4	131	Удаление талона с порядковым номером со спинки	$Y_{1,4} = \{Y_{1,3} \cup \cup (Y_{1,4} \setminus Y_{1,4}^*)\}$	$Y_{1,3} = \{Y_{1,1} \cup Y_{1,2} \cup \cup (Y_{1,3} \setminus Y_{1,3}^*)\}$	$W_{1,4} = \{\{\text{Специальный кольшешек}\}, \{P1\}\}$	4 с
1,5	132	Разутюживание боковых швов, среднего шва спинки, заутюживание шлицы	$Y_{1,5} = \{Y_{1,4} \cup \cup (Y_{1,5} \setminus Y_{1,5}^*)\}$	$Y_{1,4} = \{Y_{1,3} \cup \cup (Y_{1,4} \setminus Y_{1,4}^*)\}$	$W_{1,5} = \{\{\text{Пресс CS-371 KM+12-45+396B}\}, \{P3\}\}$	80 с
1,6	-	Обработка правого подборта с талоном	$Y_{1,6} = \{\text{Обработанный правый подборт с талоном}\}$	-	-	-
1,7	-	Обработка левого подборта с талоном	$Y_{1,7} = \{\text{Обработанный левый подборт с талоном}\}$	-	-	-
1,8	133	Обтачивание лацканов и бортов на полочках	$Y_{1,8} = \{Y_{1,5} \cup Y_{1,6} \cup \cup Y_{1,7} \cup (Y_{1,8} \setminus Y_{1,8}^*)\}$	$Y_{1,5} \cup Y_{1,6} \cup Y_{1,7}$	$W_{1,8} = \{\{\text{Швейная машина PFAFF 3822}\}, \{C4\}\}$	204 с
1,9	134	Удаление талонов с порядковым номером с подбортов	$Y_{1,9} = \{Y_{1,8} \cup \cup (Y_{1,9} \setminus Y_{1,9}^*)\}$	$Y_{1,8} = \{Y_{1,5} \cup Y_{1,6} \cup \cup Y_{1,7} \cup (Y_{1,8} \setminus Y_{1,8}^*)\}$	$W_{1,9} = \{\{\text{Специальный кольшешек}\}, \{P1\}\}$	8 с
1,10	135	Подрезание швов обтачивания лацканов и бортов	$Y_{1,10} = \{Y_{1,9} \cup \cup (Y_{1,10} \setminus Y_{1,10}^*)\}$	$Y_{1,9} = \{Y_{1,8} \cup \cup (Y_{1,9} \setminus Y_{1,9}^*)\}$	$W_{1,10} = \{\{\text{Ножницы}\}, \{P2\}\}$	23 с
1,11	136	Настрачивание швов обтачивания лацканов и бортов	$Y_{1,11} = \{Y_{1,10} \cup \cup (Y_{1,11} \setminus Y_{1,11}^*)\}$	$Y_{1,10} = \{Y_{1,9} \cup \cup (Y_{1,10} \setminus Y_{1,10}^*)\}$	$W_{1,11} = \{\{\text{Универсальная машина 274-140042}\}, \{M4\}\}$	89 с
1,12	-	Обработка воротника с талоном	$Y_{1,12} = \{\text{Обработанный воротник с талоном}\}$	-	-	-
1,13	137	Втачивание концов верхнего воротника в горловину	$Y_{1,13} = \{Y_{1,11} \cup Y_{1,12} \cup \cup (Y_{1,13} \setminus Y_{1,13}^*)\}$	$Y_{1,11} \cup Y_{1,12}$	$W_{1,13} = \{\{\text{Универсальная машина 274-140042}\}, \{M4\}\}$	110 с

Продолжение таблицы 13

Индекс	Номер	ТР	Y	X	W	H
1,14	138	Стачивание плечевых срезов пиджака	$Y_{1,14} = \{Y_{1,13} \cup \cup (Y_{1,14} \setminus Y_{1,14}^*)\}$	$Y_{1,13} = \{Y_{1,11} \cup Y_{1,12} \cup \cup (Y_{1,13} \setminus Y_{1,13}^*)\}$	$W_{1,14} = \{\{\text{Универсальная машина 274-140042}\}, \{M3\}\}$	51 с
1,15	139	Разутюживание плечевых швов, швов втачивания концов верхнего воротника в горловине	$Y_{1,15} = \{Y_{1,14} \cup \cup (Y_{1,15} \setminus Y_{1,15}^*)\}$	$Y_{1,14} = \{Y_{1,13} \cup \cup (Y_{1,14} \setminus Y_{1,14}^*)\}$	$W_{1,15} = \{\{\text{Пресс CS-394K+395/11}\}, \{Y3\}\}$	79 с
1,16	140	Настрачивание нижнего воротника на горловину	$Y_{1,16} = \{Y_{1,15} \cup \cup (Y_{1,16} \setminus Y_{1,16}^*)\}$	$Y_{1,15} = \{Y_{1,14} \cup \cup (Y_{1,15} \setminus Y_{1,15}^*)\}$	$W_{1,16} = \{\{\text{Универсальная машина 335-121}\}, \{C3\}\}$	83 с
1,17	141	Вывертывание углов лацканов и бортов на лицевую сторону и их выправление	$Y_{1,17} = \{Y_{1,16} \cup \cup (Y_{1,17} \setminus Y_{1,17}^*)\}$	$Y_{1,16} = \{Y_{1,15} \cup \cup (Y_{1,16} \setminus Y_{1,16}^*)\}$	$W_{1,17} = \{\{\text{Специальный колышек}\}, \{P1\}\}$	28 с
1,18	142	Выметывание краев и углов лацканов и бортов, воротника, заметывание низа пиджака	$Y_{1,18} = \{Y_{1,17} \cup \cup (Y_{1,18} \setminus Y_{1,18}^*)\}$	$Y_{1,17} = \{Y_{1,16} \cup \cup (Y_{1,17} \setminus Y_{1,17}^*)\}$	$W_{1,18} = \{\{\text{Универсальная машина 219-124176}\}, \{C4\}\}$	180 с
1,19	143	Приутюживание воротника, лацканов, бортов и низа пиджака	$Y_{1,19} = \{Y_{1,18} \cup \cup (Y_{1,19} \setminus Y_{1,19}^*)\}$	$Y_{1,18} = \{Y_{1,17} \cup \cup (Y_{1,18} \setminus Y_{1,18}^*)\}$	$W_{1,19} = \{\{\text{Пресс CS-1351+12-10}\}, \{P4\}\}$	93 с
1,20	144	Притачивание вешалки к верхнему воротнику	$Y_{1,20} = \{Y_{1,19} \cup X'_{1,20} \cup \cup (Y_{1,20} \setminus Y_{1,20}^*)\}$	$Y_{1,19} \cup X'_{1,20};$ $X'_{1,20} = \{\text{Специальная тесьма для вешалки}\}$	$W_{1,20} = \{\{\text{Универсальная машина DDL 9000}\}, \{M2\}\}$	7 с
1,21	145	Притачивание подкладки к подбортам и верхнему воротнику	$Y_{1,21} = \{Y_{1,20} \cup \cup (Y_{1,21} \setminus Y_{1,21}^*)\}$	$Y_{1,20} = \{Y_{1,19} \cup X'_{1,20} \cup \cup (Y_{1,20} \setminus Y_{1,20}^*)\}$	$W_{1,21} = \{\{\text{Универсальная машина DDL 5550N-3}\}, \{M3\}\}$	15 с
1,22	146	Вывертывание пиджака на лицевую сторону	$Y_{1,22} = \{Y_{1,21} \cup \cup (Y_{1,22} \setminus Y_{1,22}^*)\}$	$Y_{1,21} = \{Y_{1,20} \cup \cup (Y_{1,21} \setminus Y_{1,21}^*)\}$	$W_{1,22} = \{\{\}, \{P1\}\}$	20 с
1,23	147	Приметывание подбортов к обработанным полочкам по линии сгиба лацканов и стойке воротника	$Y_{1,23} = \{Y_{1,22} \cup \cup (Y_{1,23} \setminus Y_{1,23}^*)\}$	$Y_{1,22} = \{Y_{1,21} \cup \cup (Y_{1,22} \setminus Y_{1,22}^*)\}$	$W_{1,23} = \{\{\text{Универсальная машина DDL 9000}\}, \{M2\}\}$	28 с
1,24	148	Настрачивание шва соединения подкладки с верхним воротником на шов горловины на участке спинки	$Y_{1,24} = \{Y_{1,23} \cup \cup (Y_{1,24} \setminus Y_{1,24}^*)\}$	$Y_{1,23} = \{Y_{1,22} \cup \cup (Y_{1,23} \setminus Y_{1,23}^*)\}$	$W_{1,24} = \{\{\text{Универсальная машина DDL 9000}\}, \{M2\}\}$	33 с

Продолжение таблицы 13

Индекс	Номер	ТР	Y	X	W	H
1,25	149	Прикрепление внутренних срезов подбортов к бортовой прокладке	$Y_{1,25} = \{Y_{1,24} \cup \cup(Y_{1,25} \setminus Y_{1,25}^*)\}$	$Y_{1,24} = \{Y_{1,23} \cup \cup(Y_{1,24} \setminus Y_{1,24}^*)\}$	$W_{1,25} = \{\{\text{Универсальная машина DDL9000}\}, \{M2\}\}$	46 с
1,26	150	Проверка подкладки по длине пиджака, подрезание неровностей подкладки по длине, разрезание подкладки по линии шлицы	$Y_{1,26} = \{Y_{1,25} \cup \cup(Y_{1,26} \setminus Y_{1,26}^*)\}$	$Y_{1,25} = \{Y_{1,24} \cup \cup(Y_{1,25} \setminus Y_{1,25}^*)\}$	$W_{1,26} = \{\{\text{Ножницы}\}, \{P3\}\}$	430 с
1,27	151	Удаление концов строчки заметывания низа пиджака на участке шлицы	$Y_{1,27} = \{Y_{1,26} \cup \cup(Y_{1,27} \setminus Y_{1,27}^*)\}$	$Y_{1,26} = \{Y_{1,25} \cup \cup(Y_{1,26} \setminus Y_{1,26}^*)\}$	$W_{1,27} = \{\{\}, \{P1\}\}$	7 с
1,28	152	Вывертывание пиджака наизнанку	$Y_{1,28} = \{Y_{1,27} \cup \cup(Y_{1,28} \setminus Y_{1,28}^*)\}$	$Y_{1,27} = \{Y_{1,26} \cup \cup(Y_{1,27} \setminus Y_{1,27}^*)\}$	$W_{1,28} = \{\{\}, \{P1\}\}$	20 с
1,29	153	Притачивание подкладки и концов подбортов к припуску на подгиб низа пиджака, притачивание подкладки к боковым и верхней стороне шлицы со стачиванием подкладки вверх шлицы вытачкой	$Y_{1,29} = \{Y_{1,28} \cup \cup(Y_{1,29} \setminus Y_{1,29}^*)\}$	$Y_{1,28} = \{Y_{1,27} \cup \cup(Y_{1,28} \setminus Y_{1,28}^*)\}$	$W_{1,29} = \{\{\text{Универсальная машина DDL 5550N-3}\}, \{M3\}\}$	172 с
1,30	154	Прикрепление припуска на подгиб низа пиджака к боковым швам и швам притачивания боковых частей к полочкам	$Y_{1,30} = \{Y_{1,29} \cup \cup(Y_{1,30} \setminus Y_{1,30}^*)\}$	$Y_{1,29} = \{Y_{1,28} \cup \cup(Y_{1,29} \setminus Y_{1,29}^*)\}$	$W_{1,30} = \{\{\text{Универсальная машина DDL 5550N-3}\}, \{M2\}\}$	42 с
1,31	155	Вывертывание пиджака на лицевую сторону, выправление углов шлицы	$Y_{1,31} = \{Y_{1,30} \cup \cup(Y_{1,31} \setminus Y_{1,31}^*)\}$	$Y_{1,30} = \{Y_{1,29} \cup \cup(Y_{1,30} \setminus Y_{1,30}^*)\}$	$W_{1,31} = \{\{\}, \{P1\}\}$	18 с
1,32	156	Прокладывание строчки по нижней стороне шлицы на правой части спинки	$Y_{1,32} = \{Y_{1,31} \cup \cup(Y_{1,32} \setminus Y_{1,32}^*)\}$	$Y_{1,31} = \{Y_{1,30} \cup \cup(Y_{1,31} \setminus Y_{1,31}^*)\}$	$W_{1,32} = \{\{\text{Универсальная машина DDL 5550N-3}\}, \{M3\}\}$	20 с
1,33	-	Обработка правого рукава с талоном на подкладке	$Y_{1,33} = \{\text{Обработанный правый рукав с талоном на подкладке}\}$	-	-	-

Продолжение таблицы 13

Индекс	Номер	ТР	Y	X	W	H
1,34	157	Втачивание правого рукава в пройму с подкладыванием по окату полоски прокладочной ткани	$Y_{1,34} = \{Y_{1,32} \cup Y_{1,33} \cup X'_{1,34} \cup (Y_{1,34} \setminus Y_{1,34}^*)\}$	$Y_{1,32} \cup Y_{1,33} \cup X'_{1,34};$ $X'_{1,34} = \{\text{Полоска клеевой прокладки по окату правого рукава}\}$	$W_{1,34} = \{\{\text{Универсальная машина 550-12-23}\}, \{C5\}\}$	211 с
1,35	158	Удаление талона с порядковым номером с правого рукава	$Y_{1,35} = \{Y_{1,34} \cup (Y_{1,35} \setminus Y_{1,35}^*)\}$	$Y_{1,34} = \{Y_{1,32} \cup Y_{1,33} \cup X'_{1,34} \cup (Y_{1,34} \setminus Y_{1,34}^*)\}$	$W_{1,35} = \{\{\text{Специальный кольшешек}\}, \{P1\}\}$	8 с
1,36	-	Обработка левого рукава с талоном на подкладке	$Y_{1,36} = \{\text{Обработанный левый рукав с талоном на подкладке}\}$	-	-	-
1,37	159	Втачивание левого рукава в пройму с подкладыванием по окату полоски прокладочной ткани	$Y_{1,37} = \{Y_{1,35} \cup Y_{1,36} \cup X'_{1,37} \cup (Y_{1,37} \setminus Y_{1,37}^*)\}$	$Y_{1,35} \cup Y_{1,36} \cup X'_{1,37};$ $X'_{1,37} = \{\text{Полоска клеевой прокладки по окату левого рукава}\}$	$W_{1,37} = \{\{\text{Универсальная машина 550-12-23}\}, \{C5\}\}$	211 с
1,38	160	Удаление талона с порядковым номером с левого рукава	$Y_{1,38} = \{Y_{1,37} \cup (Y_{1,38} \setminus Y_{1,38}^*)\}$	$Y_{1,37} = \{Y_{1,35} \cup Y_{1,36} \cup X'_{1,37} \cup (Y_{1,37} \setminus Y_{1,37}^*)\}$	$W_{1,38} = \{\{\text{Специальный кольшешек}\}, \{P1\}\}$	8 с
1,39	161	Сутюживание посадки после втачивания рукавов	$Y_{1,39} = \{Y_{1,38} \cup (Y_{1,39} \setminus Y_{1,39}^*)\}$	$Y_{1,38} = \{Y_{1,37} \cup (Y_{1,38} \setminus Y_{1,38}^*)\}$	$W_{1,39} = \{\{\text{Утюжилый стол CS-394 KE+1392, пароэлектрический утюг}\}, \{U4\}\}$	80 с
1,40	162	Притачивание подокатников и прокладок из бортовой ткани к швам втачивания рукавов	$Y_{1,40} = \{Y_{1,39} \cup X'_{1,40} \cup (Y_{1,40} \setminus Y_{1,40}^*)\}$	$Y_{1,39} \cup X'_{1,40};$ $X'_{1,40} = \{\text{Подокатник правого рукава, подокатник левого рукава, прокладка из бортовой ткани правого рукава, прокладка из бортовой ткани левого рукава}\}$	$W_{1,40} = \{\{\text{Швейная машина PFAFF 3801}\}, \{M2\}\}$	81 с
1,41	163	Притачивание верхних плечевых накладок	$Y_{1,41} = \{Y_{1,40} \cup X'_{1,41} \cup (Y_{1,41} \setminus Y_{1,41}^*)\}$	$Y_{1,40} \cup X'_{1,41};$ $X'_{1,41} = \{\text{Верхняя плечевая накладка правого рукава, верхняя плечевая накладка левого рукава}\};$	$W_{1,41} = \{\{\text{Швейная машина 697-745}\}, \{C3\}\}$	81 с
1,42	164	Вывертывание рукавов в сторону подкладки	$Y_{1,42} = \{Y_{1,41} \cup (Y_{1,42} \setminus Y_{1,42}^*)\}$	$Y_{1,41} = \{Y_{1,40} \cup X'_{1,41} \cup (Y_{1,41} \setminus Y_{1,41}^*)\}$	$W_{1,42} = \{\{\}, \{P1\}\}$	15 с
1,43	165	Втачивание подкладки рукавов в проймы	$Y_{1,43} = \{Y_{1,42} \cup (Y_{1,43} \setminus Y_{1,43}^*)\}$	$Y_{1,42} = \{Y_{1,41} \cup (Y_{1,42} \setminus Y_{1,42}^*)\}$	$W_{1,43} = \{\{\text{Универсальная машина 550-12-23}\}, \{C5\}\}$	218 с

Продолжение таблицы 13

Индекс	Номер	ТР	Y	X	W	H
1,44	166	Прикрепление швов пройм подкладки к швам пройм из основной ткани в верхней и нижней частях пройм	$Y_{1,44} = \{Y_{1,43} \cup \cup(Y_{1,44} \setminus Y_{1,44}^*)\}$	$Y_{1,43} = \{Y_{1,42} \cup \cup(Y_{1,43} \setminus Y_{1,43}^*)\}$	$W_{1,44} = \{\text{Швейная машина 697-15155}, \{C3\}\}$	135 с
1,45	167	Застрачивание отверстий в передних швах рукавов подкладки	$Y_{1,45} = \{Y_{1,44} \cup \cup(Y_{1,45} \setminus Y_{1,45}^*)\}$	$Y_{1,44} = \{Y_{1,43} \cup \cup(Y_{1,44} \setminus Y_{1,44}^*)\}$	$W_{1,45} = \{\{\text{Универсальная машина DDL 9000}, \{M2\}\}\}$	60 с
1,46	168	Вывертывание рукавов на лицевую сторону	$Y_{1,46} = \{Y_{1,45} \cup \cup(Y_{1,46} \setminus Y_{1,46}^*)\}$	$Y_{1,45} = \{Y_{1,44} \cup \cup(Y_{1,45} \setminus Y_{1,45}^*)\}$	$W_{1,46} = \{\{\}, \{P1\}\}$	19 с
1,47	169	Удаление ниток от строчки выметывания воротника и бортов	$Y_{1,47} = \{Y_{1,46} \cup \cup(Y_{1,47} \setminus Y_{1,47}^*)\}$	$Y_{1,46} = \{Y_{1,45} \cup \cup(Y_{1,46} \setminus Y_{1,46}^*)\}$	$W_{1,47} = \{\{\text{Специальный кольшешек}, \{P1\}\}\}$	58 с
1,48	170	Удаление ниток от строчки приметывания подбортов по сгибу лацканов и стойки воротника	$Y_{1,48} = \{Y_{1,47} \cup \cup(Y_{1,48} \setminus Y_{1,48}^*)\}$	$Y_{1,47} = \{Y_{1,46} \cup \cup(Y_{1,47} \setminus Y_{1,47}^*)\}$	$W_{1,48} = \{\{\text{Специальный кольшешек}, \{P1\}\}\}$	27 с
1,49	171	Удаление талона с порядковым номером с деталей переда	$Y_{1,49} = \{Y_{1,48} \cup \cup(Y_{1,49} \setminus Y_{1,49}^*)\}$	$Y_{1,48} = \{Y_{1,47} \cup \cup(Y_{1,48} \setminus Y_{1,48}^*)\}$	$W_{1,49} = \{\{\text{Специальный кольшешек}, \{P1\}\}\}$	8 с
1,50	172	Обметывание трёх петель на борте	$Y_{1,50} = \{Y_{1,49} \cup \cup(Y_{1,50} \setminus Y_{1,50}^*)\}$	$Y_{1,49} = \{Y_{1,48} \cup \cup(Y_{1,49} \setminus Y_{1,49}^*)\}$	$W_{1,50} = \{\{\text{Швейная машина 73401-P2}, \{A3\}\}\}$	72 с
1,51	173	Обрезание концов ниток от строчки закрепления концов петель	$Y_{1,51} = \{Y_{1,50} \cup \cup(Y_{1,51} \setminus Y_{1,51}^*)\}$	$Y_{1,50} = \{Y_{1,49} \cup \cup(Y_{1,50} \setminus Y_{1,50}^*)\}$	$W_{1,51} = \{\{\text{Ножницы}, \{P1\}\}\}$	21 с
1,52	174	Чистка пиджака от оставшихся концов ниток и другого производственного мусора	$Y_{1,52} = \{Y_{1,51} \cup \cup(Y_{1,52} \setminus Y_{1,52}^*)\}$	$Y_{1,51} = \{Y_{1,50} \cup \cup(Y_{1,51} \setminus Y_{1,51}^*)\}$	$W_{1,52} = \{\{\}, \{P1\}\}$	51 с

Во-первых, в графе «Индекс» приводятся значения индексной последовательности, включающей одну позицию для целостного концепта и две позиции для каждого из частных концептов. Разница в одну индексную позицию обусловлена тем, что декомпозиции подвергается целостный концепт, который относится к первому уровню декомпозиционной структуры технологии, а в результате получают частные концепты, которые образуют второй уровень декомпозиционной структуры данной технологии.

Во-вторых, в графах «X» и «Y» для некоторых концептов появляются компоненты, которые не являются результирующими компонентами иных концептов данного уровня декомпозиции и без которых невозможна последующая реализация этих технологических действий. Например, для концепта с индексом 1,20 и номером 144 графа «X» имеет содержимое  $Y_{1,19} \cup X'_{1,20}$ , а графа «Y» –  $Y_{1,20} = \{Y_{1,19} \cup X'_{1,20} \cup (Y_{1,20} \setminus Y_{1,20}^*)\}$ , где  $X'_{1,20} = \{\text{Специальная тесьма для вешалки}\}$  и является примером обсуждаемого компонента.

В-третьих, в графе «W» по-прежнему содержится перечень инвариантных компонентов для большинства концептов, которые в рамках описания обсуждаемой технологии также объединены в две группы: «Оборудование. Инструменты. Приспособления» и «Квалификация работников». Однако для некоторых концептов подмножество «Оборудование. Инструменты. Приспособления» может быть пустым, поскольку специфика выполнения этих технологических действий не предусматривает использования какого-либо оборудования или каких-либо инструментов и приспособлений. Например, для концепта с индексом 1,22 и номером 146 графа «W» заполнена следующим образом  $W_{1,22} = \{\{\}, \{PI\}\}$ , где  $PI$  – раскройщик 1 разряда. В то же время, стоит отметить, что множество инвариантных компонентов в целом никогда ни для одного из концептов не будет являться пустым, поскольку подмножество «Квалификация работников» всегда будет содержать определённые элементы. Это обусловлено тем, что любое технологическое действие выполняется при участии определённой рабочей силы, где каждый её представитель имеет конкретную специальность и разряд выполняемых им работ.

На рисунке 44 представлен фрагмент унифицированной декомпозиционной конструкции в вершине с предварительно сформированным концептом «Монтаж» в программном средстве OntoTechnology. Как видно частично из этого фрагмента и в полной мере из таблицы 13, большинство частных концептов данного уровня декомпозиции являются полностью сформированными, однако ряд из них по-прежнему остаются предварительно сформированными.

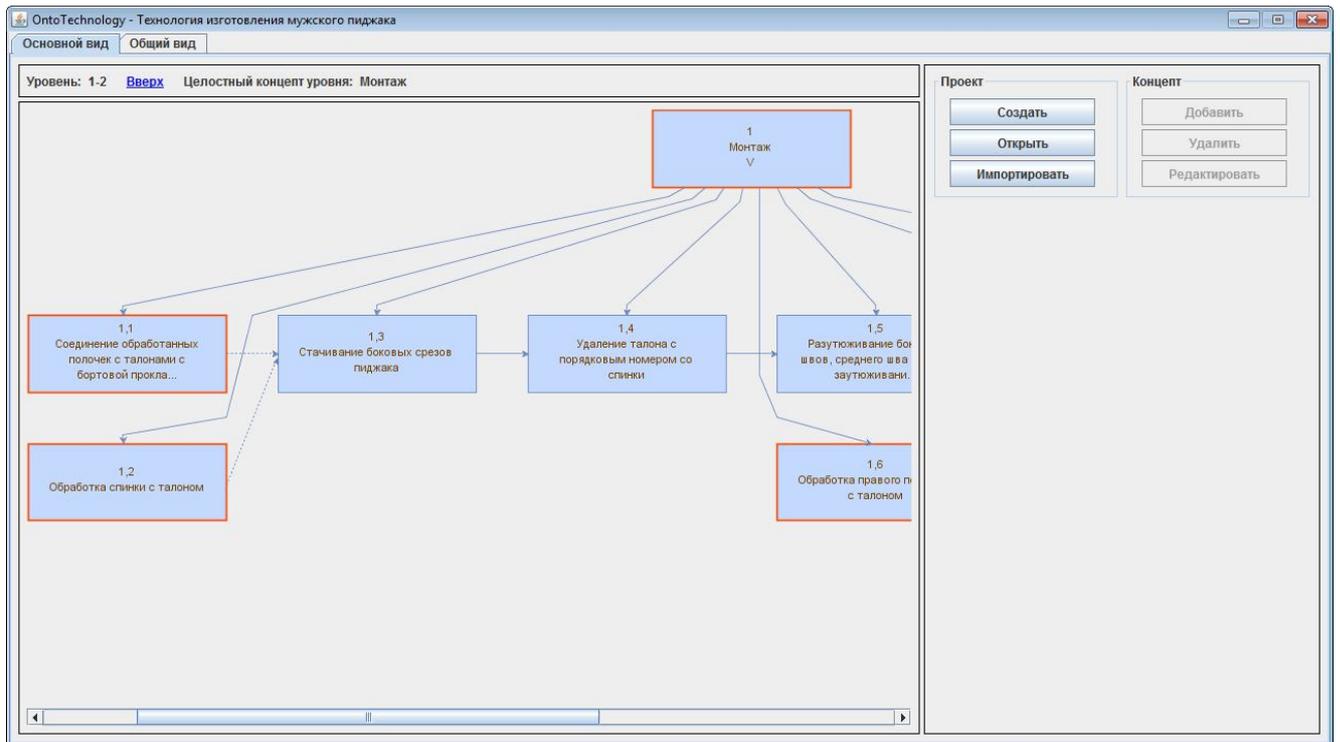


Рисунок 44. Фрагмент унифицированной декомпозиционной конструкции в вершине с предварительно сформированным концептом «Монтаж»

В этой связи, реализация этапа восходящего проектирования обсуждаемой унифицированной декомпозиционной конструкции, впрочем, как и предыдущей, рассмотренной ранее унифицированной декомпозиционной конструкции, в настоящий момент является также невозможной. Поэтому следующим шагом по построению онтологического представления технологии изготовления мужского пиджака является этап нисходящего проектирования и следующий за ним этап внутриуровневого проектирования унифицированной декомпозиционной конструкций в вершине с одним из оставшихся предварительно сформированных концептов второго уровня декомпозиционной структуры данной технологии. Например, рассмотрим процесс формирования унифицированной декомпозиционной конструкции в вершине с предварительно сформированным концептом «Обработка спинки с талоном». Методологической основой для этапа нисходящего проектирования является по-прежнему аксиоматическое свойство 3, а для этапа внутриуровневого проектирования – утверждения 1-2 (см. главу 2). Наиболее полно реализация этих двух этапов отображена в таблице 14.

Таблица 14 – Табличное представление унифицированной декомпозиционной конструкции в вершине с предварительно сформированным концептом «Обработка спинки с талоном»

Индекс	Номер	ТР	Y	X	W	H
1,2	-	Обработка спинки с талоном	$Y_{1,2} = \{\text{Обработанная спинка с талоном}\};$ $Y_{1,2} = \bigcup_{\gamma=1}^6 Y_{1,2,\gamma}$	-	-	-
1,2,1	80	Соединение припуска на обработку шлицы спинки с клеевой прокладкой	$Y_{1,2,1} = \{X_{1,2,1} \cup \cup(Y_{1,2,1} \setminus Y_{1,2,1}^*)\}$	$X_{1,2,1} = \{\text{Спинка с талоном, клеевая прокладка шлицы}\}$	$W_{1,2,1} = \{\{\text{Утюжильный стол CS-394, парозлектрический утюг}\}, \{P3\}\}$	40 с
1,2,2	81	Стачивание средних срезов спинки и верхних срезов припуска на обработку шлицы	$Y_{1,2,2} = \{Y_{1,2,1} \cup \cup(Y_{1,2,2} \setminus Y_{1,2,2}^*)\}$	$Y_{1,2,1} = \{X_{1,2,1} \cup \cup(Y_{1,2,1} \setminus Y_{1,2,1}^*)\}$	$W_{1,2,2} = \{\{\text{Универсальная машина 274-140042}\}, \{M3\}\}$	45 с
1,2,3	82	Уточнение положения надсечки в уступе шлицы нижней части спинки	$Y_{1,2,3} = \{Y_{1,2,2} \cup \cup(Y_{1,2,3} \setminus Y_{1,2,3}^*)\}$	$Y_{1,2,2} = \{Y_{1,2,1} \cup \cup(Y_{1,2,2} \setminus Y_{1,2,2}^*)\}$	$W_{1,2,3} = \{\{\text{Ножницы}\}, \{P1\}\}$	6 с
1,2,4	83	Формование спинки пиджака в области лопаток	$Y_{1,2,4} = \{Y_{1,2,3} \cup \cup(Y_{1,2,4} \setminus Y_{1,2,4}^*)\}$	$Y_{1,2,3} = \{Y_{1,2,2} \cup \cup(Y_{1,2,3} \setminus Y_{1,2,3}^*)\}$	$W_{1,2,4} = \{\{\text{Пресс CS-371 КМД-1+22-118}\}, \{P3\}\}$	33 с
1,2,5	84	Прокладывание в верхнюю часть спинки клеевой прокладки	$Y_{1,2,5} = \{Y_{1,2,4} \cup X'_{1,2,5} \cup \cup(Y_{1,2,5} \setminus Y_{1,2,5}^*)\}$	$Y_{1,2,4} \cup X'_{1,2,5};$ $X'_{1,2,5} = \{\text{Клеевая прокладка верхней части спинки}\}$	$W_{1,2,5} = \{\{\text{Утюжильный стол CS-394 KE+1392}\}, \{Y2\}\}$	35 с
1,2,6	85	Притачивание клеевой прокладки по горловине спинки	$Y_{1,2,6} = \{Y_{1,2,5} \cup \cup(Y_{1,2,6} \setminus Y_{1,2,6}^*)\}$	$Y_{1,2,5} = \{Y_{1,2,4} \cup X'_{1,2,5} \cup \cup(Y_{1,2,5} \setminus Y_{1,2,5}^*)\}$	$W_{1,2,6} = \{\{\text{Универсальная машина DDL 9000}\}, \{M2\}\}$	5 с

Одним из отличий содержательных сторон текущей таблицы 14 от предыдущей таблицы 13 является то, что в графе «Индекс» приводятся значения индексной последовательности, включающей уже две позиции для целостного концепта и три позиции для каждого из частных концептов. Подобная разница в количестве позиций индексных последовательностей соответствующих концептов объясняется тем, что декомпозиции подвергается целостный концепт, который относится ко второму уровню декомпозиционной структуры данной технологии, а в результате получают частные концепты, которые относятся к числу концептов, определяющих в общей массе третий уровень декомпозиционной структуры технологии. Частные концепты всех унифицированных декомпозиционных конструкций в вершинах с предварительно

сформированными концептами, относящихся ко второму уровню декомпозиционной структуры технологии (см. таблицу 13), определяют третий уровень декомпозиционной структуры рассматриваемой технологии изготовления мужского пиджака.

Другое важное отличие содержимого таблицы 14 от содержимого как таблицы 12, так и таблицы 13, заключается в том, что в основании последней обсуждаемой унифицированной декомпозиционной конструкции располагаются частные концепты, все из которых являются полностью сформированными и связанными между собой. Это означает, что для данной унифицированной декомпозиционной конструкции выполнено условие запуска этапа восходящего проектирования. В результате предварительно сформированный целостный концепт «Обработка спинки с талоном» становится полностью сформированным. Методологической основой, определяющей этот переход, являются уже аксиоматические свойства 6-8, дополненные положением утверждения 6.

На рисунке 45 представлен фрагмент унифицированной декомпозиционной конструкции в вершине с уже полностью сформированным концептом «Обработка спинки с талоном» в программном средстве OntoTechnology.

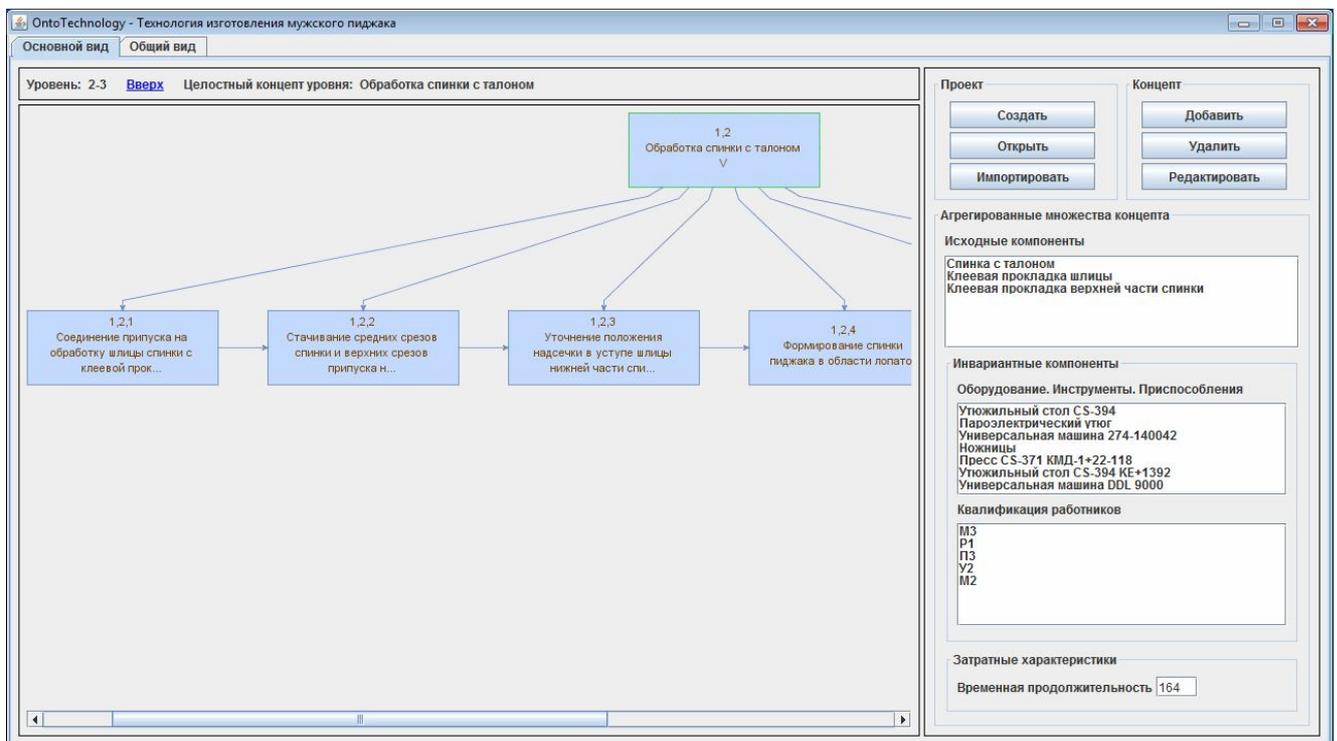


Рисунок 45. Фрагмент унифицированной декомпозиционной конструкции в вершине с уже полностью сформированным концептом «Обработка спинки с талоном»

В правой части рисунка 45 представлены полученные множества целостного концепта «Обработка спинки с талоном»: множество исходных компонентов, множество инвариантных компонентов (с подмножествами «Оборудование. Инструменты. Приспособления» и «Квалификация работников») и множество затратных характеристик. Каждое из этих множеств получено в результате выполнения аксиоматических свойств 6-8 для рассматриваемой унифицированной декомпозиционной конструкции. Завершается же этап её восходящего проектирования выполнением утверждения 6. Элементы полученных множеств концепта «Обработка спинки с талоном» отражены в таблице 15, которая является, в части данного концепта, содержательно дополненным фрагментом таблицы 13.

Таблица 15 – Фрагмент табличного представления унифицированной декомпозиционной конструкции в вершине с предварительно сформированным концептом «Монтаж» и в основании с уже полностью сформированным концептом «Обработка спинки с талоном»

Индекс	Номер	ТР	Y	X	W	H
1	-	Монтаж	$Y_1 = \{\text{Обработанный мужской пиджак}\};$ $Y_1 = \bigcup_{\beta=1}^{52} Y_{1,\beta}$	-	-	-
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
1,2	-	Обработка спинки с талоном	$Y_{1,2} = \{\text{Обработанная спинка с талоном}\}$	$X_{1,2} = \{\text{Клеевая прокладка шлицы, спинка с талоном, клеевая прокладка верхней части спинки}\}$	$W_{1,2} = \{\{\text{Утюжильный стол CS-394, парозлектрический утюг, универсальная машина 274-140042, ножницы, пресс CS-371 КМД-1+22-118, утюжильный стол CS-394 KE+1392, универсальная машина DDL 9000}, \{\text{ПЗ, МЗ, P1, У2, M2}\}\}$	164 с
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
1,52	174	Чистка пиджака от оставшихся концов ниток и другого производственного мусора	$Y_{1,52} = \{Y_{1,51} \cup \cup (Y_{1,52} \setminus Y_{1,52}^*)\}$	$Y_{1,51} = \{Y_{1,50} \cup \cup (Y_{1,51} \setminus Y_{1,51}^*)\}$	P1	51 с

Важно отметить, что для множеств исходных и инвариантных компонентов реализуется процесс агрегирования, а для множества затратных характеристик справедливо выполнение свойства аддитивности. Так для полностью сформированного целостного концепта «Обработка спинки с талоном» множества  $X_{1,2} = \{\text{Клеевая прокладка шлицы, спинка с талоном, клеевая прокладка верхней части спинки}\}$  и  $W_{1,2} = \{\{\text{Утюжильный стол CS-394, пароэлектрический утюг, универсальная машина 274-140042, ножницы, пресс CS-371 КМД-1+22-118, утюжильный стол CS-394 KE+1392, универсальная машина DDL 9000}\}, \{ПЗ, МЗ, Р1, У2, М2\}\}$  получены первым способом, а множество  $H_{1,2} = \{164\}$  с – вторым способом. Разница заключается в том, что в первом случае происходит объединение элементов, а во втором случае – сложение значений элементов, при этом все эти элементы как в 1-ом, так и во 2-ом случаях относятся к соответствующим множествам и подмножествам всех полностью сформированных частных концептов обсуждаемой унифицированной декомпозиционной конструкции.

Успешным окончанием этапа восходящего проектирования заканчивается цикл процедур по формированию унифицированной декомпозиционной конструкции в вершине с уже полностью сформированным концептом «Обработка спинки с талоном». Подобным образом, в три этапа, реализуется процесс формирования любой унифицированной декомпозиционной конструкции в вершине с соответствующим полностью сформированным концептом в составе совокупной декомпозиционной структуры описываемой технологии изготовления мужского пиджака.

На рисунке 46 представлен в очередной раз фрагмент унифицированной декомпозиционной конструкции в вершине с предварительно сформированным концептом «Монтаж» в программном средстве OntoTechnology, однако в отличие от рисунка 44 в числе концептов, определяющих основание этой унифицированной декомпозиционной конструкции, располагается уже полностью сформированный концепт «Обработка спинки с талоном» (изменился в цвете).

В результате того факта, что концепт «Обработка спинки с талоном» стал полностью сформированным, для него начинает выполняться положение утверждения 2 (см. главу 2), а в случае получения, после аналогичного цикла процедур, полностью сформированного концепта «Соединение обработанных полочек с талонами с бортовой прокладкой» будет реализовано положение утверждения 3 (см. таблицу 13). Выполнение условий обозначенных теоретических положений для подобного рода концептов, будет способствовать постепенному завершению этапа внутриуровневого проектирования унифицированной декомпозиционной конструкции в вершине с предварительно сформированным концептом «Монтаж».

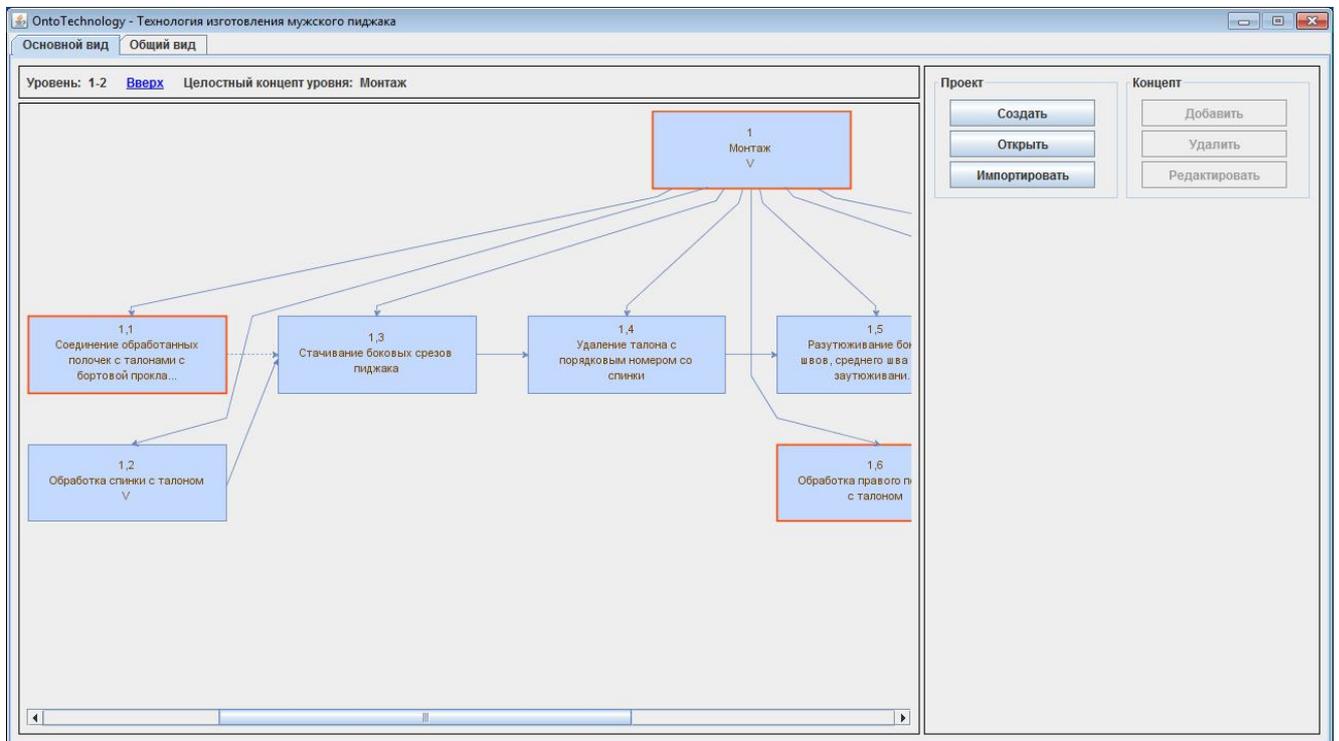


Рисунок 46. Фрагмент унифицированной декомпозиционной конструкции в вершине с предварительно сформированным концептом «Монтаж» и в основании с уже полностью сформированным концептом «Обработка спинки с талоном»

Итоговым результатом этого развёрнутого описания и, как следствие, целью многоитерационного процесса построения онтологического представления технологии изготовления мужского пиджака является получение элементов множеств полностью сформированного целостного концепта «Изготовление мужского пиджака», который располагается в вершине соответствующей унифицированной декомпозиционной конструкции и одновременно является

корневым концептом всей декомпозиционной структуры технологии (см. таблицу П.А.36). Получение подобных сведений для технологий посредством постулатов предложенного метода и механизмов разработанного программного средства позволит реализовывать их анонсирование в автоматизированном и в автоматическом режимах с позиций как используемой и необходимой компонентной базы, так и суммарных затратных характеристик, все из которых, в конечном счёте, определяют процесс производства заданной результирующей продукции.

Стоит отметить, что аналогичным образом будут производиться построения формализованных описаний всех иных обсуждаемых технологий – технологий изготовления мужского пальто и мужских брюк, технологий механической обработки детали типа «Винт» и строительства кирпичного жилого дома.

#### **4.2. Количественный расчет показателей качества формализованного описания и анализа технологий**

Согласно аналитическим описаниям всех этих показателей, которые представлены в главе 2, предлагается произвести их количественный расчет для всех рассматриваемых технологий. Речь идёт о технологии изготовления мужского пиджака (ТИМ пиджака), о технологии изготовления мужского пальто (ТИМ пальто), о технологии изготовления мужских брюк (ТИМ брюк), о технологии строительства кирпичного жилого дома (ТСКЖ дома) и о технологии механической обработки детали типа «Винт» (ТМОД «Винт»).

##### I. Количественный расчет показателей качества формализованного описания технологий.

А) Определение коэффициента содержательной полноты концептов:

- для ТИМ пиджака  $K_{полн} = \frac{204}{186} = 1,097$  ;
- для ТИМ пальто  $K_{полн} = \frac{197}{185} = 1,065$  ;

- для ТИМ брюк  $K_{полн} = \frac{132}{119} = 1,109$ ;
- для ТСКЖ дома  $K_{полн} = \frac{71}{63} = 1,127$ ;
- для ТМОД «Винт»  $K_{полн} = \frac{41}{35} = 1,171$ .

#### Б) Определение коэффициента явной связности концептов:

- для ТИМ пиджака  $K_{связ} = \frac{184+203}{167+0} = \frac{387}{167} = 2,317$ ;
- для ТИМ пальто  $K_{связ} = \frac{181+196}{170+0} = \frac{377}{170} = 2,218$ ;
- для ТИМ брюк  $K_{связ} = \frac{117+131}{105+0} = \frac{248}{105} = 2,362$ ;
- для ТСКЖ дома  $K_{связ} = \frac{62+70}{55+0} = \frac{132}{55} = 2,4$ ;
- для ТМОД «Винт»  $K_{связ} = \frac{34+40}{29+0} = \frac{74}{29} = 2,552$ .

Полученные значения коэффициентов  $K_{полн}$  и  $K_{связ}$  для рассматриваемых технологий свидетельствуют о даваемом преимуществе формализованных описаний технологий над их альтернативными текстовыми описаниями: по показателю  $K_{полн}$  – от 6,5% до 17,1%, а по показателю  $K_{связ}$  – более чем в 2 раза.

### II. Количественный расчет показателей анализа технологий.

#### 1) Определение коэффициента неразветвленности:

- для ТИМ пиджака  $K_{неразветвл} = \frac{104}{204} = 0,51$ ;
- для ТИМ пальто  $K_{неразветвл} = \frac{123}{197} = 0,624$ ;
- для ТИМ брюк  $K_{неразветвл} = \frac{84}{132} = 0,636$ ;
- для ТСКЖ дома  $K_{неразветвл} = \frac{71}{71} = 1$ ;
- для ТМОД «Винт»  $K_{неразветвл} = \frac{41}{41} = 1$ .

Таким образом, чем большее количество концептов декомпозиционной структуры технологии участвует в образовании основного маршрута реализации технологии, тем ближе значение показателя  $K_{\text{неразветвл}}$  к единичному значению.

2) Определение коэффициента концентрированности:

- для ТИМ пиджака  $K_{\text{концентрир}} = \frac{52}{204} = 0,255$ ;
- для ТИМ пальто  $K_{\text{концентрир}} = \frac{87}{197} = 0,442$ ;
- для ТИМ брюк  $K_{\text{концентрир}} = \frac{44}{132} = 0,333$ ;
- для ТСКЖ дома  $K_{\text{концентрир}} = \frac{13}{71} = 0,183$ ;
- для ТМОД «Винт»  $K_{\text{концентрир}} = \frac{18}{41} = 0,439$ .

Получается, что чем большее количество концептов декомпозиционной структуры технологии участвует в образовании наидлиннейшего уровня декомпозиции среди всех унифицированных декомпозиционных конструкций декомпозиционной структуры технологии, то тем ближе значение показателя  $K_{\text{концентрир}}$  к единичному значению.

3) Определение коэффициента сгруппированности:

- для ТИМ пиджака  $K_{\text{сгруппир}} = \frac{18}{204} = 0,088$ ;
- для ТИМ пальто  $K_{\text{сгруппир}} = \frac{12}{197} = 0,06$ ;
- для ТИМ брюк  $K_{\text{сгруппир}} = \frac{13}{132} = 0,098$ ;
- для ТСКЖ дома  $K_{\text{сгруппир}} = \frac{8}{71} = 0,113$ ;
- для ТМОД «Винт»  $K_{\text{сгруппир}} = \frac{6}{41} = 0,146$ .

Таким образом, чем меньшее количество концептов декомпозиционной структуры технологии распределено по целостным концептам унифицированных

декомпозиционных конструкций декомпозиционной структуры технологии, тем ближе значение показателя  $K_{сгруппир}$  к 0,5 (см. главу 2).

#### 4) Определение коэффициента механизированности:

- для ТИМ пиджака  $K_{механизир} = \frac{148}{204} = 0,725$ ;
- для ТИМ пальто  $K_{механизир} = \frac{129}{197} = 0,655$ ;
- для ТИМ брюк  $K_{механизир} = \frac{96}{132} = 0,727$ ;
- для ТСКЖ дома  $K_{механизир} = \frac{27}{71} = 0,38$ ;
- для ТМОД «Винт»  $K_{механизир} = \frac{41}{41} = 1$ .

Получается, что чем большая доля концептов декомпозиционной структуры технологии обеспечивает реализацию технологии при помощи оборудования, то тем ближе значение показателя  $K_{механизир}$  к единичному значению.

#### 5) Определение коэффициента сторонних включений:

- для ТИМ пиджака  $K_{стор.включ.} = \frac{58}{204} = 0,284$ ;
- для ТИМ пальто  $K_{стор.включ.} = \frac{58}{197} = 0,294$ ;
- для ТИМ брюк  $K_{стор.включ.} = \frac{41}{132} = 0,311$ ;
- для ТСКЖ дома  $K_{стор.включ.} = \frac{65}{71} = 0,915$ ;
- для ТМОД «Винт»  $K_{стор.включ.} = \frac{7}{41} = 0,171$ .

Таким образом, чем большая доля концептов декомпозиционной структуры технологии обеспечивает корректную реализацию технологии путём привнесения сторонних включений извне, тем ближе значение показателя  $K_{стор.включ.}$  к единичному значению.

По результатам сделанных расчётов можно представить сводную таблицу значений всех показателей (таблица 16), посредством которых проводится анализ рассматриваемых технологий.

Таблица 16 – Расчётные значения показателей анализа технологий

Наименование технологий	Расчётный показатель	$K_{\text{неразветвл}}$	$K_{\text{концентрир}}$	$K_{\text{сгруппир}}$	$K_{\text{механизир}}$	$K_{\text{стор. включ.}}$
ТИМ пиджака		0,51	0,255	0,088	0,725	0,284
ТИМ пальто		0,624	0,442	0,06	0,655	0,294
ТИМ брюк		0,636	0,333	0,098	0,727	0,311
ТСКЖ дома		1	0,183	0,113	0,38	0,915
ТМОД «Винт»		1	0,439	0,146	1	0,171

Таким образом, формализованное описание рассматриваемых технологий в полной мере отвечает выдвинутым критериям качества в виде содержательной полноты и явной связности концептов по сравнению с их альтернативными текстовыми описаниями, а разработанные модели и алгоритмы способствуют эффективному проведению анализа технологий.

#### Выводы по главе 4

В главе приведены прикладные аспекты исследования полученных результатов, связанные с экспериментальным построением формализованного описания технологий на основе предложенного метода с использованием возможностей *OntoTechnology* и расчетом показателей качества формализованного описания и анализа технологий.

Посредством поэтапного комбинированного проектирования унифицированных декомпозиционных конструкций, используя возможности *OntoTechnology*, построено онтологическое представление каждой из рассматриваемых технологий. Результаты экспериментов подтверждают, что настоящее программное средство успешно реализует построение формализованного описания технологий.

Определение показателей содержательной полноты и явной связности концептов позволяет оценить качество формализованного описания рассматриваемых технологий в количественном выражении. Для первого случая расчётные значения свидетельствуют о получаемом преимуществе от 6,5% до 17,1%, а для второго – более чем в 2 раза. По результатам иных расчётов представлена сводная таблица значений показателей, посредством которых в работе проведен уже анализ выбранных технологий.

Таким образом, формализованное описание рассматриваемых технологий в полной мере отвечает выдвинутым критериям качества в виде содержательной полноты и явной связности концептов по сравнению с их альтернативными текстовыми описаниями, а разработанные модели и алгоритмы способствуют эффективному проведению анализа технологий.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В диссертационной работе решена задача построения формализованного описания технологий, обеспечивающего реализацию конструктивного процесса по формированию онтологических представлений технологий, что позволило получить инструментарий для проведения анализа технологий. В ходе исследования получены следующие основные результаты:

1. Модель концепта технологического действия, которая идентифицирует технологические действия в качестве целостных концептуальных образований;
2. Модель формализованного описания технологий, которая обеспечивает однозначность перехода от вербальных описаний технологий к их онтологическим представлениям;
3. Алгоритмы построения формализованного описания технологий, которые реализуют логические процедуры автоматизированного и автоматического конструирования онтологических представлений технологий;
4. Показатели качества формализованного описания и анализа технологий с результатами соответствующих расчётов, которые отражают в количественном выражении их особенности.

Разработанные модели и алгоритмы формализованного описания технологий, и иллюстрирующее их работоспособность программное средство могут послужить основой для создания инструментов компьютерного оперирования технологическими знаниями с целью повышения эффективности решения широкого круга прикладных задач: построения специализированных хранилищ описания технологий, осуществления подбора наиболее подходящих технологий, проведения анализа экспертных исследований технологий, разработки учебно-методических и тренажерных комплексов, а также стать основой для поддержки процессов синтеза технологий.

Полученные результаты соответствуют п. 3 «Разработка критериев и моделей описания и оценки эффективности решения задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации»,

п. 4 «Разработка методов и алгоритмов решения задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации»,  
п. 8 «Теоретико-множественный и теоретико-информационный анализ сложных систем» паспорта специальности 05.13.01 «Системный анализ, управление и обработка информации (технические системы)».

**СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ**

ARIS – ARchitecture of integrated Information Systems

СМАР – Concept MAP

eEPC – extended Event-driven Process Chain

IDEF – Integrated DEFinition

Java IDE – Java Integrated Development Environment

Java SE – Java Standard Edition

JFC – Java Foundation Classes

JGraphX – Java Graph X

ORM – Object-Relational Mapping

OSTD – Object State Transition Description

PFD – Process Flow Description

PostgreSQL – Postgres Structured Query Language

SA-блок – Structured Analysis блок

SADT – Structured Analysis and Design Technique

SUMO – Standard Upper Merged Ontology

UML – Unified Modeling Language

XML – eXtensible Markup Language

1NF – First Normal Form

2NF – Second Normal Form

3NF – Third Normal Form

ГОСТ – ГОсударственный СТАндарт

ДРАКОН – Дружелюбный Русский Алгоритмический язык, Который

Обеспечивает Наглядность

ОСТ – Отраслевой СТАндарт

СУБД – Система Управления Базами Данных

ТИМ пиджака – Технология Изготовления Мужского пиджака

ТИМ пальто – Технология Изготовления Мужского пальто

ТИМ брюк – Технология Изготовления Мужских брюк

ТСКЖ дома – Технология Строительства Кирпичного Жилого дома

ТМОД «Винт» – Технология Механической Обработки Детали типа «Винт»

ЭВМ – Электронная Вычислительная Машина

ЯСОТ – Язык Структурного Отображения Технологии

А2 – Автоматчик 2 разряда

А3 – Автоматчик 3 разряда

М1 – Моторист 1 разряда

М2 – Моторист 2 разряда

М3 – Моторист 3 разряда

М4 – Моторист 4 разряда

П3 – Прессовщик 3 разряда

П4 – Прессовщик 4 разряда

П5 – Прессовщик 5 разряда

Р1 – Раскройщик 1 разряда

Р2 – Раскройщик 2 разряда

Р3 – Раскройщик 3 разряда

Р4 – Раскройщик 4 разряда

С1 – Сметальщик 1 разряда

С2 – Сметальщик 2 разряда

С3 – Сметальщик 3 разряда

С4 – Сметальщик 4 разряда

С5 – Сметальщик 5 разряда

У2 – Утюжильщик 2 разряда

У3 – Утюжильщик 3 разряда

У4 – Утюжильщик 4 разряда

У5 – Утюжильщик 5 разряда

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Лепский, В. Е. Рефлексивно-активные среды инновационного развития [Текст]: монография / В. Е. Лепский. – М.: Когито-Центр, 2010. – 255 с.
2. Плотинский, Ю. М. Проблемы развития общества знаний: социокогнитивный подход [Текст] / Ю. М. Плотинский // Информационное общество. – 2008. – Вып. 5–6. – С. 43–50.
3. Махотин, Д. А. Технологические знания в современном образовании [Текст] / Д. А. Махотин // Вестник Московского государственного областного университета. Сер. Педагогика. – 2010. – № 2. – С. 116–121.
4. Шумилкин, Н. Н. Методология технологического знания [Текст] / Н. Н. Шумилкин // Теория и практика общественного развития. – 2011. – № 2. – С. 161–167.
5. Андреев, Д. А. О проблеме сохранения технологических знаний [Текст] / Д. А. Андреев, И. В. Антонов, М. В. Воронов // Инженерное образование в России и государствах – участников СНГ: Проблемы и перспективы развития: Сборник докладов участников XVII академических чтений МАН ВШ. – Звенигород, 2011. – С. 32–39.
6. Московченко, А. Д. Фундаментальное и технологическое знание в инженерно-техническом образовании XXI века [Текст] / А. Д. Московченко // Инженерное образование. – 2005. – № 3. – С. 26–29.
7. Смирнов, Ю. М. Вопросы подготовки кадрового обеспечения в современных требованиях повышения качества и конкурентоспособности продукции [Текст] / Ю. М. Смирнов, В. Л. Коблов, Е. А. Фролова // Вопросы радиоэлектроники. – 2012. – Т. 2. – № 1. – С. 169–176.
8. Ходаковский, В. А. Анализ основных причин снижения качества инженерного образования в вузах РФ и СНГ [Текст] / В. А. Ходаковский, П. В. Герасименко // Инженерное образование в России и государствах – участников СНГ: Проблемы и перспективы развития: Сборник докладов участников XVII академических чтений МАН ВШ. – Звенигород, 2011.

9. Спивак, В. И. Концепция «технологического знания» У. Уэвелла [Текст] / В. И. Спивак // Известия Российского государственного педагогического университета им. А. И. Герцена. – 2007. – Т. 9. – № 46. – С. 18–27.
10. Большой российский энциклопедический словарь [Текст] / под. ред. А. Е. Махова, Л. И. Петровской, В. М. Смолкина. – М.: Дрофа, 2009. – 1887 с.
11. Большой энциклопедический политехнический словарь [Электронный ресурс] / под ред. А. Ю. Ишлинского. – Электрон. дан. – М.: МультиТрейд, 2004. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).
12. Суворов, А. И. О понятиях “технология”, “информационная технология” и “новая информационная технология” [Электронный ресурс] / А. И. Суворов // Программные системы и продукты. – 1996. – № 2. – Режим доступа: <http://www.swsys.ru/index.php?page=article&id=1077>.
13. Садовский, В. В. Производственные технологии [Текст]: учебник / В. В. Садовский, М. В. Самойлов, Н. П. Кохно и др.; под ред. В. В. Садовского. – Минск: БГЭУ, 2008. – 431 с.
14. Андреев, Д. А. Информационный аспект формализованного описания технологических процессов [Текст] / Д. А. Андреев // Труды Псковского политехнического института. Сер. Машиностроение. Электротехника. – 2011. – № 14.3. – С. 327–330.
15. Андреев, Д. А. Способы формализованного описания технологий: попытка обзора [Текст] / Д. А. Андреев // Труды Псковского политехнического института. Сер. Машиностроение. Электротехника. – 2011. – № 15.3. – С. 291–297.
16. Андреев, Д. А. К вопросу о формализации технологических знаний [Текст] / Д. А. Андреев // Математическое моделирование в образовании, науке и производстве: Тезисы VII международной конференции. – Тирасполь, 2011. – С. 130–131.
17. Воронов, М. В. Система формализации технологических знаний [Текст] / М. В. Воронов // Труды факультета информационных технологий МГППУ. – 2009. – Вып. 4. – С. 4–18.

18. Горнев, В. Ф. Моделирование технологических и производственных процессов [Текст]: учебное пособие / В. Ф. Горнев. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. – 61с.
19. Егошина, Т. В. Формализация описания технологических процессов в АСУ [Текст]: препринт ИФВЭ 96-43 / Т. В. Егошина. – Протвино: ГНЦ РФ ИФВЭ, 1996. – 7 с.
20. Крылов, С. М. Формальная технология и эволюция [Текст]: монография / С. М. Крылов. – Самара: СамГТУ, 2012. – 324 с.
21. Матюшкин, И. В. Концептуализация понятия технологии [Текст] / И. В. Матюшкин // Исследовано в России. – 2000. – Т. 3. – С. 786–797.
22. Нестеренко, А. К. Формализация потоков работ и её применение [Текст]: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.13.18 / Нестеренко Алексей Константинович. – Москва, 2007. – 20 с.
23. Пименов, В. И. Методология формализации знаний о технологических процессах [Текст] / В. И. Пименов // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Сер. 1, Естественные и технические науки. – 2010. – № 2. – С. 45–50.
24. Рейнгольд, Л. А. Структурирование информации в задачах совершенствования технологии управления социально-экономическими процессами на основе системы унифицированных показателей [Текст]: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.13.10 / Рейнгольд Леонид Александрович. – Москва, 2005. – 16 с.
25. Романенко, В. Н. Принципы общей теории технологий [Текст]: монография / В. Н. Романенко. – СПб.: СПбГАСУ, 1994. – 52 с.
26. Koller, R. Prinziplösungen zur konstruktion technischer produkte [Text] / R. Koller, N. Kastrup. – Berlin: Springer, 1994. – 476 p.
27. Van Wyk, R. J. Technology: a fundamental structure [Text] / R. J. van Wyk // Knowledge, Technology, and Policy. – 2002. – Vol. 15. – No. 3. – P. 14–35.
28. Смирнов, Ю. М. Современные проблемы автоматизации и управления [Текст] / Ю. М. Смирнов, А. А. Салангин, В. П. Шкодырев. СПб.: Изд-во Политех. ун-та, 2010. – 148 с.

29. Александров, В. В. Феномен идентификации [Текст] / В. В. Александров, С. В. Кулешов, Б. Шаннаг // Труды СПИИРАН. – 2009. – Вып. 11. – С. 52–62.
30. Воробьёв, В. И. Автоматизация разработки грид-приложений [Текст] / И. В. Воробьёв, А. А. Бабошин // Труды СПИИРАН. – 2008. – Вып. 7. – С. 70–74.
31. Гаврилова, Т. А. Использование моделей инженерии знаний для подготовки специалистов в области информационных технологий [Текст] / Т. А. Гаврилова, И. А. Лещева, Д. В. Кудрявцев // Системное программирование. – 2012. – Т. 7. – № 1. – С. 90–105.
32. Городецкий, В. И. Сценарная модель и язык описания знаний для оценки и прогнозирования ситуаций [Текст] / В. И. Городецкий, Д. В. Троцкий // Труды СПИИРАН. – 2009. – Вып. 8. – С. 94–127.
33. Евгениев, Г. Б. Онтологическая методология создания интеллектуальных систем в машиностроении [Текст] / Г. Б. Евгениев // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. – 2014. – Вып. 6 (651). – С. 39–47.
34. Котенко, И. В. Построение модели данных для системы моделирования сетевых атак на основе онтологического подхода [Текст] / И. В. Котенко, О. В. Полубелова, А. А. Чечулин // Труды СПИИРАН. – 2013. – Вып. 3 (26). – С. 26–39.
35. Микони, С. В. Общие диагностические базы знаний вычислительных систем [Текст]: монография / С. В. Микони. – СПб.: СПИИРАН, 1992. – 234 с.
36. Никаноров, С. П. Введение в аппарат ступеней множеств и его применение. Серия «Концептуальный анализ и проектирование». Математический аппарат [Текст] / С. П. Никаноров. – М.: Концепт, 2010. – 188 с.
37. Норенков, И. П. Документальные базы знаний на основе онтологии [Текст] / И. П. Норенков // Информационные технологии. – 2011. – № 2. – С. 11–16.
38. Рубашкин, В. Ш. Онтологическая семантика. Знания. Онтологии. Онтологически ориентированные методы информационного анализа текстов [Текст] / В. Ш. Рубашкин. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2012. – 348 с.

39. Смирнов, А. В. Основные принципы организации систем быстрой интеграции знаний [Текст] / А. В. Смирнов, М. П. Пашкин, Т. В. Левашова, Н. Г. Шилов // Труды СПИИРАН. – 2002. – Вып. 1. – Т. 2. – С. 38–50.
40. Соколов, Б. В. Концептуальные основы обобщенного описания моделей и полимодельных комплексов [Текст] / Б. В. Соколов, Р. М. Юсупов // Мехатроника, автоматизация, управление. – 2004. – № 9. – С. 2–9.
41. Хорошевский, В. Ф. Пространства знаний в сети Интернет и Semantic Web. Часть 3 [Текст] / В. Ф. Хорошевский // Искусственный интеллект и принятие решений. – 2012. – № 1. – С. 3–38.
42. Соколов, Б. В. Квалиметрия моделей и полимодельных комплексов: концептуальные основы и пути развития [Текст] / Б. В. Соколов, Р. М. Юсупов // Мехатроника, автоматизация, управление. – 2004. – № 12. – С. 2–10.
43. Gruber, T. R. Toward Principles for the design of ontologies used for knowledge sharing [Text] / T. R. Gruber // International journal human-computer studies. – 1992. – Vol. 43. – P. 907–928.
44. Staab, S. Handbook on ontologies [Text] / S. Staab, R. Studer. – Berlin: Springer, 2004. – 659 p.
45. Андреев, Д. А. Проблемы формализации технологических знаний [Текст] / Д. А. Андреев, М. В. Воронов // Нейрокомпьютеры и их применение: Тезисы докладов XI всероссийской научной конференции. – Москва, 2013. – С. 31–32.
46. ОСТ 64–02–003–2002. Продукция медицинской промышленности. Технологические регламенты производства [Текст]. – Взамен ОСТ 42–505–96; введ. 2003–15–04. – М.: Изд-во стандартов, 2002. – 83 с.
47. Положение о технологических регламентах производства продукции на предприятиях химического комплекса [Текст]: утв. зам. мин. экономики Рос. Федерации Н. Г. Шамраевым 06.05.2000. – М.: Химия, 2000. – 50 с.
48. Власов, В. А. Вопросы моделирования технологического процесса [Текст] / В. А. Власов, И. И. Локтев, И. А. Тихомиров // Известия Томского политехнического университета. – 2005. – Т. 308. – № 6. – С. 90–94.

49. Ходаковский, В. А. Математическое моделирование случайных поверхностей [Текст] / В. А. Ходаковский, К. Н. Войнов, М. А. Шварц // Известия Петербургского университета путей сообщения. – 2010. – № 4 (22). – С. 69-78.
50. Чуркин, Б. С. Теория литейных процессов [Текст]: учебник / Б. С. Чуркин. – Екатеринбург: РГППУ, 2006. – 454 с.
51. Горнев, В. Ф. К технологиям машиностроительных производств XXI-го века [Электронный ресурс] / В. Ф. Горнев // и-Маш: ресурс машиностроения. – Москва, 2007. – Режим доступа: [http://www.i-mash.ru/materials/economy/55-k\\_tekhnologijam\\_mashino\\_stroitelnykh\\_proivodstv\\_xxi.html](http://www.i-mash.ru/materials/economy/55-k_tekhnologijam_mashino_stroitelnykh_proivodstv_xxi.html).
52. Сергеев, К. А. Современный подход к формированию моделей технологических процессов ремонта вагонов [Текст] / К. А. Сергеев // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института железнодорожного транспорта. – 2005. – № 1. – С. 14–16.
53. Устройство цементобетонных покрытий автомобильных дорог [Текст]: сборник технологических карт. – Введ. 1977–01–01. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Оргтрансстрой, 1977. – 109 с.
54. ГОСТ 3.1403–85. Формы и правила оформления документов на технологические процессы и операцииковки и штамповки [Текст]. – Взамен ГОСТ 3.1403–74, ГОСТ 3.1403–77; введ. 1987–01–01. – М.: Изд-во стандартов, 1986. – 17 с.
55. Рейнгольд, Л. А. Использование формализованного языка для структурного анализа технологических процессов [Текст] / Л. А. Рейнгольд // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1986. – № 2. – С. 13–14.
56. Свердлов, С. З. Языки программирования и методы трансляции [Текст]: учебное пособие / С. З. Свердлов. – СПб.: Питер, 2007. – 638 с.
57. Марка, Д. А. Методология структурного анализа и проектирования. SADT [Текст]: пер. с англ. / Д. А. Марка, К. Л. МакГоуэн; предисл. Д. Т. Росса. – М.: Метатехнология, 1993. – 240 с.

58. Черемных, С. В. Структурный анализ систем: IDEF-технологии [Текст] / С. В. Черемных, И. О. Семёнов, В. С. Ручкин. – произв. изд. – М.: Финансы и статистика, 2003. – 208 с.
59. Draft federal information processing standards publication 183 (FIPS 183). Integration definition for function modeling (IDEF0) [Text]. – Effect. 1994–06–30. – Gaithersburg: National institute of standards and technology, 1993. – 116 p.
60. Information integration for concurrent engineering (IICE). IDEF3 Process description capture method report [Text] / R. J. Mayer, C. P. Menzel, M. K. Painter and oth. – Texas: Knowledge based systems inc., 1995. – 224 p.
61. Буч, Г. Язык UML [Текст]: руководство пользователя / Г. Буч, Д. Рамбо, А. Джекобсон; пер. с англ. Н. М. Мухина. – 2-е изд. – М.: ДМК Пресс, 2006. – 496 с.
62. Шеер, А.-В. ARIS – моделирование бизнес-процессов [Текст]: пер. с англ. / А.-В. Шеер. – 3-е изд. – М.: Вильямс, 2009. – 224 с.
63. Паронджанов, В. Д. Как улучшить работу ума: Алгоритмы без программистов – это очень просто! [Текст] / В. Д. Паронджанов. – М.: Дело, 2001. – 360 с.
64. Телемтаев, М. М. Системная технология (системная философия деятельности) [Текст]: монография / М. М. Телемтаев. – Алматы: СТ-Инфорсервис, 1999. – 336 с.
65. Крылов, С. М. Формальная технология в философии, технике, биоэволюции и социологии [Текст]: монография / С. М. Крылов. – Самара: СамГТУ, 1997. – 180 с.
66. Паронджанов, В. Д. Язык ДРАКОН [Электронный ресурс]: краткое описание / В. Д. Паронджанов. – Москва, 2009. – Режим доступа: <http://drakon-practic.ru/drakon.pdf>.
67. Бок, К. UML 2: модель деятельности и модель действий [Электронный ресурс] / К. Бок // Открытые системы. СУБД. – 2004. – № 2. – Режим доступа: <http://www.osp.ru/os/2004/02/183924/>.
68. Основы онтологии [Текст]: учебное пособие / под ред. Ф. Ф. Вяккерера, В. Г. Иванова, Б. И. Липского, Б. В. Маркова. – СПб.: СПбГУ, 1997. – 280 с.

69. Тузовский, А. Ф. Системы управления знаниями (методы и технологии) [Текст]: монография / А. Ф. Тузовский, С. В. Чириков, В. З. Ямпольский; под общ. ред. В. З. Ямпольского. – Томск: НТЛ, 2005. – 260 с.
70. Норенков, И. П. Интеллектуальные технологии на базе онтологий [Текст] / И. П. Норенков // Информационные технологии. – 2010. – № 1. – С. 17–23.
71. Краткий словарь когнитивных терминов [Текст] / Е. С. Кубрякова, В. З. Демьянков, Ю. Г. Панкрац, Л. Г. Лузина; под общ. ред. Е. С. Кубряковой. – М.: Филол. ф-т МГУ им. М.В. Ломоносова, 1997. – 245 с.
72. Дацюк, С. А. Онтологизации [Электронный ресурс]: интернет-книга / С. А. Дацюк. – Киев, 2009. – Режим доступа:  
[http://lit.lib.ru/d/dacjuk\\_s\\_a/text\\_0030.shtml](http://lit.lib.ru/d/dacjuk_s_a/text_0030.shtml).
73. Гаврилова, Т. А. Базы знаний интеллектуальных систем [Текст]: учебник / Т. А. Гаврилова, В. Ф. Хорошевский. – СПб.: Питер, 2000. – 384 с.
74. Абрамов, А. В. Онтология как метод описания предметных областей [Текст] / А. В. Абрамов // Вестник Московского городского педагогического университета. Сер. Информатика и информатизация образования. – 2006. – № 7. – С. 204–206.
75. Межуев, В. И. Использование онтологий как моделей предметных областей [Текст] / В. И. Межуев // Искусственный интеллект. – 2009. – № 4. – С. 4–11.
76. Константинова, Н. С. Онтологии как системы хранения знаний [Электронный ресурс] / Н. С. Константинова, О. А. Митрофанова // Всероссийский конкурсный отбор обзорно-аналитических статей по приоритетному направлению “Информационно-телекоммуникационные системы”. – Москва, 2008. – 54 с. – Режим доступа:  
<http://window.edu.ru/resource/795/58795/files/68352e2-st08.pdf>.
77. Антонов, И. В. Метод автоматизированного построения онтологии предметной области [Текст]: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.13.01 / Антонов Игорь Вадимович. – Псков, 2011. – 16 с.

78. Овдей, О. М. Обзор инструментов инженерии онтологий [Электронный ресурс] / О. М. Овдей, Г. Ю. Проскудина // Электронные библиотеки. – 2004. – Т. 7. – Вып. 4. – Режим доступа:  
<http://www.elbib.ru/index.phtml?page=elbib/rus/journal/2004/part4/op>.
79. Палагин, А. В. Системно-онтологический анализ предметной области [Текст] / А. В. Палагин, Н. Г. Петренко // Управляющие системы и машины. – 2009. – № 4. – С. 3–14.
80. Sowa, J. F. Conceptual graphs as a universal knowledge representation [Text] / J. F. Sowa // International journal computers & mathematics with applications. – 1992. – Vol. 23. – No. 2–5. – Part 1. – P. 75–94.
81. Niles, I. Towards a standard upper ontology [Text] / I. Niles, A. Pease // Proceedings of the 2nd international conference on formal ontology and information systems (FOIS-2001). – Ogunquit, 2001. – P. 2–9.
82. Артеменко, В. Б. Онтология военных технологий на основе концептуальных карт / В. Б. Артеменко, А. А. Ивлев // Исследовано в России. – 2011. – Т. 14. – С. 285–294.
83. Calvo, R. A. Concept maps as cognitive visualizations of writing assignments [Text] / R. A. Calvo, J. Villalon // Educational technology and society. – 2011. – Vol. 14. – No. 3. – P. 16–27.
84. Кобозева, И. М. Онтология силовых процессов [Текст] / И. М. Кобозева, А. С. Марушкина // Компьютерная лингвистика и интеллектуальные технологии: материалы межд. конф. (Диалог-2010). – Бекасово, 2010. – Вып. 9 (16). – С. 192–199.
85. Евгеньев, Г. Б. Разработка интеллектуальных САПР технологических процессов [Текст] / Г. Б. Евгеньев, Б. В. Кузьмин, А. А. Кокорев // Научная сессия МИФИ–2004: сб. науч. тр. – Москва, 2004. – Т. 3. – С. 43–44.
86. Information integration for concurrent engineering (ИИСЭ). IDEF5 Method Report [Text] / P. C. Benjamin, P. S. deWitte, F. Fillion and oth. – Texas: Knowledge based systems inc., 1994. – 175 p.

87. Шиян, Т. А. Формальная онтология материальных процессов и моделирование глобальных био-социальных образований [Электронный ресурс] / Т. А. Шиян // Математическое моделирование социальных процессов. – 2004. – Вып. 6. – Режим доступа: [http://taras-shiyan.narod.ru/my\\_mamosp/shiyan\\_mamosp\\_6.pdf](http://taras-shiyan.narod.ru/my_mamosp/shiyan_mamosp_6.pdf).
88. Данилова, С. Д. Применение теории процессов в онтологии с активной семантикой [Электронный ресурс] / С. Д. Данилова, Н. Б. Ким // Физико-математические науки и информационные технологии: актуальные проблемы: материалы межд. заочн. научно-практ. конф. – Новосибирск, 2012. – Режим доступа: <http://sibac.info/index.php/2009-07-01-10-21-16/3127-2012-06-19-16-01-49>.
89. Миронов, А. М. Теория процессов [Текст] / А. М. Миронов. – Переславль-Залесский: Ун-т гор. Переславля, 2008. – 345 с.
90. Арутюнова, Н. Д. Язык цели [Текст] / Н. Д. Арутюнова // Логический анализ языка: Модели действия. – Москва, 1992. – С. 14–30.
91. Метод ситуационного анализа и проектирования модели предметной области произвольной природы [Электронный ресурс] / Л. С. Болотова, Ю. В. Мороз, С. С. Смирнов, В. А. Смольянинова // Теоретические вопросы вычислительной техники и программного обеспечения: межвуз. сб. научн. тр. – Москва, 2011. – Режим доступа: [http://www.mtas.ru/bitrix/components/bitrix/forum.interface/show\\_file.php?fid=1937](http://www.mtas.ru/bitrix/components/bitrix/forum.interface/show_file.php?fid=1937).
92. Turchin, V. F. The cybernetic ontology of actions [Text] / V. F. Turchin // Kybernetes. – 1993. – Vol. 22. – No. 2. – P. 10–30.
93. Ольховиков, Г. К. К новым онтологическим предпосылкам логики действия: анализ языка L0 [Текст] / Г. К. Ольховиков // Известия Уральского государственного университета. Сер. 3, Общественные науки. – 2009. – № 3 (69). – С. 5–17.
94. Воронов, М. В. Моделирование слабоструктурированных проблем [Текст]: монография / М. В. Воронов. – М.: СГА, 2010. – 332 с.
95. Першина, Л. Ф. Технология швейного производства [Текст]: учебник / Л. Ф. Першина, С. В. Петрова. – М.: КДУ, 2007. – 416 с.

96. Стаценко, А. С. Технология строительного производства [Текст]: учебное пособие / А. С. Стаценко. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2006. – 416 с.
97. Базров, Б. М. Основы технологии машиностроения [Текст]: учебник / Б. М. Базров. – М.: Машиностроение, 2005. – 736 с.
98. Андреев, Д. А. Методологические аспекты онтологического представления технологических знаний [Текст] / Д. А. Андреев, М. В. Воронов // КИИ-2012: Труды тринадцатой национальной конференции по искусственному интеллекту с международным участием: в 4 т. – Белгород, 2012. – Т. 4. – С. 141–148.
99. Андреев, Д. А. О специфике онтологического представления технологий материального производства [Текст] / Д. А. Андреев, М. В. Воронов // Математическое моделирование в образовании, науке и производстве: Тезисы IX международной конференции. – Тирасполь, 2015. – С. 5–6.
100. Carnap, R. Empiricism, Semantics, and Ontology [Text] / R. Carnap // *Revue Internationale de Philosophie*. – 1950. – Vol. 4. – P. 20–40.
101. Андреев, Д. А. Принципы построения систем формализованного представления знаний о технологических процессах [Текст] / Д. А. Андреев // Высокие интеллектуальные технологии и инновации в национальных исследовательских университетах: Материалы международной научно-методической конференции: в 4 т. – Санкт-Петербург, 2012. – Т. 1. – С. 136–138.
102. Андреев, Д. А. Метод формализованного описания технологий [Текст] / Д. А. Андреев, М. В. Воронов // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Сер. 1, Естественные и технические науки. – 2011. – № 2. – С. 47–51.
103. Никитина, Г. В. Общие технологии [Текст]: монография / Г. В. Никитина, В. Н. Романенко. – СПб.: ИВЭСЭП, 2011. – 276 с.
104. Андреев, Д. А. Модель формализованного описания технологических процессов [Текст] / Д. А. Андреев // Математические методы в технике и

- технологиях: Сборник трудов XXIV международной научной конференции: в 10 т. – Пенза, 2011. – Т. 9. – С. 59–61.
105. Андреев, Д. А. Декомпозиционное представление знаний как основа онтологического инжиниринга технологических процессов [Текст] / Д. А. Андреев // Компьютерные науки и технологии: Сборник трудов второй международной научно-технической конференции. – Белгород, 2011. – С. 140–144.
106. Есперсен, О. Философия грамматики [Текст] / О. Есперсен; пер. с англ. В. В. Пасека и С. П. Сафроновой; под ред. и с предисл. Б. А. Ильиша. – 3-е изд., стер. – М.: Комкнига, 2006. – 408 с.
107. Блинов, А. Л. Формальная онтология действий [Текст] / А. Л. Блинов // Логический анализ языка: Модели действия. – Москва, 1992. – С. 50–55.
108. Андреев, Д. А. Унифицированный подход к представлению структурных компонентов технологических знаний [Текст] / Д. А. Андреев // Информационные и коммуникационные технологии в образовании, науке и производстве: Сборник трудов V международной научно-практической конференции: в 2 ч. – Протвино, 2011. – Ч. 1. – С. 176–178.
109. Андреев, Д. А. Модель однозначной интерпретации концепта в структурированных представлениях технологий [Текст] / Д. А. Андреев // Математические методы в технике и технологиях: Сборник трудов XXV международной научной конференции: в 10 т. – Волгоград, 2012. – Т. 8. – С. 205–207.
110. Андреев, Д. А. Модель концептов действий в онтологических представлениях технологий [Текст] / Д. А. Андреев // Математические методы в технике и технологиях: Сборник трудов XXVII международной научной конференции: в 12 т. – Тамбов, 2014. – Т. 3. – С. 85–87.
111. Сериков, А. Е. Семиотическая модель действия [Текст] / А. Е. Сериков // Социологический журнал. – 2009. – № 1. – С. 19–46.
112. Ким, И. Е. Контролируемость действия: сущность и структура [Текст] / И. Е. Ким // Лингвистический сборник Сибири. – 1999. – Вып. 1. – С. 19–31.

113. Найханова, Л. В. Технология создания методов автоматического построения онтологий с применением генетического и автоматного программирования [Текст]: монография / Л. В. Найханова. – Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2008. – 244 с.
114. Андреев, Д. А. Метод построения онтологий процессов описания технологий [Текст] / Д. А. Андреев, М. В. Воронов // Математические методы в технике и технологиях: Сборник трудов XXIV международной научной конференции: в 10 т. – Пенза, 2011. – Т. 9. – С. 57–59.
115. Андреев, Д. А. Модель онтологического представления технологии [Текст] / Д. А. Андреев, М. В. Воронов, Г. И. Письменский // Интернет и современное общество: Сборник тезисов докладов XIV Всероссийской объединённой конференции. – Санкт-Петербург, 2011. – С. 62–65.
116. Gruber, T. R. A translation approach to portable ontology specifications [Text] / T. R. Gruber // Knowledge acquisition. – 1993. – Vol. 5. – No. 2. – P. 199–220.
117. Мальцева, С. В. Применение онтологических моделей для решения задач идентификации и мониторинга предметных областей [Текст] / С. В. Мальцева // Бизнес-информатика. – 2008. – № 3. – С. 18–24.
118. Добров, Б. В. Транзитивные нетаксономические отношения в онтологическом моделировании [Текст] / Б. В. Добров, Н. В. Лукашевич // Онтологическое моделирование: труды симпозиума. – Звенигород, 2008. – С. 229–259.
119. Андреев, Д. А. Модель унифицированных конструкций описания технологий в их онтологических представлениях [Текст] / Д. А. Андреев, М. В. Воронов // Математические методы в технике и технологиях: Сборник трудов XXVI международной научной конференции: в 10 т. – Нижний Новгород, 2013. – Т. 8. – С. 138–140.
120. Андреев, Д. А. Особенности онтологического инжиниринга технологических знаний [Текст] / Д. А. Андреев, М. В. Воронов // Интернет и современное общество: Сборник тезисов докладов XVI Всероссийской объединённой конференции. – Санкт-Петербург, 2013. – С. 74–76.

121. Андреев, Д. А. Разработка средств формализованного представления знаний [Текст] / Д. А. Андреев, И. В. Антонов, М. В. Воронов // Реализация интеллектуального и технологического потенциала университетской и прикладной науки в построении экономики, основанной на знаниях: Материалы конференции XII Международного форума «Высокие технологии XXI века». – Москва, 2011. – С. 123–126.
122. Андреев, Д. А. Процедурный механизм конструирования онтологических представлений декомпозиционных структур технологий [Текст] / Д. А. Андреев, М. В. Воронов // Интернет и современное общество: Сборник тезисов докладов XV Всероссийской объединённой конференции. – Санкт-Петербург, 2012. – С. 37–40.
123. Андреев, Д. А. Метод построения онтологии технологических действий [Текст] / Д. А. Андреев, М. В. Воронов // Вестник Саратовского государственного технического университета. – 2012. – № 3 (67). – С. 160–168.
124. Андреев, Д. А. Моделирование темпоральных отношений в онтологиях технологических действий [Текст] / Д. А. Андреев // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. – 2013. – № 3 (299). – С. 40–49.
125. Андреев, Д. А. Алгоритм построения декомпозиционной структуры технологии прикладной области знаний [Текст] / Д. А. Андреев, М. В. Воронов // Математическое моделирование в образовании, науке и производстве: Тезисы VIII международной конференции. – Тирасполь, 2013. – С. 6–8.
126. Андреев, Д. А. Системно-онтологический подход к машинному описанию компонентной среды технологических процессов [Текст] / Д. А. Андреев, И. В. Антонов // Промышленные АСУ и контроллеры. – 2012. – № 9. – С. 29–34.
127. Антонов, И. В. Метод построения онтологии предметной области [Текст] / И. В. Антонов, М. В. Воронов // Вестник Санкт-Петербургского

- государственного университета технологии и дизайна. Сер. 1, Естественные и технические науки. – 2010. – № 2. – С. 28–32.
128. Антонов, И. В. Методы анализа данных в задачах автоматизации построения онтологии предметной области [Текст] / И. В. Антонов, М. В. Воронов // Дистанционное и виртуальное обучение. – 2011. – № 8. – С. 19–35.
129. Андреев, Д. А. Метод онтологического моделирования предметных областей технологических знаний [Текст] / Д. А. Андреев, М. В. Воронов // Математические методы в технике и технологиях: Сборник трудов XXV международной научной конференции: в 10 т. – Волгоград, 2012. – Т. 5. – С. 35–36.
130. Андреев, Д. А. Моделирование социально-экономических технологий [Текст] / Д. А. Андреев, М. В. Воронов // Современные проблемы моделирования социально-экономических систем: Материалы IV международной научно-практической конференции. – Харьков, 2012. – С. 294–295.
131. Соколов, Б. В. Концептуальные основы оценивания и анализа качества моделей и полимодельных комплексов [Текст] / Б. В. Соколов, Р. М. Юсупов // Известия РАН. Теория и системы управления. – 2004. – № 6. – С. 5–16.
132. Пожбелко, В. И. Метод топологического структурного анализа и новые критерии идентификации сложных многоконтурных механических систем [Текст] / В. И. Пожбелко // Теория механизмов и машин. – 2014. – Т. 12. – № 2 (24). – С. 50–65.
133. Структурно-топологические характеристики систем [Электронный ресурс] // Программирование и операционные системы. – Режим доступа: <http://vscode.ru/articles/struct-topolog-charact-system.html>.
134. Андрич, О. Ф. Исследование методов оценки качества готовых онтологических моделей [Электронный ресурс] / О. Ф. Андрич, Л. А. Макушкина // Современные научные исследования и инновации. – 2014. – № 3. – Режим доступа: <http://web.snauka.ru/issues/2014/03/31194>.

135. Гаврилова, Т. А. Оценка когнитивной эргономичности онтологии на основе анализа графа [Текст] / Т. А. Гаврилова, В. А. Горовой, Е. С. Болотникова // Искусственный интеллект и принятие решений. – 2009. – № 3. – С. 33–41.
136. Макушкина, Л. А. Оценка качества структурирования учебного материала на основе метрик онтологических моделей [Текст] / Л. А. Макушкина, А. А. Рыбанов // Известия Волгоградского государственного технического университета. – 2014. – Т. 11. – № 14 (141). – С. 86–89.
137. Шилдт, Г. Java. Полное руководство [Текст]: пер. с англ. / Г. Шилдт. – 8-е изд. – М.: Вильямс, 2012. – 1102 с.
138. Казарин, С. А. Среда разработки Java-приложений Eclipse [Текст]: учебное пособие / С. А. Казарин, А. П. Клишин. – М.: Астрель, 2008. – 77 с.
139. Карлсон, Д. Eclipse Distilled [Текст] / Д. Карлсон; пер. с англ. А. Головки. – М.: Лори, 2008. – 336 с.
140. Арнольд, К. Язык программирования Java [Текст]: пер. с англ. / К. Арнольд, Д. Гослинг. – СПб.: Питер, 1997. – 250 с.
141. Дрейк, Д. PostgreSQL. Для профессионалов [Текст] / Д. Дрейк, Д. Уорсли; пер. с англ. Е. Матвеева. – СПб.: Питер, 2003. – 496 с.
142. Smith, G. PostgreSQL 9.0. High Performance [Text] / G. Smith. – Birmingham: Packt Publishing, 2010. – 468 p.
143. Портянкин, И. А. Swing. Эффективные пользовательские интерфейсы [Текст] / И. А. Портянкин. – 2-е изд. – М.: Лори, 2011. – 608 с.
144. JGraph user manual [Text]. – Northampton: JGraph Ltd., 2009. – 136 p.
145. Кузнецов, С. Д. Основы баз данных [Текст]: учебное пособие / С. Д. Кузнецов. – 2-е изд. – М.: ИНТУИТ; БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. – 484 с.
146. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2013660420 Российская Федерация. Программа автоматизированного построения формализованного описания технологии прикладной области знаний OntoTechnology [Текст] / Д. А. Андреев; заявитель и правообладатель

- Д. А. Андреев. – № 2013618288; заявлено 16.09.13; опубликовано 05.11.13, Бюл. № 4. – 1 с.
147. Сысоев, С. К. Технология машиностроения. Проектирование технологических процессов [Текст]: учебное пособие / С. К. Сысоев, А. С. Сысоев, В. А. Левко. – СПб.: Лань, 2011. – 352 с.
148. Строительство кирпичного 5-этажного 70-квартирного жилого дома серии 114-87-1/1 [Текст]: сборник технологических карт. – М.: Вптитрансстрой, 1980. – 181 с.
149. Кокеткин, П. П. Промышленная технология одежды [Текст]: справочник / П. П. Кокеткин, Т. Н. Кочегура, В. И. Барышникова. – М.: Книга по требованию, 2012. – 640 с.
150. Труханова, А. Т. Изготовление мужской верхней одежды по индивидуальным заказам [Текст]: учебник / А. Т. Труханова. – М.: Легпромбытиздат, 1990. – 336 с.
151. ГОСТ 25295–2003. Одежда верхняя пальтово-костюмного ассортимента. Общие технические условия [Текст]. – Взамен ГОСТ 25295–91; введ. 2006–01–01. – М.: Стандартиформ, 2006. – 11 с.
152. Волкова, Н. М. Изготовление мужских и детских костюмов [Текст]: учебник / Н. М. Волкова, С. В. Петрова. – М.: Легпромбытиздат, 1985. – 208 с.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А. Табличные представления формализованных описаний технологий

### 1. Табличные представления формализованного описания технологии изготовления мужского пиджака

Таблица П.А.1.1 – Табличное представление унифицированной декомпозиционной конструкции в вершине с предварительно сформированным концептом «Изготовление мужского пиджака»

Индекс	Номер	ТР	Y	X	W	H
0	-	Изготовление мужского пиджака	$Y_0 = \{\text{Готовый мужской пиджак}\};$ $Y_0 = \bigcup_{\alpha=1}^{13} Y_{\alpha}$	-	-	-
1	-	Монтаж	$Y_1 = \{\text{Обработанный мужской пиджак}\}$	-	-	-
2	175	Приутюживание полочек	$Y_2 = \{Y_1 \cup (Y_2 \setminus Y_2^*)\}$	$Y_1$	$W_2 = \{\{\text{Прессс BRI-1200}\}, \{\text{П15}\}\}$	65 с
3	176	Приутюживание боковых швов	$Y_3 = \{Y_2 \cup (Y_3 \setminus Y_3^*)\}$	$Y_2 = \{Y_1 \cup (Y_2 \setminus Y_2^*)\}$	$W_3 = \{\{\text{Прессс BRI-1200}\}, \{\text{П15}\}\}$	40 с
4	177	Приутюживание спинки пиджака	$Y_4 = \{Y_3 \cup (Y_4 \setminus Y_4^*)\}$	$Y_3 = \{Y_2 \cup (Y_3 \setminus Y_3^*)\}$	$W_4 = \{\{\text{Прессс BRI-1200}\}, \{\text{П15}\}\}$	65 с
5	178	Приутюживание окатов рукавов, пройм и верхней части рукавов	$Y_5 = \{Y_4 \cup (Y_5 \setminus Y_5^*)\}$	$Y_4 = \{Y_3 \cup (Y_4 \setminus Y_4^*)\}$	$W_5 = \{\{\text{Прессс BRI INDUPRESS}\}, \{\text{П15}\}\}$	67 с
6	179	Приутюживание воротника и верхнего плечевого пояса	$Y_6 = \{Y_5 \cup (Y_6 \setminus Y_6^*)\}$	$Y_5 = \{Y_4 \cup (Y_5 \setminus Y_5^*)\}$	$W_6 = \{\{\text{Прессс BRI-1920}\}, \{\text{П15}\}\}$	74 с
7	180	Заутюживание стойки воротника и перегиба лацканов	$Y_7 = \{Y_6 \cup (Y_7 \setminus Y_7^*)\}$	$Y_6 = \{Y_5 \cup (Y_6 \setminus Y_6^*)\}$	$W_7 = \{\{\text{Прессс BRI-1920}\}, \{\text{П15}\}\}$	80 с
8	181	Приутюживание бортов и лацканов	$Y_8 = \{Y_7 \cup (Y_8 \setminus Y_8^*)\}$	$Y_7 = \{Y_6 \cup (Y_7 \setminus Y_7^*)\}$	$W_8 = \{\{\text{Прессс BRI-1920}\}, \{\text{П15}\}\}$	102 с
9	182	Приутюживание низа рукавов	$Y_9 = \{Y_8 \cup (Y_9 \setminus Y_9^*)\}$	$Y_8 = \{Y_7 \cup (Y_8 \setminus Y_8^*)\}$	$W_9 = \{\{\text{Прессс CS 351 P2 + 22-219}\}, \{\text{П4}\}\}$	62 с
10	183	Приутюживание подкладки пиджака и шлицы	$Y_{10} = \{Y_9 \cup (Y_{10} \setminus Y_{10}^*)\}$	$Y_9 = \{Y_8 \cup (Y_9 \setminus Y_9^*)\}$	$W_{10} = \{\{\text{Утюжный стол CS 394 KE +1392, парозлектрический утюг}\}, \{\text{Y5}\}\}$	152 с
11	184	Нанесение места расположения трех пуговиц на борте	$Y_{11} = \{Y_{10} \cup (Y_{11} \setminus Y_{11}^*)\}$	$Y_{10} = \{Y_9 \cup (Y_{10} \setminus Y_{10}^*)\}$	$W_{11} = \{\{\text{Лекало}\}, \{\text{P2}\}\}$	20 с
12	185	Пришивание трёх пуговиц на борте полочки	$Y_{12} = \{Y_{11} \cup (Y_{12} \setminus Y_{12}^*)\}$	$Y_{11} = \{Y_{10} \cup (Y_{11} \setminus Y_{11}^*)\}$	$W_{12} = \{\{\text{Универсальная машина MB-373}\}, \{\text{A2}\}\}$	42 с
13	186	Пришивание шести пуговиц на шлицах рукавов	$Y_{13} = \{Y_{12} \cup (Y_{13} \setminus Y_{13}^*)\}$	$Y_{12} = \{Y_{11} \cup (Y_{12} \setminus Y_{12}^*)\}$	$W_{13} = \{\{\text{Универсальная машина MB-377}\}, \{\text{A3}\}\}$	40 с

Таблица П.А.1.2 – Табличное представление унифицированной декомпозиционной конструкции в вершине с предварительно сформированным концептом «Монтаж»

Индекс	Номер	ТР	Y	X	W	H
1	-	Монтаж	$Y_1 = \{\text{Обработанный мужской пиджак}\};$ $Y_1 = \bigcup_{\beta=1}^{52} Y_{1,\beta}$	-	-	-

1,1	-	Соединение обработанных полочек с талонами с бортовой прокладкой	$Y_{1,1} = \{\text{Обработанные полочки с талонами соединённые с бортовой прокладкой}\}$	-	-	-
1,2	-	Обработка спинки с талоном	$Y_{1,2} = \{\text{Обработанная спинка с талоном}\}$	-	-	-
1,3	130	Стачивание боковых срезов пиджака	$Y_{1,3} = \{Y_{1,1} \cup Y_{1,2} \cup (Y_{1,3} \setminus Y_{1,3}^*)\}$	$Y_{1,1} \cup Y_{1,2}$	$W_{1,3} = \{\{\text{Универсальная машина 212-15-105}, \{M3\}\}\}$	102 с
1,4	131	Удаление талона с порядковым номером со спинки	$Y_{1,4} = \{Y_{1,3} \cup (Y_{1,4} \setminus Y_{1,4}^*)\}$	$Y_{1,3} = \{Y_{1,1} \cup Y_{1,2} \cup (Y_{1,3} \setminus Y_{1,3}^*)\}$	$W_{1,4} = \{\{\text{Специальный колышек}, \{P1\}\}\}$	4 с
1,5	132	Разутюживание боковых швов, среднего шва спинки, заутюживание шлицы	$Y_{1,5} = \{Y_{1,4} \cup (Y_{1,5} \setminus Y_{1,5}^*)\}$	$Y_{1,4} = \{Y_{1,3} \cup (Y_{1,4} \setminus Y_{1,4}^*)\}$	$W_{1,5} = \{\{\text{Пресс CS-371 KM+12-45+396B}\}, \{П3\}\}\}$	80 с
1,6	-	Обработка правого подборта с талоном	$Y_{1,6} = \{\text{Обработанный правый подборт с талоном}\}$	-	-	-
1,7	-	Обработка левого подборта с талоном	$Y_{1,7} = \{\text{Обработанный левый подборт с талоном}\}$	-	-	-
1,8	133	Обтачивание лацканов и бортов на полочках	$Y_{1,8} = \{Y_{1,5} \cup Y_{1,6} \cup Y_{1,7} \cup (Y_{1,8} \setminus Y_{1,8}^*)\}$	$Y_{1,5} \cup Y_{1,6} \cup Y_{1,7}$	$W_{1,8} = \{\{\text{Швейная машина PFAFF 3822}\}, \{C4\}\}\}$	204 с
1,9	134	Удаление талонов с порядковым номером с подбортов	$Y_{1,9} = \{Y_{1,8} \cup (Y_{1,9} \setminus Y_{1,9}^*)\}$	$Y_{1,8} = \{Y_{1,5} \cup Y_{1,6} \cup Y_{1,7} \cup (Y_{1,8} \setminus Y_{1,8}^*)\}$	$W_{1,9} = \{\{\text{Специальный колышек}, \{P1\}\}\}\}$	8 с
1,10	135	Подрезание швов обтачивания лацканов и бортов	$Y_{1,10} = \{Y_{1,9} \cup (Y_{1,10} \setminus Y_{1,10}^*)\}$	$Y_{1,9} = \{Y_{1,8} \cup (Y_{1,9} \setminus Y_{1,9}^*)\}$	$W_{1,10} = \{\{\text{Ножницы}\}, \{P2\}\}\}$	23 с
1,11	136	Настрочивание швов обтачивания лацканов и бортов	$Y_{1,11} = \{Y_{1,10} \cup (Y_{1,11} \setminus Y_{1,11}^*)\}$	$Y_{1,10} = \{Y_{1,9} \cup (Y_{1,10} \setminus Y_{1,10}^*)\}$	$W_{1,11} = \{\{\text{Универсальная машина 274-140042}\}, \{M4\}\}\}$	89 с
1,12	-	Обработка воротника с талоном	$Y_{1,12} = \{\text{Обработанный воротник с талоном}\}$	-	-	-
1,13	137	Втачивание концов верхнего воротника в горловину	$Y_{1,13} = \{Y_{1,11} \cup Y_{1,12} \cup (Y_{1,13} \setminus Y_{1,13}^*)\}$	$Y_{1,11} \cup Y_{1,12}$	$W_{1,13} = \{\{\text{Универсальная машина 274-140042}\}, \{M4\}\}\}$	110 с
1,14	138	Стачивание плечевых срезов пиджака	$Y_{1,14} = \{Y_{1,13} \cup (Y_{1,14} \setminus Y_{1,14}^*)\}$	$Y_{1,13} = \{Y_{1,11} \cup Y_{1,12} \cup (Y_{1,13} \setminus Y_{1,13}^*)\}$	$W_{1,14} = \{\{\text{Универсальная машина 274-140042}\}, \{M3\}\}\}$	51 с
1,15	139	Разутюживание плечевых швов, швов втачивания концов верхнего воротника в горловине	$Y_{1,15} = \{Y_{1,14} \cup (Y_{1,15} \setminus Y_{1,15}^*)\}$	$Y_{1,14} = \{Y_{1,13} \cup (Y_{1,14} \setminus Y_{1,14}^*)\}$	$W_{1,15} = \{\{\text{Пресс CS-394K+395/11}\}, \{У3\}\}\}$	79 с
1,16	140	Настрочивание нижнего воротника на горловину	$Y_{1,16} = \{Y_{1,15} \cup (Y_{1,16} \setminus Y_{1,16}^*)\}$	$Y_{1,15} = \{Y_{1,14} \cup (Y_{1,15} \setminus Y_{1,15}^*)\}$	$W_{1,16} = \{\{\text{Универсальная машина 335-121}\}, \{C3\}\}\}$	83 с
1,17	141	Вывертывание углов лацканов и бортов на лицевую сторону и их выправление	$Y_{1,17} = \{Y_{1,16} \cup (Y_{1,17} \setminus Y_{1,17}^*)\}$	$Y_{1,16} = \{Y_{1,15} \cup (Y_{1,16} \setminus Y_{1,16}^*)\}$	$W_{1,17} = \{\{\text{Специальный колышек}, \{P1\}\}\}\}$	28 с
1,18	142	Выметывание краев и углов лацканов и бортов, воротника, заметывание низа пиджака	$Y_{1,18} = \{Y_{1,17} \cup (Y_{1,18} \setminus Y_{1,18}^*)\}$	$Y_{1,17} = \{Y_{1,16} \cup (Y_{1,17} \setminus Y_{1,17}^*)\}$	$W_{1,18} = \{\{\text{Универсальная машина 219-124176}\}, \{C4\}\}\}$	180 с
1,19	143	Приутюживание воротника, лацканов, бортов и низа пиджака	$Y_{1,19} = \{Y_{1,18} \cup (Y_{1,19} \setminus Y_{1,19}^*)\}$	$Y_{1,18} = \{Y_{1,17} \cup (Y_{1,18} \setminus Y_{1,18}^*)\}$	$W_{1,19} = \{\{\text{Пресс CS-1351+12-10}\}, \{П4\}\}\}$	93 с

1,20	144	Притачивание вешалки к верхнему воротнику	$Y_{1,20} = \{Y_{1,19} \cup X'_{1,20} \cup \cup(Y_{1,20} \setminus Y_{1,20}^*)\}$	$Y_{1,19} \cup X'_{1,20};$ $X'_{1,20} = \{\text{Специальная тесьма для вешалки}\}$	$W_{1,20} = \{\{\text{Универсальная машина DDL 9000}\}, \{M2\}\}$	7 с
1,21	145	Притачивание подкладки к подбортам и верхнему воротнику	$Y_{1,21} = \{Y_{1,20} \cup \cup(Y_{1,21} \setminus Y_{1,21}^*)\}$	$Y_{1,20} = \{Y_{1,19} \cup X'_{1,20} \cup \cup(Y_{1,20} \setminus Y_{1,20}^*)\}$	$W_{1,21} = \{\{\text{Универсальная машина DDL 5550N-3}\}, \{M3\}\}$	15 с
1,22	146	Вывертывание пиджака на лицевую сторону	$Y_{1,22} = \{Y_{1,21} \cup \cup(Y_{1,22} \setminus Y_{1,22}^*)\}$	$Y_{1,21} = \{Y_{1,20} \cup \cup(Y_{1,21} \setminus Y_{1,21}^*)\}$	$W_{1,22} = \{\{\}, \{P1\}\}$	20 с
1,23	147	Приметывание подбортов к обработанным полочкам по линии сгиба лацканов и стойке воротника	$Y_{1,23} = \{Y_{1,22} \cup \cup(Y_{1,23} \setminus Y_{1,23}^*)\}$	$Y_{1,22} = \{Y_{1,21} \cup \cup(Y_{1,22} \setminus Y_{1,22}^*)\}$	$W_{1,23} = \{\{\text{Универсальная машина DDL 9000}\}, \{M2\}\}$	28 с
1,24	148	Настрочивание шва соединения подкладки с верхним воротником на шов горловины на участке спинки	$Y_{1,24} = \{Y_{1,23} \cup \cup(Y_{1,24} \setminus Y_{1,24}^*)\}$	$Y_{1,23} = \{Y_{1,22} \cup \cup(Y_{1,23} \setminus Y_{1,23}^*)\}$	$W_{1,24} = \{\{\text{Универсальная машина DDL 9000}\}, \{M2\}\}$	33 с
1,25	149	Прикрепление внутренних срезов подбортов к бортовой прокладке	$Y_{1,25} = \{Y_{1,24} \cup \cup(Y_{1,25} \setminus Y_{1,25}^*)\}$	$Y_{1,24} = \{Y_{1,23} \cup \cup(Y_{1,24} \setminus Y_{1,24}^*)\}$	$W_{1,25} = \{\{\text{Универсальная машина DDL9000}\}, \{M2\}\}$	46 с
1,26	150	Проверка подкладки по длине пиджака, подрезание неровностей подкладки по длине, разрезание подкладки по линии шлицы	$Y_{1,26} = \{Y_{1,25} \cup \cup(Y_{1,26} \setminus Y_{1,26}^*)\}$	$Y_{1,25} = \{Y_{1,24} \cup \cup(Y_{1,25} \setminus Y_{1,25}^*)\}$	$W_{1,26} = \{\{\text{Ножницы}\}, \{P3\}\}$	430 с
1,27	151	Удаление концов строчки заметывания низа пиджака на участке шлицы	$Y_{1,27} = \{Y_{1,26} \cup \cup(Y_{1,27} \setminus Y_{1,27}^*)\}$	$Y_{1,26} = \{Y_{1,25} \cup \cup(Y_{1,26} \setminus Y_{1,26}^*)\}$	$W_{1,27} = \{\{\}, \{P1\}\}$	7 с
1,28	152	Вывертывание пиджака наизнанку	$Y_{1,28} = \{Y_{1,27} \cup \cup(Y_{1,28} \setminus Y_{1,28}^*)\}$	$Y_{1,27} = \{Y_{1,26} \cup \cup(Y_{1,27} \setminus Y_{1,27}^*)\}$	$W_{1,28} = \{\{\}, \{P1\}\}$	20 с
1,29	153	Притачивание подкладки и концов подбортов к припуску на подгиб низа пиджака, притачивание подкладки к боковым и верхней стороне шлицы со стачиванием подкладки вверх шлицы вытачкой	$Y_{1,29} = \{Y_{1,28} \cup \cup(Y_{1,29} \setminus Y_{1,29}^*)\}$	$Y_{1,28} = \{Y_{1,27} \cup \cup(Y_{1,28} \setminus Y_{1,28}^*)\}$	$W_{1,29} = \{\{\text{Универсальная машина DDL 5550N-3}\}, \{M3\}\}$	172 с
1,30	154	Прикрепление припуска на подгиб низа пиджака к боковым швам и швам притачивания боковых частей к полочкам	$Y_{1,30} = \{Y_{1,29} \cup \cup(Y_{1,30} \setminus Y_{1,30}^*)\}$	$Y_{1,29} = \{Y_{1,28} \cup \cup(Y_{1,29} \setminus Y_{1,29}^*)\}$	$W_{1,30} = \{\{\text{Универсальная машина DDL 5550N-3}\}, \{M2\}\}$	42 с
1,31	155	Вывертывание пиджака на лицевую сторону, выправление углов шлицы	$Y_{1,31} = \{Y_{1,30} \cup \cup(Y_{1,31} \setminus Y_{1,31}^*)\}$	$Y_{1,30} = \{Y_{1,29} \cup \cup(Y_{1,30} \setminus Y_{1,30}^*)\}$	$W_{1,31} = \{\{\}, \{P1\}\}$	18 с
1,32	156	Прокладывание строчки по нижней стороне шлицы на правой части спинки	$Y_{1,32} = \{Y_{1,31} \cup \cup(Y_{1,32} \setminus Y_{1,32}^*)\}$	$Y_{1,31} = \{Y_{1,30} \cup \cup(Y_{1,31} \setminus Y_{1,31}^*)\}$	$W_{1,32} = \{\{\text{Универсальная машина DDL 5550N-3}\}, \{M3\}\}$	20 с
1,33	-	Обработка правого рукава с талоном на подкладке	$Y_{1,33} = \{\text{Обработанный правый рукав с талоном на подкладке}\}$	-	-	-
1,34	157	Втачивание правого рукава в пройму с подкладыванием по окату полоски прокладочной ткани	$Y_{1,34} = \{Y_{1,32} \cup Y_{1,33} \cup \cup X'_{1,34} \cup (Y_{1,34} \setminus Y_{1,34}^*)\}$	$Y_{1,32} \cup Y_{1,33} \cup X'_{1,34};$ $X'_{1,34} = \{\text{Полоска клеевой прокладки по окату правого рукава}\}$	$W_{1,34} = \{\{\text{Универсальная машина 550-12-23}\}, \{C5\}\}$	211 с

1,35	158	Удаление талона с порядковым номером с правого рукава	$Y_{1,35} = \{Y_{1,34} \cup \cup (Y_{1,35} \setminus Y_{1,35}^*)\}$	$Y_{1,34} = \{Y_{1,32} \cup Y_{1,33} \cup \cup X'_{1,34} \cup (Y_{1,34} \setminus Y_{1,34}^*)\}$	$W_{1,35} = \{\{\text{Специальный колышек}, \{P1\}\}$	8 с
1,36	-	Обработка левого рукава с талоном на подкладке	$Y_{1,36} = \{\text{Обработанный левый рукав с талоном на подкладке}\}$	-	-	-
1,37	159	Втачивание левого рукава в пройму с подкладыванием по окату полоски прокладочной ткани	$Y_{1,37} = \{Y_{1,35} \cup Y_{1,36} \cup \cup X'_{1,37} \cup (Y_{1,37} \setminus Y_{1,37}^*)\}$	$Y_{1,35} \cup Y_{1,36} \cup X'_{1,37};$ $X'_{1,37} = \{\text{Полоска клеевой прокладки по окату левого рукава}\}$	$W_{1,37} = \{\{\text{Универсальная машина 550-12-23}, \{C5\}\}$	211 с
1,38	160	Удаление талона с порядковым номером с левого рукава	$Y_{1,38} = \{Y_{1,37} \cup \cup (Y_{1,38} \setminus Y_{1,38}^*)\}$	$Y_{1,37} = \{Y_{1,35} \cup Y_{1,36} \cup \cup X'_{1,37} \cup (Y_{1,37} \setminus Y_{1,37}^*)\}$	$W_{1,38} = \{\{\text{Специальный колышек}, \{P1\}\}$	8 с
1,39	161	Сутюживание посадки после втачивания рукавов	$Y_{1,39} = \{Y_{1,38} \cup \cup (Y_{1,39} \setminus Y_{1,39}^*)\}$	$Y_{1,38} = \{Y_{1,37} \cup \cup (Y_{1,38} \setminus Y_{1,38}^*)\}$	$W_{1,39} = \{\{\text{Утюжительный стол CS-394 KE+1392, парозлектрический утюг}, \{Y4\}\}$	80 с
1,40	162	Притачивание подокатников и прокладок из бортовой ткани к швам втачивания рукавов	$Y_{1,40} = \{Y_{1,39} \cup X'_{1,40} \cup \cup (Y_{1,40} \setminus Y_{1,40}^*)\}$	$Y_{1,39} \cup X'_{1,40};$ $X'_{1,40} = \{\text{Подокатник правого рукава, подокатник левого рукава, прокладка из бортовой ткани правого рукава, прокладка из бортовой ткани левого рукава}\}$	$W_{1,40} = \{\{\text{Швейная машина PFAFF 3801}, \{M2\}\}$	81 с
1,41	163	Притачивание верхних плечевых накладок	$Y_{1,41} = \{Y_{1,40} \cup X'_{1,41} \cup \cup (Y_{1,41} \setminus Y_{1,41}^*)\}$	$Y_{1,40} \cup X'_{1,41};$ $X'_{1,41} = \{\text{Верхняя плечевая накладка правого рукава, верхняя плечевая накладка левого рукава}\};$	$W_{1,41} = \{\{\text{Швейная машина 697-745}, \{C3\}\}$	81 с
1,42	164	Вывертывание рукавов в сторону подкладки	$Y_{1,42} = \{Y_{1,41} \cup \cup (Y_{1,42} \setminus Y_{1,42}^*)\}$	$Y_{1,41} = \{Y_{1,40} \cup X'_{1,41} \cup \cup (Y_{1,41} \setminus Y_{1,41}^*)\}$	$W_{1,42} = \{\{\}, \{P1\}\}$	15 с
1,43	165	Втачивание подкладки рукавов в проймы	$Y_{1,43} = \{Y_{1,42} \cup \cup (Y_{1,43} \setminus Y_{1,43}^*)\}$	$Y_{1,42} = \{Y_{1,41} \cup \cup (Y_{1,42} \setminus Y_{1,42}^*)\}$	$W_{1,43} = \{\{\text{Универсальная машина 550-12-23}, \{C5\}\}$	218 с
1,44	166	Прикрепление швов пройм подкладки к швам пройм из основной ткани в верхней и нижней частях пройм	$Y_{1,44} = \{Y_{1,43} \cup \cup (Y_{1,44} \setminus Y_{1,44}^*)\}$	$Y_{1,43} = \{Y_{1,42} \cup \cup (Y_{1,43} \setminus Y_{1,43}^*)\}$	$W_{1,44} = \{\{\text{Швейная машина 697-15155}, \{C3\}\}$	135 с
1,45	167	Застрачивание отверстий в передних швах рукавов подкладки	$Y_{1,45} = \{Y_{1,44} \cup \cup (Y_{1,45} \setminus Y_{1,45}^*)\}$	$Y_{1,44} = \{Y_{1,43} \cup \cup (Y_{1,44} \setminus Y_{1,44}^*)\}$	$W_{1,45} = \{\{\text{Универсальная машина DDL 9000}, \{M2\}\}$	60 с
1,46	168	Вывертывание рукавов на лицевую сторону	$Y_{1,46} = \{Y_{1,45} \cup \cup (Y_{1,46} \setminus Y_{1,46}^*)\}$	$Y_{1,45} = \{Y_{1,44} \cup \cup (Y_{1,45} \setminus Y_{1,45}^*)\}$	$W_{1,46} = \{\{\}, \{P1\}\}$	19 с
1,47	169	Удаление ниток от строчки выметывания воротника и бортов	$Y_{1,47} = \{Y_{1,46} \cup \cup (Y_{1,47} \setminus Y_{1,47}^*)\}$	$Y_{1,46} = \{Y_{1,45} \cup \cup (Y_{1,46} \setminus Y_{1,46}^*)\}$	$W_{1,47} = \{\{\text{Специальный колышек}, \{P1\}\}$	58 с
1,48	170	Удаление ниток от строчки приметывания подбортов по сгибу лацканов и стойки воротника	$Y_{1,48} = \{Y_{1,47} \cup \cup (Y_{1,48} \setminus Y_{1,48}^*)\}$	$Y_{1,47} = \{Y_{1,46} \cup \cup (Y_{1,47} \setminus Y_{1,47}^*)\}$	$W_{1,48} = \{\{\text{Специальный колышек}, \{P1\}\}$	27 с
1,49	171	Удаление талона с порядковым номером с деталей переда	$Y_{1,49} = \{Y_{1,48} \cup \cup (Y_{1,49} \setminus Y_{1,49}^*)\}$	$Y_{1,48} = \{Y_{1,47} \cup \cup (Y_{1,48} \setminus Y_{1,48}^*)\}$	$W_{1,49} = \{\{\text{Специальный колышек}, \{P1\}\}$	8 с

1,50	172	Обметывание трёх петель на борте	$Y_{1,50} = \{Y_{1,49} \cup \cup(Y_{1,50} \setminus Y_{1,50}^*)\}$	$Y_{1,49} = \{Y_{1,48} \cup \cup(Y_{1,49} \setminus Y_{1,49}^*)\}$	$W_{1,50} = \{\{\text{Швейная машина 73401-P2}\}, \{A3\}\}$	72 с
1,51	173	Обрезание концов ниток от строчки закрепления концов петель	$Y_{1,51} = \{Y_{1,50} \cup \cup(Y_{1,51} \setminus Y_{1,51}^*)\}$	$Y_{1,50} = \{Y_{1,49} \cup \cup(Y_{1,50} \setminus Y_{1,50}^*)\}$	$W_{1,51} = \{\{\text{Ножницы}\}, \{P1\}\}$	21 с
1,52	174	Чистка пиджака от оставшихся концов ниток и другого производственного мусора	$Y_{1,52} = \{Y_{1,51} \cup \cup(Y_{1,52} \setminus Y_{1,52}^*)\}$	$Y_{1,51} = \{Y_{1,50} \cup \cup(Y_{1,51} \setminus Y_{1,51}^*)\}$	$W_{1,52} = \{\{\}, \{P1\}\}$	51 с

Таблица П.А.1.3 – Табличное представление унифицированной декомпозиционной конструкции в вершине с предварительно сформированным концептом «Соединение обработанных полочек с талонами с бортовой прокладкой»

Индекс	Номер	ТР	Y	X	W	H
1,1	-	Соединение обработанных полочек с талонами с бортовой прокладкой	$Y_{1,1} = \{\text{Соединённые обработанные полочки с талонами с бортовой прокладкой}\};$ $Y_{1,1} = \bigcup_{\gamma=1}^7 Y_{1,1,\gamma}$	-	-	-
1,1,1	-	Обработка правого бокового кармана на подкладке на обработанной правой полочке с талоном	$Y_{1,1,1} = \{\text{Обработанная правая полочка с талоном с обработанным правым боковым карманом на подкладке}\}$	-	-	-
1,1,2	-	Обработка бортовой прокладки	$Y_{1,1,2} = \{\text{Обработанная бортовая прокладка}\}$	-	-	-
1,1,3	76	Настрачивание полоски клеевой ткани и бортовой подкладки на обработанную правую полочку по линии перегиба лацкана в верхней части и притачивание этой полоски к бортовой подкладке в нижней части	$Y_{1,1,3} = \{Y_{1,1,1} \cup \cup Y_{1,1,2} \cup X'_{1,1,3} \cup \cup(Y_{1,1,3} \setminus Y_{1,1,3}^*)\}$	$Y_{1,1,1} \cup Y_{1,1,2} \cup X'_{1,1,3};$ $X'_{1,1,3} = \{\text{Клеевая полоска в обработанную правую полочку}\};$	$W_{1,1,3} = \{\{\text{Универсальная машина 335-121}\}, \{C3\}\}$	27 с
1,1,4	-	Обработка левого бокового кармана на подкладке на обработанной левой полочке с талоном	$Y_{1,1,4} = \{\text{Обработанная левая полочка с талоном с обработанным левым боковым карманом на подкладке}\}$	-	-	-
1,1,5	77	Настрачивание полоски клеевой ткани и бортовой подкладки левую полочку по линии перегиба лацкана в верхней части и притачивание этой полоски к бортовой подкладке в нижней части	$Y_{1,1,5} = \{Y_{1,1,3} \cup \cup Y_{1,1,4} \cup X'_{1,1,5} \cup \cup(Y_{1,1,5} \setminus Y_{1,1,5}^*)\}$	$Y_{1,1,3} \cup Y_{1,1,4} \cup X'_{1,1,5};$ $X'_{1,1,5} = \{\text{Клеевая полоска в обработанную левую полочку}\};$	$W_{1,1,5} = \{\{\text{Универсальная машина 335-121}\}, \{C3\}\}$	27 с
1,1,6	78	Соединение полочек с бортовой прокладкой по плечевым срезам, срезам пройм, горловине	$Y_{1,1,6} = \{Y_{1,1,5} \cup \cup(Y_{1,1,6} \setminus Y_{1,1,6}^*)\}$	$Y_{1,1,5} = \{Y_{1,1,3} \cup \cup Y_{1,1,4} \cup X'_{1,1,5} \cup \cup(Y_{1,1,5} \setminus Y_{1,1,5}^*)\}$	$W_{1,1,6} = \{\{\text{Универсальная машина DDL 5550N-3}\}, \{M3\}\}$	125 с
1,1,7	79	Прессование полочек с бортовой прокладкой	$Y_{1,1,7} = \{Y_{1,1,6} \cup \cup(Y_{1,1,7} \setminus Y_{1,1,7}^*)\}$	$Y_{1,1,6} = \{Y_{1,1,5} \cup \cup(Y_{1,1,6} \setminus Y_{1,1,6}^*)\}$	$W_{1,1,7} = \{\{\text{Пресс CS-371 KM+12-65, пресс CS-371 KM+12-66}\}, \{P3\}\}$	69 с

Таблица П.А.1.4 – Табличное представление унифицированной декомпозиционной конструкции в вершине с предварительно сформированным концептом «Обработка спинки с талоном»

Индекс	Номер	ТР	Y	X	W	H
1,2	-	Обработка спинки с талоном	$Y_{1,2} = \{\text{Обработанная спинка с талоном}\};$ $Y_{1,2} = \bigcup_{\gamma=1}^6 Y_{1,2,\gamma}$	-	-	-
1,2,1	80	Соединение припуска на обработку шлицы спинки с клеевой прокладкой	$Y_{1,2,1} = \{X_{1,2,1} \cup \cup (Y_{1,2,1} \setminus Y_{1,2,1}^*)\}$	$X_{1,2,1} = \{\text{Клеевая прокладка шлицы, спинка с талоном}\}$	$W_{1,2,1} = \{\{\text{Утюжильный стол CS-394, парозлектрический утюг}, \{\text{ПЗ}\}\}$	40 с
1,2,2	81	Стачивание средних срезов спинки и верхних срезов припуска на обработку шлицы	$Y_{1,2,2} = \{Y_{1,2,1} \cup \cup (Y_{1,2,2} \setminus Y_{1,2,2}^*)\}$	$Y_{1,2,1} = \{X_{1,2,1} \cup \cup (Y_{1,2,1} \setminus Y_{1,2,1}^*)\}$	$W_{1,2,2} = \{\{\text{Универсальная машина 274-140042}, \{\text{МЗ}\}\}$	45 с
1,2,3	82	Уточнение положения надсечки в уступе шлицы нижней части спинки	$Y_{1,2,3} = \{Y_{1,2,2} \cup \cup (Y_{1,2,3} \setminus Y_{1,2,3}^*)\}$	$Y_{1,2,2} = \{Y_{1,2,1} \cup \cup (Y_{1,2,2} \setminus Y_{1,2,2}^*)\}$	$W_{1,2,3} = \{\{\text{Ножницы}, \{\text{P1}\}\}$	6 с
1,2,4	83	Формование спинки пиджака в области лопаток	$Y_{1,2,4} = \{Y_{1,2,3} \cup \cup (Y_{1,2,4} \setminus Y_{1,2,4}^*)\}$	$Y_{1,2,3} = \{Y_{1,2,2} \cup \cup (Y_{1,2,3} \setminus Y_{1,2,3}^*)\}$	$W_{1,2,4} = \{\{\text{Пресс CS-371 КМД-1+22-118}, \{\text{ПЗ}\}\}$	33 с
1,2,5	84	Прокладывание в верхнюю часть спинки клеевой прокладки	$Y_{1,2,5} = \{Y_{1,2,4} \cup X'_{1,2,5} \cup \cup (Y_{1,2,5} \setminus Y_{1,2,5}^*)\}$	$Y_{1,2,4} \cup X'_{1,2,5};$ $X'_{1,2,5} = \{\text{Клеевая прокладка верхней части спинки}\}$	$W_{1,2,5} = \{\{\text{Утюжильный стол CS-394 KE+1392}, \{\text{У2}\}\}$	35 с
1,2,6	85	Притачивание клеевой прокладки по горловине спинки	$Y_{1,2,6} = \{Y_{1,2,5} \cup \cup (Y_{1,2,6} \setminus Y_{1,2,6}^*)\}$	$Y_{1,2,5} = \{Y_{1,2,4} \cup X'_{1,2,5} \cup \cup (Y_{1,2,5} \setminus Y_{1,2,5}^*)\}$	$W_{1,2,6} = \{\{\text{Универсальная машина DDL 9000}, \{\text{M2}\}\}$	5 с

Таблица П.А.1.5 – Фрагмент табличного представления унифицированной декомпозиционной конструкции в вершине с предварительно сформированным концептом «Монтаж» и в основании с уже полностью сформированным концептом «Обработка спинки с талоном»

Индекс	Номер	ТР	Y	X	W	H
1	-	Монтаж	$Y_1 = \{\text{Обработанный мужской пиджак}\};$ $Y_1 = \bigcup_{\beta=1}^{52} Y_{1,\beta}$	-	-	-
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
1,2	-	Обработка спинки с талоном	$Y_{1,2} = \{\text{Обработанная спинка с талоном}\}$	$X_{1,2} = X_{1,2,1} \cup X'_{1,2,5}$	$W_{1,2} = \{\{\text{Утюжильный стол CS-394, парозлектрический машина 274-140042, ножницы, пресс CS-371 КМД-1+22-118, утюжильный стол CS-394 KE+1392, универсальная машина DDL 9000}, \{\text{ПЗ, МЗ, P1, У2, M2}\}\}$	164 с
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
1,52	174	Чистка пиджака от оставшихся концов ниток и другого производственного мусора	$Y_{1,52} = \{Y_{1,51} \cup \cup (Y_{1,52} \setminus Y_{1,52}^*)\}$	$Y_{1,51} = \{Y_{1,50} \cup \cup (Y_{1,51} \setminus Y_{1,51}^*)\}$	P1	51 с





.....						
1,12	-	Обработка воротника с талоном	$Y_{1,12} = \{\text{Обработанный воротник с талоном}\}$	$X_{1,12} = X_{1,12,1} \cup X_{1,12,2}$	$W_{1,12} = \{\{\text{Утюжилыны й стол CS-394, парозлектрический утюг, универсальная машина 212-15-105, специальный кольшешек, лекало, карандаш, универсальная машина DDL5550N-3, ножницы}\}, \{\text{ПЗ, МЗ, Р1, Р3}\}\}$	212 с
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
1,52	174	Чистка пиджака от оставшихся концов ниток и другого производственного мусора	$Y_{1,52} = \{Y_{1,51} \cup \cup(Y_{1,52} \setminus Y_{1,52}^*)\}$	$Y_{1,51} = \{Y_{1,50} \cup \cup(Y_{1,51} \setminus Y_{1,51}^*)\}$	P1	51 с

Таблица П.А.1.12 – Табличное представление унифицированной декомпозиционной конструкции в вершине с предварительно сформированным концептом «Обработка правого рукава с талоном на подкладке»

Индекс	Номер	TP	Y	X	W	H
1,33	-	Обработка правого рукава с талоном на подкладке	$Y_{1,33} = \{\text{Обработанный правый рукав с талоном на подкладке}\};$ $Y_{1,33} = \bigcup_{\gamma=1}^{16} Y_{1,33,\gamma}$	-	-	-
1,33,1	98	Соединение припуска на подгиб низа правого рукава с клеевой прокладкой	$Y_{1,33,1} = \{X_{1,33,1} \cup \cup(Y_{1,33,1} \setminus Y_{1,33,1}^*)\}$	$X_{1,33,1} = \{\text{Нижняя часть правого рукава с талоном, клеевая прокладка внизу нижней правой части рукава}\}$	$W_{1,33,1} = \{\{\text{Утюжилыны й стол CS-394, парозлектрический утюг}\}, \{\text{ПЗ}\}\}$	42 с
1,33,2	99	Стачивание локтевых срезов верхней и нижней частей правого рукава и двух третей длины припуска на обработку шлицы	$Y_{1,33,2} = \{Y_{1,33,1} \cup X'_{1,33,2} \cup \cup(Y_{1,33,2} \setminus Y_{1,33,2}^*)\}$	$Y_{1,33,1} \cup X'_{1,33,2};$ $X'_{1,33,2} = \{\text{Верхняя часть правого рукава с талоном}\}$	$W_{1,33,2} = \{\{\text{Универсальная машина DDL 5550N-3}\}, \{\text{МЗ}\}\}$	81 с
1,33,3	100	Стачивание углов шлицы на нижней части правого рукава	$Y_{1,33,3} = \{Y_{1,33,2} \cup \cup(Y_{1,33,3} \setminus Y_{1,33,3}^*)\}$	$Y_{1,33,2} = \{Y_{1,33,1} \cup X'_{1,33,2} \cup \cup(Y_{1,33,2} \setminus Y_{1,33,2}^*)\}$	$W_{1,33,3} = \{\{\text{Универсальная машина DDL 5550N-3}\}, \{\text{МЗ}\}\}$	27 с
1,33,4	101	Удаление талона с нижней части правого рукава	$Y_{1,33,4} = \{Y_{1,33,3} \cup \cup(Y_{1,33,4} \setminus Y_{1,33,4}^*)\}$	$Y_{1,33,3} = \{Y_{1,33,2} \cup \cup(Y_{1,33,3} \setminus Y_{1,33,3}^*)\}$	$W_{1,33,4} = \{\{\text{Специальный кольшешек}\}, \{\text{P1}\}\}$	16 с
1,33,5	102	Стачивание углов шлицы на верхней части правого рукава	$Y_{1,33,5} = \{Y_{1,33,4} \cup \cup(Y_{1,33,5} \setminus Y_{1,33,5}^*)\}$	$Y_{1,33,4} = \{Y_{1,33,3} \cup \cup(Y_{1,33,4} \setminus Y_{1,33,4}^*)\}$	$W_{1,33,5} = \{\{\text{Универсальная машина DDL 5550N-3}\}, \{\text{МЗ}\}\}$	33 с
1,33,6	103	Вывертывание углов шлиц верхней и нижней частей правого рукава	$Y_{1,33,6} = \{Y_{1,33,5} \cup \cup(Y_{1,33,6} \setminus Y_{1,33,6}^*)\}$	$Y_{1,33,5} = \{Y_{1,33,4} \cup \cup(Y_{1,33,5} \setminus Y_{1,33,5}^*)\}$	$W_{1,33,6} = \{\{\text{Специальный кольшешек}\}, \{\text{P1}\}\}$	15 с
1,33,7	104	Скрепление углов шлиц правого рукава	$Y_{1,33,7} = \{Y_{1,33,6} \cup \cup(Y_{1,33,7} \setminus Y_{1,33,7}^*)\}$	$Y_{1,33,6} = \{Y_{1,33,5} \cup \cup(Y_{1,33,6} \setminus Y_{1,33,6}^*)\}$	$W_{1,33,7} = \{\{\text{Универсальная машина DDL 5550N-3}\}, \{\text{МЗ}\}\}$	26 с
1,33,8	105	Стачивание локтевых срезов верхней и нижней частей подкладки правого рукава	$Y_{1,33,8} = \{X_{1,33,8} \cup \cup(Y_{1,33,8} \setminus Y_{1,33,8}^*)\}$	$X_{1,33,8} = \{\text{Верхняя часть подкладки правого рукава, нижняя часть подкладки правого рукава}\}$	$W_{1,33,8} = \{\{\text{Универсальная машина DDL 9000}\}, \{\text{M2}\}\}$	48 с
1,33,9	106	Притачивание верхней и нижней частей подкладки правого рукава со стачанным локтевым срезом к припуску на подгиб низа рукава	$Y_{1,33,9} = \{X_{1,33,7} \cup \cup Y_{1,33,8} \cup \cup(Y_{1,33,9} \setminus Y_{1,33,9}^*)\}$	$Y_{1,33,7} \cup Y_{1,33,8}$	$W_{1,33,9} = \{\{\text{Универсальная машина DDL 9000}\}, \{\text{M2}\}\}$	74 с

1,33,10	107	Стачивание передних срезов правого рукава из основной ткани и срезов подкладки	$Y_{1,33,10} = \{Y_{1,33,9} \cup \cup (Y_{1,33,10} \setminus Y_{1,33,10}^*)\}$	$Y_{1,33,9} = \{X_{1,33,7} \cup \cup Y_{1,33,8} \cup \cup (Y_{1,33,9} \setminus Y_{1,33,9}^*)\}$	$W_{1,33,10} = \{\{\text{Универсальная машина DDL 5550N-3}, \{M3}\}\}$	93 с
1,33,11	108	Разутюживание локтевого и переднего швов правого рукава из основной ткани	$Y_{1,33,11} = \{Y_{1,33,10} \cup \cup (Y_{1,33,11} \setminus Y_{1,33,11}^*)\}$	$Y_{1,33,10} = \{Y_{1,33,9} \cup \cup (Y_{1,33,10} \setminus Y_{1,33,10}^*)\}$	$W_{1,33,11} = \{\{\text{Пресс CS-351 P2M+22-215+396B}, \{П3}\}\}$	90 с
1,33,12	109	Притачивание припуска на подгиб низа правого рукава к припуску на передний шов	$Y_{1,33,12} = \{Y_{1,33,11} \cup \cup (Y_{1,33,12} \setminus Y_{1,33,12}^*)\}$	$Y_{1,33,11} = \{Y_{1,33,10} \cup \cup (Y_{1,33,11} \setminus Y_{1,33,11}^*)\}$	$W_{1,33,12} = \{\{\text{Универсальная машина DDL 9000}, \{M2}\}\}$	40 с
1,33,13	110	Притачивание припуска на локтевой шов подкладки правого рукава к припуску на локтевой шов правого рукава из основной ткани	$Y_{1,33,13} = \{Y_{1,33,12} \cup \cup (Y_{1,33,13} \setminus Y_{1,33,13}^*)\}$	$Y_{1,33,12} = \{Y_{1,33,11} \cup \cup (Y_{1,33,12} \setminus Y_{1,33,12}^*)\}$	$W_{1,33,13} = \{\{\text{Универсальная машина DDL 9000}, \{M2}\}\}$	53 с
1,33,14	111	Вывертывание правого рукава на лицевую сторону	$Y_{1,33,14} = \{Y_{1,33,13} \cup \cup (Y_{1,33,14} \setminus Y_{1,33,14}^*)\}$	$Y_{1,33,13} = \{Y_{1,33,12} \cup \cup (Y_{1,33,13} \setminus Y_{1,33,13}^*)\}$	$W_{1,33,14} = \{\{\}, \{P1}\}\}$	17 с
1,33,15	112	Приутюживание низа правого рукава и шлицы	$Y_{1,33,15} = \{Y_{1,33,14} \cup \cup (Y_{1,33,15} \setminus Y_{1,33,15}^*)\}$	$Y_{1,33,14} = \{Y_{1,33,13} \cup \cup (Y_{1,33,14} \setminus Y_{1,33,14}^*)\}$	$W_{1,33,15} = \{\{\text{Пресс CS-394K+395/11}, \{У3}\}\}$	63 с
1,33,16	113	Приутюживание правого рукава	$Y_{1,33,16} = \{Y_{1,33,15} \cup \cup (Y_{1,33,16} \setminus Y_{1,33,16}^*)\}$	$Y_{1,33,15} = \{Y_{1,33,14} \cup \cup (Y_{1,33,15} \setminus Y_{1,33,15}^*)\}$	$W_{1,33,16} = \{\{\text{Пресс CS-351 P2M+22-215+396B}, \{П3}\}\}$	63 с

Таблица П.А.1.13 – Фрагмент табличного представления унифицированной декомпозиционной конструкции в вершине с предварительно сформированным концептом «Монтаж» и в основании с уже полностью сформированным концептом «Обработка правого рукава с талоном на подкладке»

Индекс	Номер	ТР	Y	X	W	H
1	-	Монтаж	$Y_1 = \{\text{Обработанный мужской пиджак}\};$ $Y_1 = \bigcup_{\beta=1}^{52} Y_{1,\beta}$	-	-	-
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
1,33	-	Обработка правого рукава с талоном на подкладке	$Y_{1,33} = \{\text{Обработанный правый рукав с талоном на подкладке}\}$	$X_{1,33} = X_{1,33,1} \cup \cup X'_{1,33,2} \cup \cup X_{1,33,8}$	$W_{1,33} = \{\{\text{Утюжильный стол CS-394, парозлектрический машина DDL 5550N-3, специальный кольшеск, универсальная машина DDL 9000, пресс CS-351 P2M+22-215+396B, пресс CS-394K+395/11}, \{П3, M3, P1, M2, У3}\}\}$	781 с
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
1,52	174	Чистка пиджака от оставшихся концов ниток и другого производственного мусора	$Y_{1,52} = \{Y_{1,51} \cup \cup (Y_{1,52} \setminus Y_{1,52}^*)\}$	$Y_{1,51} = \{Y_{1,50} \cup \cup (Y_{1,51} \setminus Y_{1,51}^*)\}$	P1	51 с

Таблица П.А.1.14 – Табличное представление унифицированной декомпозиционной конструкции в вершине с предварительно сформированным концептом «Обработка левого рукава с талоном на подкладке»

Индекс	Номер	ТР	Y	X	W	H
1,36	-	Обработка левого рукава с талоном на подкладке	$Y_{1,36} = \{\text{Обработанный левый рукав с талоном на подкладке}\};$	-	-	-

			$Y_{1,36} = \bigcup_{\gamma=1}^{16} Y_{1,36,\gamma}$			
1,36,1	114	Соединение припуска на подгиб низа левого рукава с клеевой прокладкой	$Y_{1,36,1} = \{X_{1,36,1} \cup \cup(Y_{1,36,1} \setminus Y_{1,36,1}^*)\}$	$X_{1,36,1} = \{\text{Нижняя часть левого рукава с талоном, клеевая прокладка внизу, нижней левой части рукава}\}$	$W_{1,36,1} = \{\{\text{Утюжильный стол CS-394, парозлектрический утюг}\}, \{\text{ПЗ}\}\}$	42 с
1,36,2	115	Стачивание локтевых срезов верхней и нижней частей левого рукава и двух третей длины припуска на обработку шлицы	$Y_{1,36,2} = \{Y_{1,36,1} \cup X'_{1,36,2} \cup (Y_{1,36,2} \setminus Y_{1,36,2}^*)\}$	$Y_{1,36,1} \cup X'_{1,36,2};$ $X'_{1,36,2} = \{\text{Верхняя часть левого рукава с талоном}\}$	$W_{1,36,2} = \{\{\text{Универсальная машина DDL 5550N-3}\}, \{\text{МЗ}\}\}$	81 с
1,36,3	116	Стачивание углов шлицы на нижней части левого рукава	$Y_{1,36,3} = \{Y_{1,36,2} \cup \cup(Y_{1,36,3} \setminus Y_{1,36,3}^*)\}$	$Y_{1,36,2} = \{Y_{1,36,1} \cup X'_{1,36,2} \cup (Y_{1,36,2} \setminus Y_{1,36,2}^*)\}$	$W_{1,36,3} = \{\{\text{Универсальная машина DDL 5550N-3}\}, \{\text{МЗ}\}\}$	27 с
1,36,4	117	Удаление талона с нижней части левого рукава	$Y_{1,36,4} = \{Y_{1,36,3} \cup \cup(Y_{1,36,4} \setminus Y_{1,36,4}^*)\}$	$Y_{1,36,3} = \{Y_{1,36,2} \cup \cup(Y_{1,36,3} \setminus Y_{1,36,3}^*)\}$	$W_{1,36,4} = \{\{\text{Специальный кольшечек}\}, \{\text{P1}\}\}$	16 с
1,36,5	118	Стачивание углов шлицы на верхней части левого рукава	$Y_{1,36,5} = \{Y_{1,36,4} \cup \cup(Y_{1,36,5} \setminus Y_{1,36,5}^*)\}$	$Y_{1,36,4} = \{Y_{1,36,3} \cup \cup(Y_{1,36,4} \setminus Y_{1,36,4}^*)\}$	$W_{1,36,5} = \{\{\text{Универсальная машина DDL 5550N-3}\}, \{\text{МЗ}\}\}$	33 с
1,36,6	119	Вывертывание углов шлиц верхней и нижней частей левого рукава	$Y_{1,36,6} = \{Y_{1,36,5} \cup \cup(Y_{1,36,6} \setminus Y_{1,36,6}^*)\}$	$Y_{1,36,5} = \{Y_{1,36,4} \cup \cup(Y_{1,36,5} \setminus Y_{1,36,5}^*)\}$	$W_{1,36,6} = \{\{\text{Специальный кольшечек}\}, \{\text{P1}\}\}$	15 с
1,36,7	120	Скрепление углов шлиц левого рукава	$Y_{1,36,7} = \{Y_{1,36,6} \cup \cup(Y_{1,36,7} \setminus Y_{1,36,7}^*)\}$	$Y_{1,36,6} = \{Y_{1,36,5} \cup \cup(Y_{1,36,6} \setminus Y_{1,36,6}^*)\}$	$W_{1,36,7} = \{\{\text{Универсальная машина DDL 5550N-3}\}, \{\text{МЗ}\}\}$	26 с
1,36,8	121	Стачивание локтевых срезов верхней и нижней частей подкладки левого рукава	$Y_{1,36,8} = \{X_{1,36,8} \cup \cup(Y_{1,36,8} \setminus Y_{1,36,8}^*)\}$	$X_{1,36,8} = \{\text{Верхняя часть подкладки левого рукава, нижняя часть подкладки левого рукава}\}$	$W_{1,36,8} = \{\{\text{Универсальная машина DDL 9000}\}, \{\text{M2}\}\}$	48 с
1,36,9	122	Притачивание верхней и нижней частей подкладки левого рукава со стачанным локтевым срезом к припуску на подгиб низа рукава	$Y_{1,36,9} = \{X_{1,36,7} \cup \cup Y_{1,36,8} \cup \cup(Y_{1,36,9} \setminus Y_{1,36,9}^*)\}$	$Y_{1,36,7} \cup \cup Y_{1,36,8}$	$W_{1,36,9} = \{\{\text{Универсальная машина DDL 9000}\}, \{\text{M2}\}\}$	74 с
1,36,10	123	Стачивание передних срезов левого рукава из основной ткани и срезов подкладки	$Y_{1,36,10} = \{Y_{1,36,9} \cup \cup(Y_{1,36,10} \setminus Y_{1,36,10}^*)\}$	$Y_{1,36,9} = \{X_{1,36,7} \cup \cup Y_{1,36,8} \cup \cup(Y_{1,36,9} \setminus Y_{1,36,9}^*)\}$	$W_{1,36,10} = \{\{\text{Универсальная машина DDL 5550N-3}\}, \{\text{МЗ}\}\}$	93 с
1,36,11	124	Разутюживание локтевого и переднего швов левого рукава из основной ткани	$Y_{1,36,11} = \{Y_{1,36,10} \cup \cup(Y_{1,36,11} \setminus Y_{1,36,11}^*)\}$	$Y_{1,36,10} = \{Y_{1,36,9} \cup \cup(Y_{1,36,10} \setminus Y_{1,36,10}^*)\}$	$W_{1,36,11} = \{\{\text{Пресс CS-351 P2M+22-215+396B}\}, \{\text{ПЗ}\}\}$	90 с
1,36,12	125	Притачивание припуска на подгиб низа левого рукава к припуску на передний шов	$Y_{1,36,12} = \{Y_{1,36,11} \cup \cup(Y_{1,36,12} \setminus Y_{1,36,12}^*)\}$	$Y_{1,36,11} = \{Y_{1,36,10} \cup \cup(Y_{1,36,11} \setminus Y_{1,36,11}^*)\}$	$W_{1,36,12} = \{\{\text{Универсальная машина DDL 9000}\}, \{\text{M2}\}\}$	40 с
1,36,13	126	Притачивание припуска на локтевой шов подкладки левого рукава к припуску на локтевой шов левого рукава из основной ткани	$Y_{1,36,13} = \{Y_{1,36,12} \cup \cup(Y_{1,36,13} \setminus Y_{1,36,13}^*)\}$	$Y_{1,36,12} = \{Y_{1,36,11} \cup \cup(Y_{1,36,12} \setminus Y_{1,36,12}^*)\}$	$W_{1,36,13} = \{\{\text{Универсальная машина DDL 9000}\}, \{\text{M2}\}\}$	53 с
1,36,14	127	Вывертывание левого рукава на лицевую сторону	$Y_{1,36,14} = \{Y_{1,36,13} \cup \cup(Y_{1,36,14} \setminus Y_{1,36,14}^*)\}$	$Y_{1,36,13} = \{Y_{1,36,12} \cup \cup(Y_{1,36,13} \setminus Y_{1,36,13}^*)\}$	$W_{1,36,14} = \{\{\}, \{\text{P1}\}\}$	17 с
1,36,15	128	Приутюживание низа левого рукава и шлицы	$Y_{1,36,15} = \{Y_{1,36,14} \cup \cup(Y_{1,36,15} \setminus Y_{1,36,15}^*)\}$	$Y_{1,36,14} = \{Y_{1,36,13} \cup \cup(Y_{1,36,14} \setminus Y_{1,36,14}^*)\}$	$W_{1,36,15} = \{\{\text{Пресс CS-394K+395/11}\}, \{\text{Y3}\}\}$	63 с

1,36,16	129	Приутюживание левого рукава	$Y_{1,36,16} = \{Y_{1,36,15} \cup \cup (Y_{1,36,16} \setminus Y_{1,36,16}^*)\}$	$Y_{1,36,15} = \{Y_{1,36,14} \cup \cup (Y_{1,36,15} \setminus Y_{1,36,15}^*)\}$	$W_{1,36,16} = \{\{\text{Пресс CS-351 P2M+22-215+396B}\}, \{\text{ПЗ}\}\}$	63 с
---------	-----	-----------------------------	---	---	--	------

Таблица П.А.1.15 – Фрагмент табличного представления унифицированной декомпозиционной конструкции в вершине с предварительно сформированным концептом «Монтаж» и в основании с уже полностью сформированным концептом «Обработка левого рукава с талоном на подкладке»

Индекс	Номер	ТР	Y	X	W	H
1	-	Монтаж	$Y_1 = \{\text{Обработанный мужской пиджак}\};$ $Y_1 = \bigcup_{\beta=1}^{52} Y_{1,\beta}$	-	-	-
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
1,36	-	Обработка левого рукава с талоном на подкладке	$Y_{1,36} = \{\text{Обработанный левый рукав с талоном на подкладке}\}$	$X_{1,36} = X_{1,36,1} \cup \cup X'_{1,36,2} \cup X_{1,36,8}$	$W_{1,36} = \{\{\text{Утюжильный стол CS-394, парозлектрический утюг, универсальная машина DDL 5550N-3, специальный кольшеш, универсальная машина DDL 9000, пресс CS-351 P2M+22-215+396B, пресс CS-394K+395/11}\}, \{\text{ПЗ, МЗ, Р1, М2, УЗ}\}\}$	781 с
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
1,52	174	Чистка пиджака от оставшихся концов ниток и другого производственного мусора	$Y_{1,52} = \{Y_{1,51} \cup \cup (Y_{1,52} \setminus Y_{1,52}^*)\}$	$Y_{1,51} = \{Y_{1,50} \cup \cup (Y_{1,51} \setminus Y_{1,51}^*)\}$	P1	51 с

Таблица П.А.1.16 – Табличное представление унифицированной декомпозиционной конструкции в вершине с предварительно сформированным концептом «Обработка бортовой прокладки»

Индекс	Номер	ТР	Y	X	W	H
1,1,2	-	Обработка бортовой прокладки	$Y_{1,1,2} = \{\text{Обработанная бортовая прокладка}\};$ $Y_{1,1,2} = \bigcup_{\delta=1}^2 Y_{1,1,2,\delta}$	-	-	-
1,1,2,1	74	Притачивание боковых швов	$Y_{1,1,2,1} = \{X_{1,1,2,1} \cup \cup (Y_{1,1,2,1} \setminus Y_{1,1,2,1}^*)\}$	$X_{1,1,2,1} = \{\text{Правая полочка из подкладочного материала, левая полочка из подкладочного материала, спинка из подкладочного материала}\}$	$W_{1,1,2,1} = \{\{\text{Швейная машина DLM-5200ND}\}, \{\text{C1}\}\}$	185 с
1,1,2,2	75	Формирование бортовой подкладки	$Y_{1,1,2,2} = \{Y_{1,1,2,1} \cup \cup (Y_{1,1,2,2} \setminus Y_{1,1,2,2}^*)\}$	$Y_{1,1,2,1} = \{X_{1,1,2,1} \cup \cup (Y_{1,1,2,1} \setminus Y_{1,1,2,1}^*)\}$	$W_{1,1,2,2} = \{\{\text{Пресс CS-371 KM+12-65, пресс CS-371 KM+12-66}\}, \{\text{ПЗ}\}\}$	72 с

Таблица П.А.1.17 – Фрагмент табличного представления унифицированной декомпозиционной конструкции в вершине с предварительно сформированным концептом «Соединение обработанных полочек с талонами с бортовой прокладкой» и в основании с уже полностью сформированным концептом «Обработка бортовой прокладки»

Индекс	Номер	ТР	Y	X	W	H
1,1	-	Соединение обработанных полочек с талонами с бортовой прокладкой	$Y_{1,1} = \{\text{Соединённые обработанные полочки с талонами с бортовой прокладкой}\};$ $Y_{1,1} = \bigcup_{\gamma=1}^7 Y_{1,1,\gamma}$	-	-	-
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
1,1,2	-	Обработка бортовой прокладки	$Y_{1,1,2} = \{\text{Обработанная}$	$X_{1,1,2} = X_{1,1,2,1}$	$W_{1,1,2} = \{\{\text{Швейная}$	257 с

			<b>бортовая прокладка}</b>		<b>машина DLM-5200ND, пресс CS-371 KM+12-65, пресс CS-371 KM+12-66}, {С1, ПЗ}</b>	
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
1,1,7	79	Прессование полочек с бортовой прокладкой	$Y_{1,1,7} = \{Y_{1,1,6} \cup \cup(Y_{1,1,7} \setminus Y_{1,1,7}^*)\}$	$Y_{1,1,6} = \{Y_{1,1,5} \cup \cup(Y_{1,1,6} \setminus Y_{1,1,6}^*)\}$	Пресс CS-371 KM+12-65 (Паннония, Венгрия); пресс CS-371 KM+12-66 (Паннония, Венгрия); ПЗ	69 с

Таблица П.А.1.18 – Табличное представление унифицированной декомпозиционной конструкции в вершине с предварительно сформированным концептом «Обработка правого бокового кармана на подкладке на обработанной правой полочке с талоном»

Индекс	Номер	ТР	Y	X	W	H
1,1,1	-	Обработка правого бокового кармана на подкладке на обработанной правой полочке с талоном	$Y_{1,1,1} = \{\text{Обработанная правая полочка с талоном с обработанным правым боковым карманом на подкладке}\};$ $Y_{1,1,1} = \bigcup_{\delta=1}^{11} Y_{1,1,1,\delta}$	-	-	-
1,1,1,1	-	Обработка правой полочки с талоном	$Y_{1,1,1,1} = \{\text{Обработанная правая полочка с талоном}\}$	-	-	-
1,1,1,2	65	Нанесение места расположения правого бокового кармана с подкладкой на правой полочке	$Y_{1,1,1,2} = \{Y_{1,1,1,1} \cup \cup(Y_{1,1,1,2} \setminus Y_{1,1,1,2}^*)\}$	$Y_{1,1,1,1}$	$W_{1,1,1,2} = \{\{\text{Лекало, мел}\}, \{P3\}\}$	7 с
1,1,1,3	-	Обработка правого клапана с талоном с подкладкой правого бокового кармана	$Y_{1,1,1,3} = \{\text{Обработанный правый клапан с талоном с подкладкой правого бокового кармана}\}$	-	-	-
1,1,1,4	66	Притачивание верхней обтачки и правого клапана правого бокового кармана с талоном с подкладкой к обработанной правой полочке с талоном	$Y_{1,1,1,4} = \{Y_{1,1,1,2} \cup \cup Y_{1,1,1,3} \cup X'_{1,1,1,4} \cup \cup(Y_{1,1,1,4} \setminus Y_{1,1,1,4}^*)\}$	$Y_{1,1,1,2} \cup Y_{1,1,1,3} \cup X'_{1,1,1,4}$ ; $X'_{1,1,1,4} = \{\text{Верхняя обтачка правого бокового кармана}\}$	$W_{1,1,1,4} = \{\{\text{Универсальная машина 274-140042}\}, \{M4\}\}$	40 с
1,1,1,5	67	Удаление талона с правого клапана с подкладкой	$Y_{1,1,1,5} = \{Y_{1,1,1,4} \cup \cup(Y_{1,1,1,5} \setminus Y_{1,1,1,5}^*)\}$	$Y_{1,1,1,4} = \{Y_{1,1,1,2} \cup \cup Y_{1,1,1,3} \cup X'_{1,1,1,4} \cup \cup(Y_{1,1,1,4} \setminus Y_{1,1,1,4}^*)\}$	$W_{1,1,1,5} = \{\{\text{Специальный кольшешек}\}, \{P1\}\}$	4 с
1,1,1,6	68	Притачивание нижней обтачки и правого клапана правого бокового кармана с талоном с подкладкой к обработанной правой полочке с талоном	$Y_{1,1,1,6} = \{Y_{1,1,1,5} \cup \cup X'_{1,1,1,6} \cup \cup(Y_{1,1,1,6} \setminus Y_{1,1,1,6}^*)\}$	$Y_{1,1,1,5} \cup X'_{1,1,1,6}$ ; $X'_{1,1,1,6} = \{\text{Нижняя обтачка правого бокового кармана}\}$	$W_{1,1,1,6} = \{\{\text{Универсальная машина 274-140042}\}, \{M4\}\}$	28 с
1,1,1,7	69	Разрезание правой полочки между строчками	$Y_{1,1,1,7} = \{Y_{1,1,1,6} \cup \cup(Y_{1,1,1,7} \setminus Y_{1,1,1,7}^*)\}$	$Y_{1,1,1,6} = \{Y_{1,1,1,5} \cup \cup X'_{1,1,1,6} \cup \cup(Y_{1,1,1,6} \setminus Y_{1,1,1,6}^*)\}$	$W_{1,1,1,7} = \{\{\text{Ножницы}\}, \{P4\}\}$	25 с
1,1,1,8	70	Вывергивание подкладки правого бокового кармана в направлении правого клапана и верхней и нижней обтачек	$Y_{1,1,1,8} = \{Y_{1,1,1,7} \cup \cup(Y_{1,1,1,8} \setminus Y_{1,1,1,8}^*)\}$	$Y_{1,1,1,7} = \{Y_{1,1,1,6} \cup \cup(Y_{1,1,1,7} \setminus Y_{1,1,1,7}^*)\}$	$W_{1,1,1,8} = \{\{\}, \{P4\}\}$	15 с
1,1,1,9	71	Закрепление концов правого бокового кармана	$Y_{1,1,1,9} = \{Y_{1,1,1,8} \cup \cup(Y_{1,1,1,9} \setminus Y_{1,1,1,9}^*)\}$	$Y_{1,1,1,8} = \{Y_{1,1,1,7} \cup \cup(Y_{1,1,1,8} \setminus Y_{1,1,1,8}^*)\}$	$W_{1,1,1,9} = \{\{\text{Универсальная машина 274-140042}\}, \{M4\}\}$	46 с

1,1,1,10	72	Стачивание подкладки правого бокового кармана	$Y_{1,1,1,10} = \{Y_{1,1,1,9} \cup \cup (Y_{1,1,1,10} \setminus Y_{1,1,1,10}^*)\}$	$Y_{1,1,1,9} = \{Y_{1,1,1,8} \cup \cup (Y_{1,1,1,9} \setminus Y_{1,1,1,9}^*)\}$	$W_{1,1,1,10} = \{\{\text{Универсальная машина DDL 9000}\}, \{M2\}\}$	47 с
1,1,1,11	73	Приутюживание правого бокового кармана	$Y_{1,1,1,11} = \{Y_{1,1,1,10} \cup \cup (Y_{1,1,1,11} \setminus Y_{1,1,1,11}^*)\}$	$Y_{1,1,1,10} = \{Y_{1,1,1,9} \cup \cup (Y_{1,1,1,10} \setminus Y_{1,1,1,10}^*)\}$	$W_{1,1,1,11} = \{\{\text{Пресс CS-394K1+395/11}\}, \{Y3\}\}$	15 с

Таблица П.А.1.19 – Табличное представление унифицированной декомпозиционной конструкции в вершине с предварительно сформированным концептом «Обработка левого бокового кармана на подкладке на обработанной левой полочке с талоном»

Индекс	Номер	ТР	Y	X	W	H
1,1,4	-	Обработка левого бокового кармана на подкладке на обработанной левой полочке с талоном	$Y_{1,1,4} = \{\text{Обработанная левая полочка с талоном с обработанным левым боковым карманом на подкладке}\};$ $Y_{1,1,4} = \bigcup_{\delta=1}^{11} Y_{1,1,4,\delta}$	-	-	-
1,1,4,1	-	Обработка верхнего кармана с листочкой на обработанной левой полочке с талоном	$Y_{1,1,4,1} = \{\text{Обработанная левая полочка с талоном с обработанным верхним карманом с листочкой}\}$	-	-	-
1,1,4,2	56	Нанесение места расположения левого бокового кармана с подкладкой на левой полочке	$Y_{1,1,4,2} = \{Y_{1,1,4,1} \cup \cup (Y_{1,1,4,2} \setminus Y_{1,1,4,2}^*)\}$	$Y_{1,1,4,1}$	$W_{1,1,4,2} = \{\{\text{Лекало, мел}\}, \{P3\}\}$	7 с
1,1,4,3	-	Обработка левого клапана с талоном с подкладкой левого бокового кармана	$Y_{1,1,4,3} = \{\text{Обработанный левый клапан с талоном с подкладкой левого бокового кармана}\}$	-	-	-
1,1,4,4	57	Притачивание верхней обтачки и левого клапана левого бокового кармана с талоном с подкладкой к обработанной левой полочке с талоном	$Y_{1,1,4,4} = \{Y_{1,1,4,2} \cup \cup Y_{1,1,4,3} \cup X'_{1,1,4,4} \cup \cup (Y_{1,1,4,4} \setminus Y_{1,1,4,4}^*)\}$	$Y_{1,1,4,2} \cup Y_{1,1,4,3} \cup X'_{1,1,4,4}$ ; $X'_{1,1,4,4} = \{\text{Верхняя обтачка левого бокового кармана}\}$	$W_{1,1,4,4} = \{\{\text{Универсальная машина 274-140042}\}, \{M4\}\}$	40 с
1,1,4,5	58	Удаление талона с левого клапана с подкладкой	$Y_{1,1,4,5} = \{Y_{1,1,4,4} \cup \cup (Y_{1,1,4,5} \setminus Y_{1,1,4,5}^*)\}$	$Y_{1,1,4,4} = \{Y_{1,1,4,2} \cup \cup Y_{1,1,4,3} \cup X'_{1,1,4,4} \cup \cup (Y_{1,1,4,4} \setminus Y_{1,1,4,4}^*)\}$	$W_{1,1,4,5} = \{\{\text{Специальный колышек}\}, \{P1\}\}$	4 с
1,1,4,6	59	Притачивание нижней обтачки и правого клапана правого бокового кармана с талоном с подкладкой к обработанной правой полочке с талоном	$Y_{1,1,4,6} = \{Y_{1,1,4,5} \cup \cup X'_{1,1,4,6} \cup \cup (Y_{1,1,4,6} \setminus Y_{1,1,4,6}^*)\}$	$Y_{1,1,4,5} \cup X'_{1,1,4,6}$ ; $X'_{1,1,4,6} = \{\text{Нижняя обтачка левого бокового кармана}\}$	$W_{1,1,4,6} = \{\{\text{Универсальная машина 274-140042}\}, \{M4\}\}$	28 с
1,1,4,7	60	Разрезание левой полочки между строчками	$Y_{1,1,4,7} = \{Y_{1,1,4,6} \cup \cup (Y_{1,1,4,7} \setminus Y_{1,1,4,7}^*)\}$	$Y_{1,1,4,6} = \{Y_{1,1,4,5} \cup \cup X'_{1,1,4,6} \cup \cup (Y_{1,1,4,6} \setminus Y_{1,1,4,6}^*)\}$	$W_{1,1,4,7} = \{\{\text{Ножницы}\}, \{P4\}\}$	25 с
1,1,4,8	61	Вывертывание подкладки левого бокового кармана в направлении левого клапана и верхней и нижней обтачек	$Y_{1,1,4,8} = \{Y_{1,1,4,7} \cup \cup (Y_{1,1,4,8} \setminus Y_{1,1,4,8}^*)\}$	$Y_{1,1,4,7} = \{Y_{1,1,4,6} \cup \cup (Y_{1,1,4,7} \setminus Y_{1,1,4,7}^*)\}$	$W_{1,1,4,8} = \{\{\}, \{P4\}\}$	15 с
1,1,4,9	62	Закрепление концов левого бокового кармана	$Y_{1,1,4,9} = \{Y_{1,1,4,8} \cup \cup (Y_{1,1,4,9} \setminus Y_{1,1,4,9}^*)\}$	$Y_{1,1,4,8} = \{Y_{1,1,4,7} \cup \cup (Y_{1,1,4,8} \setminus Y_{1,1,4,8}^*)\}$	$W_{1,1,4,9} = \{\{\text{Универсальная машина 274-140042}\}, \{M4\}\}$	46 с
1,1,4,10	63	Стачивание подкладки левого бокового кармана	$Y_{1,1,4,10} = \{Y_{1,1,4,9} \cup \cup (Y_{1,1,4,10} \setminus Y_{1,1,4,10}^*)\}$	$Y_{1,1,4,9} = \{Y_{1,1,4,8} \cup \cup (Y_{1,1,4,9} \setminus Y_{1,1,4,9}^*)\}$	$W_{1,1,4,10} = \{\{\text{Универсальная машина DDL 9000}\}, \{M2\}\}$	47 с

1,1,4,11	64	Приутюживание левого бокового кармана	$Y_{1,1,4,11} = \{Y_{1,1,4,10} \cup \cup (Y_{1,1,4,11} \setminus Y_{1,1,4,11}^*)\}$	$Y_{1,1,4,10} = \{Y_{1,1,4,9} \cup \cup (Y_{1,1,4,10} \setminus Y_{1,1,4,10}^*)\}$	$W_{1,1,4,11} = \{\{\text{Пресс CS-394K+395/11}\}, \{Y3\}\}$	15 с
----------	----	---------------------------------------	---	--	--	------

Таблица П.А.1.20 – Табличное представление унифицированной декомпозиционной конструкции в вершине с предварительно сформированным концептом «Обработка правой полочки с талоном»

Индекс	Номер	ТР	Y	X	W	H
1,1,1,1	-	Обработка правой полочки с талоном	$Y_{1,1,1,1} = \{\text{Обработанная правая полочка с талоном}\};$ $Y_{1,1,1,1} = \bigcup_{\varepsilon=1}^8 Y_{1,1,1,1,\varepsilon}$	-	-	-
1,1,1,1,1	9	Дублирование правой полочки клеевой прокладкой	$Y_{1,1,1,1,1} = \{X_{1,1,1,1,1} \cup \cup (Y_{1,1,1,1,1} \setminus Y_{1,1,1,1,1}^*)\}$	$X_{1,1,1,1,1} = \{\text{Правая полочка с талоном, клеевая прокладка правой полочки}\}$	$W_{1,1,1,1,1} = \{\{\text{Утюжильный стол CS-394, парозлектрический утюг}\}, \{P3\}\}$	97 с
1,1,1,1,2	10	Стачивание передней вытачки на правой полочке	$Y_{1,1,1,1,2} = \{Y_{1,1,1,1,1} \cup \cup (Y_{1,1,1,1,2} \setminus Y_{1,1,1,1,2}^*)\}$	$Y_{1,1,1,1,1} = \{X_{1,1,1,1,1} \cup \cup (Y_{1,1,1,1,1} \setminus Y_{1,1,1,1,1}^*)\}$	$W_{1,1,1,1,2} = \{\{\text{Универсальная машина 274-140042}\}, \{M3\}\}$	52 с
1,1,1,1,3	11	Притачивание правой боковой части к правой полочке	$Y_{1,1,1,1,3} = \{Y_{1,1,1,1,2} \cup \cup X'_{1,1,1,1,3} \cup \cup (Y_{1,1,1,1,3} \setminus Y_{1,1,1,1,3}^*)\}$	$Y_{1,1,1,1,2} \cup X'_{1,1,1,1,3};$ $X'_{1,1,1,1,3} = \{\text{Правая боковая часть с талоном}\}$	$W_{1,1,1,1,3} = \{\{\text{Универсальная машина 274-140042}\}, \{M3\}\}$	85 с
1,1,1,1,4	12	Удаление талона с правой боковой части	$Y_{1,1,1,1,4} = \{Y_{1,1,1,1,3} \cup \cup (Y_{1,1,1,1,4} \setminus Y_{1,1,1,1,4}^*)\}$	$Y_{1,1,1,1,3} = \{Y_{1,1,1,1,2} \cup \cup X'_{1,1,1,1,3} \cup \cup (Y_{1,1,1,1,3} \setminus Y_{1,1,1,1,3}^*)\}$	$W_{1,1,1,1,4} = \{\{\text{Специальный колышек}\}, \{P1\}\}$	4 с
1,1,1,1,5	13	Соединение клеевой прокладкой правого бокового кармана на правой полочке по линии разреза	$Y_{1,1,1,1,5} = \{Y_{1,1,1,1,4} \cup \cup X'_{1,1,1,1,5} \cup \cup (Y_{1,1,1,1,5} \setminus Y_{1,1,1,1,5}^*)\}$	$Y_{1,1,1,1,4} \cup X'_{1,1,1,1,5};$ $X'_{1,1,1,1,5} = \{\text{Клеевая прокладка в правый боковой карман}\}$	$W_{1,1,1,1,5} = \{\{\text{Утюжильный стол CS-394 KE+1392, парозлектрический утюг}\}, \{Y2\}\}$	20 с
1,1,1,1,6	14	Прокладывание в пройму правой полочки клеевой прокладки	$Y_{1,1,1,1,6} = \{Y_{1,1,1,1,5} \cup \cup X'_{1,1,1,1,6} \cup \cup (Y_{1,1,1,1,6} \setminus Y_{1,1,1,1,6}^*)\}$	$Y_{1,1,1,1,5} \cup X'_{1,1,1,1,6};$ $X'_{1,1,1,1,6} = \{\text{Клеевая прокладка в пройму правой полочки}\}$	$W_{1,1,1,1,6} = \{\{\text{Утюжильный стол CS-394 KE+1392, парозлектрический утюг}\}, \{Y2\}\}$	32 с
1,1,1,1,7	15	Разутюживание вытачки на правой полочке	$Y_{1,1,1,1,7} = \{Y_{1,1,1,1,6} \cup \cup (Y_{1,1,1,1,7} \setminus Y_{1,1,1,1,7}^*)\}$	$Y_{1,1,1,1,6} = \{Y_{1,1,1,1,5} \cup \cup X'_{1,1,1,1,6} \cup \cup (Y_{1,1,1,1,6} \setminus Y_{1,1,1,1,6}^*)\}$	$W_{1,1,1,1,7} = \{\{\text{Утюжильный стол CS-394 KE+1392, парозлектрический утюг}\}, \{Y3\}\}$	55 с
1,1,1,1,8	16	Разутюживание шва, соединяющего правую боковую часть с правой полочкой	$Y_{1,1,1,1,8} = \{Y_{1,1,1,1,7} \cup \cup (Y_{1,1,1,1,8} \setminus Y_{1,1,1,1,8}^*)\}$	$Y_{1,1,1,1,7} = \{Y_{1,1,1,1,6} \cup \cup (Y_{1,1,1,1,7} \setminus Y_{1,1,1,1,7}^*)\}$	$W_{1,1,1,1,8} = \{\{\text{Пресс CS-371 KM+12-17}\}, \{P3\}\}$	50 с

Таблица П.А.1.21 – Фрагмент табличного представления унифицированной декомпозиционной конструкции в вершине с предварительно сформированным концептом «Обработка правого бокового кармана на подкладке на обработанной правой полочке с талоном» и в основании с уже полностью сформированным концептом «Обработка правой полочки с талоном»

Индекс	Номер	ТР	Y	X	W	H
1,1,1	-	Обработка правого бокового кармана на подкладке на обработанной правой полочке с талоном	$Y_{1,1,1} = \{\text{Обработанная правая полочка с талоном с обработанным правым боковым карманом на подкладке}\};$ $Y_{1,1,1} = \bigcup_{\delta=1}^{11} Y_{1,1,1,\delta}$	-	-	-

1,1,1,1	-	Обработка правой полочки с талоном	$Y_{1,1,1,1} = \{\text{Обработанная правая полочка с талоном}\}$	$X_{1,1,1,1} = X_{1,1,1,1} \cup X'_{1,1,1,3} \cup X'_{1,1,1,5} \cup X'_{1,1,1,6}$	$W_{1,1,1,1} = \{\{\text{Утюжилный стол CS-394, парозлектрический утюг, универсальная машина 274-140042, специальный кольшдек, утюжилный стол CS-394 KE+1392, пресс CS-371 KM+12-17}\}, \{\text{ПЗ, МЗ, Р1, У2, У3}\}\}$	395 с
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
1,1,1,11	73	Приутюживание правого бокового кармана	$Y_{1,1,1,11} = \{Y_{1,1,1,10} \cup (Y_{1,1,1,11} \setminus Y_{1,1,1,11}^*)\}$	$Y_{1,1,1,10} = \{Y_{1,1,9} \cup (Y_{1,1,1,10} \setminus Y_{1,1,1,10}^*)\}$	Пресс CS-394K1+395/11 (Паннония, Венгрия); У3	15 с

Таблица П.А.1.22 – Табличное представление унифицированной декомпозиционной конструкции в вершине с предварительно сформированным концептом «Обработка правого клапана с талоном с подкладкой правого бокового кармана»

Индекс	Номер	ТР	Y	X	W	H
1,1,1,3	-	Обработка правого клапана с талоном с подкладкой правого бокового кармана	$Y_{1,1,1,3} = \{\text{Обработанный правый клапан с талоном с подкладкой правого бокового кармана}\};$ $Y_{1,1,1,3} = \bigcup_{\varepsilon=1}^9 Y_{1,1,1,3,\varepsilon}$	-	-	-
1,1,1,3,1	47	Соединение правого клапана с клеевой прокладкой	$Y_{1,1,1,3,1} = \{X_{1,1,1,3,1} \cup (Y_{1,1,1,3,1} \setminus Y_{1,1,1,3,1}^*)\}$	$X_{1,1,1,3,1} = \{\text{Правый клапан правого бокового кармана с талоном, клеевая прокладка в правый клапан правого бокового кармана}\}$	$W_{1,1,1,3,1} = \{\{\text{Утюжилный стол CS-394, парозлектрический утюг}\}, \{\text{ПЗ}\}\}$	19 с
1,1,1,3,2	48	Подгонка рисунка ткани на правом клапане	$Y_{1,1,1,3,2} = \{Y_{1,1,1,3,1} \cup (Y_{1,1,1,3,2} \setminus Y_{1,1,1,3,2}^*)\}$	$Y_{1,1,1,3,1} = \{X_{1,1,1,3,1} \cup (Y_{1,1,1,3,1} \setminus Y_{1,1,1,3,1}^*)\}$	$W_{1,1,1,3,2} = \{\{\text{Лекало, ножницы}\}, \{\text{P1}\}\}$	28 с
1,1,1,3,3	49	Настрчивание подзора на подкладку правого бокового кармана	$Y_{1,1,1,3,3} = \{X_{1,1,1,3,3} \cup (Y_{1,1,1,3,3} \setminus Y_{1,1,1,3,3}^*)\}$	$X_{1,1,1,3,3} = \{\text{Подзор к подкладке правого бокового кармана, подкладка правого бокового кармана}\}$	$W_{1,1,1,3,3} = \{\{\text{Универсальная машина DDL 9000}\}, \{\text{M1}\}\}$	26 с
1,1,1,3,4	50	Обтачивание правого клапана подкладкой	$Y_{1,1,1,3,4} = \{Y_{1,1,1,3,2} \cup Y_{1,1,1,3,3} \cup (Y_{1,1,1,3,4} \setminus Y_{1,1,1,3,4}^*)\}$	$Y_{1,1,1,3,2} \cup Y_{1,1,1,3,3}$	$W_{1,1,1,3,4} = \{\{\text{Швейная машина 739-23}\}, \{\text{C2}\}\}$	36 с
1,1,1,3,5	51	Вывертывание правого клапана на лицевую сторону	$Y_{1,1,1,3,5} = \{Y_{1,1,1,3,4} \cup (Y_{1,1,1,3,5} \setminus Y_{1,1,1,3,5}^*)\}$	$Y_{1,1,1,3,4} = \{Y_{1,1,1,3,2} \cup Y_{1,1,1,3,3} \cup (Y_{1,1,1,3,4} \setminus Y_{1,1,1,3,4}^*)\}$	$W_{1,1,1,3,5} = \{\{\text{Специальный кольшдек}\}, \{\text{P1}\}\}$	35 с
1,1,1,3,6	52	Приутюживание правого клапана	$Y_{1,1,1,3,6} = \{Y_{1,1,1,3,5} \cup (Y_{1,1,1,3,6} \setminus Y_{1,1,1,3,6}^*)\}$	$Y_{1,1,1,3,5} = \{Y_{1,1,1,3,4} \cup (Y_{1,1,1,3,5} \setminus Y_{1,1,1,3,5}^*)\}$	$W_{1,1,1,3,6} = \{\{\text{Пресс BRI-370}\}, \{\text{ПЗ}\}\}$	91 с
1,1,1,3,7	53	Обметывание долевого среза обтачки правого бокового кармана	$Y_{1,1,1,3,7} = \{X_{1,1,1,3,7} \cup (Y_{1,1,1,3,7} \setminus Y_{1,1,1,3,7}^*)\}$	$X_{1,1,1,3,7} = \{\text{Обтачка правого бокового кармана}\}$	$W_{1,1,1,3,7} = \{\{\text{Швейная машина 739-23}\}, \{\text{C2}\}\}$	25 с
1,1,1,3,8	54	Притачивание обтачки и правого клапана правого бокового кармана с одновременным разрезанием входа в карман	$Y_{1,1,1,3,8} = \{Y_{1,1,1,3,6} \cup Y_{1,1,1,3,7} \cup (Y_{1,1,1,3,8} \setminus Y_{1,1,1,3,8}^*)\}$	$Y_{1,1,1,3,6} \cup Y_{1,1,1,3,7}$	$W_{1,1,1,3,8} = \{\{\text{Универсальная машина 274-140042}\}, \{\text{M4}\}\}$	70 с

1,1,1,3,9	55	Настрачивание на подкладку правого бокового кармана с подзором правого клапана и сложенной вдвое по длине обтачки	$Y_{1,1,1,3,9} = \{Y_{1,1,1,3,8} \cup \cup (Y_{1,1,1,3,9} \setminus Y_{1,1,1,3,9}^*)\}$	$Y_{1,1,1,3,8} = \{Y_{1,1,1,3,6} \cup \cup Y_{1,1,1,3,7} \cup \cup (Y_{1,1,1,1,8} \setminus Y_{1,1,1,1,8}^*)\}$	$W_{1,1,1,3,9} = \{\{\text{Универсальная машина DDL 5550N-3}\}, \{M3\}\}$	30 с
-----------	----	---	---	---	---	------

Таблица П.А.1.23 – Фрагмент табличного представления унифицированной декомпозиционной конструкции в вершине с предварительно сформированным концептом «Обработка правого бокового кармана на подкладке на обработанной правой полочке с талоном» и в основании с уже полностью сформированным концептом «Обработка правого клапана с талоном с подкладкой правого бокового кармана»

Индекс	Номер	ТР	Y	X	W	H
1,1,1	-	Обработка правого бокового кармана на подкладке на обработанной правой полочке с талоном	$Y_{1,1,1} = \{\text{Обработанная правая полочка с талоном с обработанным правым боковым карманом на подкладке}\};$ $Y_{1,1,1} = \bigcup_{\delta=1}^{11} Y_{1,1,1,\delta}$	-	-	-
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
1,1,1,3	-	Обработка правого клапана с талоном с подкладкой правого бокового кармана	$Y_{1,1,1,3} = \{\text{Обработанный правый клапан с талоном с подкладкой правого бокового кармана}\};$	$X_{1,1,1,3} = X_{1,1,1,3,1} \cup \cup X_{1,1,1,3,3} \cup X_{1,1,1,3,7}$	$W_{1,1,1,3} = \{\{\text{Утяжеленный стол CS-394, парозлектрический утюг, лекало, ножницы, универсальная машина DDL 9000, швейная машина 739-23, пресс BRI-370, универсальная машина 274-140042}\}, \{\text{П3, P1, M1, C2, M4, M3}\}\}$	360 с
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
1,1,1,11	73	Приутюживание правого бокового кармана	$Y_{1,1,1,11} = \{Y_{1,1,1,10} \cup \cup (Y_{1,1,1,11} \setminus Y_{1,1,1,11}^*)\}$	$Y_{1,1,1,10} = \{Y_{1,1,1,9} \cup \cup (Y_{1,1,1,10} \setminus Y_{1,1,1,10}^*)\}$	Пресс CS-394K1+395/11 (Паннония, Венгрия); У3	15 с

Таблица П.А.1.24 – Фрагмент табличного представления унифицированной декомпозиционной конструкции в вершине с предварительно сформированным концептом «Соединение обработанных полочек с талонами с бортовой прокладкой» и в основании с уже полностью сформированным концептом «Обработка правого бокового кармана на подкладке на обработанной правой полочке с талоном»

Индекс	Номер	ТР	Y	X	W	H
1,1	-	Соединение обработанных полочек с талонами с бортовой прокладкой	$Y_{1,1} = \{\text{Соединенные обработанные полочки с талонами с бортовой прокладкой}\};$ $Y_{1,1} = \bigcup_{\gamma=1}^7 Y_{1,1,\gamma}$	-	-	-
1,1,1	-	Обработка правого бокового кармана на подкладке на обработанной правой полочке с талоном	$Y_{1,1,1} = \{\text{Обработанная правая полочка с талоном с обработанным правым боковым карманом на подкладке}\}$	$X_{1,1,1} = X_{1,1,1,1} \cup \cup X_{1,1,1,3} \cup X_{1,1,1,4} \cup \cup X_{1,1,1,6}'$	$W_{1,1,1} = W_{1,1,1,1} \cup \cup \{\{\text{Лекало, мел, ножницы, универсальная машина DDL 9000, швейная машина 739-23, пресс BRI-370, универсальная машина DDL 5550N-3, пресс CS-394K+395/11}\}, \{\text{P3, M1, C2, M4, P4, M2}\}\}$	982 с
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
1,1,7	79	Прессование полочек с бортовой прокладкой	$Y_{1,1,7} = \{Y_{1,1,6} \cup \cup (Y_{1,1,7} \setminus Y_{1,1,7}^*)\}$	$Y_{1,1,6} = \{Y_{1,1,5} \cup \cup (Y_{1,1,6} \setminus Y_{1,1,6}^*)\}$	Пресс CS-371 KM+12-65 (Паннония, Венгрия); пресс CS-371 KM+12-66 (Паннония, Венгрия); П3	69 с

Таблица П.А.1.25 – Табличное представление унифицированной декомпозиционной конструкции в вершине с предварительно сформированным концептом «Обработка верхнего кармана с листочкой на обработанной левой полочке с талоном»

Индекс	Номер	ТР	Y	X	W	H
1,1,4,1	-	Обработка верхнего кармана с листочкой на обработанной левой полочке с талоном	$Y_{1,1,4,1} = \{\text{Обработанная левая полочка с талоном с обработанным верхним карманом с листочкой}\};$ $Y_{1,1,4,1} = \bigcup_{\varepsilon=1}^{14} Y_{1,1,4,1,\varepsilon}$	-	-	-
1,1,4,1,1	-	Обработка левой полочки с талоном	$Y_{1,1,4,1,1} = \{\text{Обработанная левая полочка с талоном}\}$	-	-	-
1,1,4,1,2	26	Нанесение на обработанной левой полочке линии притачивания листочки	$Y_{1,1,4,1,2} = \{Y_{1,1,4,1,1} \cup \cup (Y_{1,1,4,1,2} \setminus Y_{1,1,4,1,2}^*)\}$	$Y_{1,1,4,1,1}$	$W_{1,1,4,1,2} = \{\{\text{Лекало, мел}\}, \{P3\}\}$	9 с
1,1,4,1,3	-	Обработка листочки с талоном	$Y_{1,1,4,1,3} = \{\text{Обработанная листочка с талоном}\}$	-	-	-
1,1,4,1,4	27	Притачивание листочки к полочке	$Y_{1,1,4,1,4} = \{Y_{1,1,4,1,2} \cup \cup Y_{1,1,4,1,3} \cup \cup (Y_{1,1,4,1,4} \setminus Y_{1,1,4,1,4}^*)\}$	$Y_{1,1,4,1,2} \cup Y_{1,1,4,1,3}$	$W_{1,1,4,1,4} = \{\{\text{Универсальная машина 274-140042}\}, \{M4\}\}$	60 с
1,1,4,1,5	28	Удаление талона с обработанной листочки	$Y_{1,1,4,1,5} = \{Y_{1,1,4,1,4} \cup \cup (Y_{1,1,4,1,5} \setminus Y_{1,1,4,1,5}^*)\}$	$Y_{1,1,4,1,4} = \{Y_{1,1,4,1,2} \cup \cup Y_{1,1,4,1,3} \cup \cup (Y_{1,1,4,1,4} \setminus Y_{1,1,4,1,4}^*)\}$	$W_{1,1,4,1,5} = \{\{\text{Специальный колышек}\}, \{P1\}\}$	4 с
1,1,4,1,6	29	Выполнение надсечек в концах шва притачивания листочки	$Y_{1,1,4,1,6} = \{Y_{1,1,4,1,5} \cup \cup (Y_{1,1,4,1,6} \setminus Y_{1,1,4,1,6}^*)\}$	$Y_{1,1,4,1,5} = \{Y_{1,1,4,1,4} \cup \cup (Y_{1,1,4,1,5} \setminus Y_{1,1,4,1,5}^*)\}$	$W_{1,1,4,1,6} = \{\{\text{Ножницы}\}, \{P1\}\}$	7 с
1,1,4,1,7	30	Притачивание подкладки листочки к полочке	$Y_{1,1,4,1,7} = \{Y_{1,1,4,1,6} \cup \cup (Y_{1,1,4,1,7} \setminus Y_{1,1,4,1,7}^*)\}$	$Y_{1,1,4,1,6} = \{Y_{1,1,4,1,5} \cup \cup (Y_{1,1,4,1,6} \setminus Y_{1,1,4,1,6}^*)\}$	$W_{1,1,4,1,7} = \{\{\text{Универсальная машина 274-140042}\}, \{M4\}\}$	33 с
1,1,4,1,8	31	Притачивание подкладки кармана с подзором к полочке	$Y_{1,1,4,1,8} = \{Y_{1,1,4,1,7} \cup \cup (Y_{1,1,4,1,8} \setminus Y_{1,1,4,1,8}^*)\}$	$Y_{1,1,4,1,7} = \{Y_{1,1,4,1,6} \cup \cup (Y_{1,1,4,1,7} \setminus Y_{1,1,4,1,7}^*)\}$	$W_{1,1,4,1,8} = \{\{\text{Универсальная машина 274-140042}\}, \{M4\}\}$	22 с
1,1,4,1,9	32	Растрчивание шва притачивания подзора к полочке	$Y_{1,1,4,1,9} = \{Y_{1,1,4,1,8} \cup \cup (Y_{1,1,4,1,9} \setminus Y_{1,1,4,1,9}^*)\}$	$Y_{1,1,4,1,8} = \{Y_{1,1,4,1,7} \cup \cup (Y_{1,1,4,1,8} \setminus Y_{1,1,4,1,8}^*)\}$	$W_{1,1,4,1,9} = \{\{\text{Универсальная машина 274-140042}\}, \{M4\}\}$	12 с
1,1,4,1,10	33	Разрезание детали переда по линии входа в карман между строчками и в концах кармана	$Y_{1,1,4,1,10} = \{Y_{1,1,4,1,9} \cup \cup (Y_{1,1,4,1,10} \setminus Y_{1,1,4,1,10}^*)\}$	$Y_{1,1,4,1,9} = \{Y_{1,1,4,1,8} \cup \cup (Y_{1,1,4,1,9} \setminus Y_{1,1,4,1,9}^*)\}$	$W_{1,1,4,1,10} = \{\{\text{Ножницы}\}, \{P4\}\}$	16 с
1,1,4,1,11	34	Выполнение надсечек в концах шва притачивания подзора	$Y_{1,1,4,1,11} = \{Y_{1,1,4,1,10} \cup \cup (Y_{1,1,4,1,11} \setminus Y_{1,1,4,1,11}^*)\}$	$Y_{1,1,4,1,10} = \{Y_{1,1,4,1,9} \cup \cup (Y_{1,1,4,1,10} \setminus Y_{1,1,4,1,10}^*)\}$	$W_{1,1,4,1,11} = \{\{\text{Ножницы}\}, \{P4\}\}$	7 с
1,1,4,1,12	35	Вывертывание подкладки кармана в сторону изнанки полочки	$Y_{1,1,4,1,12} = \{Y_{1,1,4,1,11} \cup \cup (Y_{1,1,4,1,12} \setminus Y_{1,1,4,1,12}^*)\}$	$Y_{1,1,4,1,11} = \{Y_{1,1,4,1,10} \cup \cup (Y_{1,1,4,1,11} \setminus Y_{1,1,4,1,11}^*)\}$	$W_{1,1,4,1,12} = \{\{\}, \{P1\}\}$	7 с
1,1,4,1,13	36	Стачивание срезов подкладки кармана	$Y_{1,1,4,1,13} = \{Y_{1,1,4,1,12} \cup \cup (Y_{1,1,4,1,13} \setminus Y_{1,1,4,1,13}^*)\}$	$Y_{1,1,4,1,12} = \{Y_{1,1,4,1,11} \cup \cup (Y_{1,1,4,1,12} \setminus Y_{1,1,4,1,12}^*)\}$	$W_{1,1,4,1,13} = \{\{\text{Универсальная машина DDL 9000}\}, \{M2\}\}$	20 с
1,1,4,1,14	37	Приутюживание верхнего кармана с листочкой	$Y_{1,1,4,1,14} = \{Y_{1,1,4,1,13} \cup \cup (Y_{1,1,4,1,14} \setminus Y_{1,1,4,1,14}^*)\}$	$Y_{1,1,4,1,13} = \{Y_{1,1,4,1,12} \cup \cup (Y_{1,1,4,1,13} \setminus Y_{1,1,4,1,13}^*)\}$	$W_{1,1,4,1,14} = \{\{\text{Пресс CS-394K+395/11}\}, \{Y3\}\}$	32 с



1,1,4,3	-	Обработка левого клапана с талоном с подкладкой левого бокового кармана	$Y_{1,1,4,3} = \{\text{Обработанный левый клапан с талоном с подкладкой левого бокового кармана}\};$	$X_{1,1,4,3} = X_{1,1,4,3,1} \cup \cup X_{1,1,4,3,3} \cup X_{1,1,4,3,7}$	$W_{1,1,4,3} = \{\{\text{Утюжилыный стол CS-394, парозлектрический утюг, лекало, ножницы, универсальная машина DDL 9000, швейная машина 739-23, специальный кольшешек, пресс BRI-370, универсальная машина 274-140042, универсальная машина DDL 5550N-3}\}, \{\text{П3, P1, M1, C2, M4, M3}\}\}$	360 с
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
1,1,4,11	64	Приутюживание левого бокового кармана	$Y_{1,1,4,11} = \{Y_{1,1,4,10} \cup \cup (Y_{1,1,4,11} \setminus Y_{1,1,4,11}^*)\}$	$Y_{1,1,4,10} = \{Y_{1,1,4,9} \cup \cup (Y_{1,1,4,10} \setminus Y_{1,1,4,10}^*)\}$	Пресс CS-394K1+395/11 (Паннония, Венгрия); У3	15 с

Таблица П.А.1.28 – Табличное представление унифицированной декомпозиционной конструкции в вершине с предварительно сформированным концептом «Обработка левой полочки с талоном»

Индекс	Номер	ТР	Y	X	W	H
1,1,4,1,1	-	Обработка левой полочки с талоном	$Y_{1,1,4,1,1} = \{\text{Обработанная левая полочка с талоном}\};$ $Y_{1,1,4,1,1} = \bigcup_{\zeta=1}^8 Y_{1,1,4,1,1,\zeta}$	-	-	-
1,1,4,1,1,1	1	Дублирование левой полочки клеевой прокладкой	$Y_{1,1,4,1,1,1} = \{X_{1,1,4,1,1,1} \cup \cup (Y_{1,1,4,1,1,1} \setminus Y_{1,1,4,1,1,1}^*)\}$	$X_{1,1,4,1,1,1} = \{\text{Левая полочка с талоном, клеевая прокладка левой полочки}\}$	$W_{1,1,4,1,1,1} = \{\{\text{Утюжилыный стол CS-394, парозлектрический утюг}\}, \{\text{П3}\}\}$	97 с
1,1,4,1,1,2	2	Стачивание передней вытачки на левой полочке	$Y_{1,1,4,1,1,2} = \{X_{1,1,4,1,1,1} \cup \cup (Y_{1,1,4,1,1,2} \setminus Y_{1,1,4,1,1,2}^*)\}$	$Y_{1,1,4,1,1,1} = \{X_{1,1,4,1,1,1} \cup \cup (Y_{1,1,4,1,1,1} \setminus Y_{1,1,4,1,1,1}^*)\}$	$W_{1,1,4,1,1,2} = \{\{\text{Универсальная машина 274-140042}\}, \{\text{M3}\}\}$	52 с
1,1,4,1,1,3	3	Притачивание левой боковой части к левой полочке	$Y_{1,1,4,1,1,3} = \{Y_{1,1,4,1,1,2} \cup \cup X'_{1,1,4,1,1,3} \cup \cup (Y_{1,1,4,1,1,3} \setminus Y_{1,1,4,1,1,3}^*)\}$	$Y_{1,1,4,1,1,2} \cup X'_{1,1,4,1,1,3};$ $X'_{1,1,4,1,1,3} = \{\text{Левая боковая часть с талоном}\}$	$W_{1,1,4,1,1,3} = \{\{\text{Универсальная машина 274-140042}\}, \{\text{M3}\}\}$	85 с
1,1,4,1,1,4	4	Удаление талона с левой боковой части	$Y_{1,1,4,1,1,4} = \{X_{1,1,4,1,1,3} \cup \cup (Y_{1,1,4,1,1,4} \setminus Y_{1,1,4,1,1,4}^*)\}$	$Y_{1,1,4,1,1,3} = \{Y_{1,1,4,1,1,2} \cup \cup X'_{1,1,4,1,1,3} \cup \cup (Y_{1,1,4,1,1,3} \setminus Y_{1,1,4,1,1,3}^*)\}$	$W_{1,1,4,1,1,4} = \{\{\text{Специальный кольшешек}\}, \{\text{P1}\}\}$	4 с
1,1,4,1,1,5	5	Соединение клеевой прокладкой левого бокового кармана на левой полочке по линии разреза	$Y_{1,1,4,1,1,5} = \{Y_{1,1,4,1,1,4} \cup \cup X'_{1,1,4,1,1,5} \cup \cup (Y_{1,1,4,1,1,5} \setminus Y_{1,1,4,1,1,5}^*)\}$	$Y_{1,1,4,1,1,4} \cup X'_{1,1,4,1,1,5};$ $X'_{1,1,4,1,1,5} = \{\text{Клеевая прокладка в левый боковой карман}\}$	$W_{1,1,4,1,1,5} = \{\{\text{Утюжилыный стол CS-394 KE+1392, парозлектрический утюг}\}, \{\text{Y2}\}\}$	20 с
1,1,4,1,1,6	6	Прокладывание в пройму левой полочки клеевой прокладки	$Y_{1,1,4,1,1,6} = \{Y_{1,1,4,1,1,5} \cup \cup X'_{1,1,4,1,1,6} \cup \cup (Y_{1,1,4,1,1,6} \setminus Y_{1,1,4,1,1,6}^*)\}$	$Y_{1,1,4,1,1,5} \cup X'_{1,1,4,1,1,6};$ $X'_{1,1,4,1,1,6} = \{\text{Клеевая прокладка в пройму левой полочки}\}$	$W_{1,1,4,1,1,6} = \{\{\text{Утюжилыный стол CS-394 KE+1392, парозлектрический утюг}\}, \{\text{Y2}\}\}$	32 с
1,1,4,1,1,7	7	Разутюживание вытачки на левой полочке	$Y_{1,1,4,1,1,7} = \{Y_{1,1,4,1,1,6} \cup \cup (Y_{1,1,4,1,1,7} \setminus Y_{1,1,4,1,1,7}^*)\}$	$Y_{1,1,4,1,1,6} = \{Y_{1,1,4,1,1,5} \cup \cup X'_{1,1,4,1,1,6} \cup \cup (Y_{1,1,4,1,1,6} \setminus Y_{1,1,4,1,1,6}^*)\}$	$W_{1,1,4,1,1,7} = \{\{\text{Утюжилыный стол CS-394 KE+1392, парозлектрический утюг}\}, \{\text{Y3}\}\}$	55 с
1,1,4,1,1,8	8	Разутюживание шва, соединяющего левую боковую часть с левой полочкой	$Y_{1,1,4,1,1,8} = \{Y_{1,1,4,1,1,7} \cup \cup (Y_{1,1,4,1,1,8} \setminus Y_{1,1,4,1,1,8}^*)\}$	$Y_{1,1,4,1,1,7} = \{Y_{1,1,4,1,1,6} \cup \cup (Y_{1,1,4,1,1,7} \setminus Y_{1,1,4,1,1,7}^*)\}$	$W_{1,1,4,1,1,8} = \{\{\text{Пресс CS-371 KM+12-17}\}, \{\text{П3}\}\}$	50 с

Таблица П.А.1.29 – Фрагмент табличного представления унифицированной декомпозиционной конструкции в вершине с предварительно сформированным концептом «Обработка верхнего кармана с листочкой на обработанной левой полочке с талоном» и в основании с уже полностью сформированным концептом «Обработка левой полочки с талоном»

Индекс	Номер	ТР	Y	X	W	H
1,1,4,1	-	Обработка верхнего кармана с листочкой на обработанной левой полочке с талоном	$Y_{1,1,4,1} = \{\text{Обработанная левая полочка с талоном с обработанным верхним карманом с листочкой}\};$ $Y_{1,1,4,1} = \bigcup_{\varepsilon=1}^{14} Y_{1,1,4,1,\varepsilon}$	-	-	-
1,1,4,1,1	-	<b>Обработка левой полочки с талоном</b>	$Y_{1,1,4,1,1} = \{\text{Обработанная левая полочка с талоном}\}$	$X_{1,1,4,1,1} = X_{1,1,4,1,1,1} \cup$ $\cup X'_{1,1,4,1,1,3} \cup$ $\cup X'_{1,1,4,1,1,5} \cup$ $\cup X'_{1,1,4,1,1,6}$	$W_{1,1,4,1,1} = \{\{\text{Утюжил$	395 с
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
1,1,4,1,14	37	Приутюживание верхнего кармана с листочкой	$Y_{1,1,4,1,14} = \{Y_{1,1,4,1,13} \cup$ $\cup (Y_{1,1,4,1,14} \setminus Y^*_{1,1,4,1,14})\}$	$Y_{1,1,4,1,13} = \{Y_{1,1,4,1,12} \cup$ $\cup (Y_{1,1,4,1,13} \setminus Y^*_{1,1,4,1,13})\}$	Пресс CS-394K+395/11 (Паннония, Венгрия); У3	32 с

Таблица П.А.1.30 – Табличное представление унифицированной декомпозиционной конструкции в вершине с предварительно сформированным концептом «Обработка листочки с талоном»

Индекс	Номер	ТР	Y	X	W	H
1,1,4,1,3	-	Обработка листочки с талоном	$Y_{1,1,4,1,3} = \{\text{Обработанная листочка с талоном}\};$ $Y_{1,1,4,1,3} = \bigcup_{\zeta=1}^9 Y_{1,1,4,1,3,\zeta}$	-	-	-
1,1,4,1,3,1	17	Соединение листочки с клеевой прокладкой в листочку	$Y_{1,1,4,1,3,1} = \{X_{1,1,4,1,3,1} \cup$ $\cup (Y_{1,1,4,1,3,1} \setminus Y^*_{1,1,4,1,3,1})\}$	$X_{1,1,4,1,3,1} = \{\text{Листочка с талоном, клеевая прокладка в листочку}\}$	$W_{1,1,4,1,3,1} = \{\{\text{Утюжил$	17 с
1,1,4,1,3,2	18	Подгонка рисунка ткани на листочке, нанесение меловых линий, обрезка неровностей	$Y_{1,1,4,1,3,2} = \{Y_{1,1,4,1,3,1} \cup$ $\cup (Y_{1,1,4,1,3,2} \setminus Y^*_{1,1,4,1,3,2})\}$	$Y_{1,1,4,1,3,1} = \{X_{1,1,4,1,3,1} \cup$ $\cup (Y_{1,1,4,1,3,1} \setminus Y^*_{1,1,4,1,3,1})\}$	$W_{1,1,4,1,3,2} = \{\{\text{Мел,$	63 с
1,1,4,1,3,3	19	Притачивание подзора к листочке к подкладке верхнего кармана	$Y_{1,1,4,1,3,3} = \{X_{1,1,4,1,3,3} \cup$ $\cup (Y_{1,1,4,1,3,3} \setminus Y^*_{1,1,4,1,3,3})\}$	$X_{1,1,4,1,3,3} = \{\text{Подзор к листочке, подкладка верхнего кармана}\}$	$W_{1,1,4,1,3,3} = \{\{\text{Универс$	10 с
1,1,4,1,3,4	20	Притачивание подкладки верхнего кармана к верхнему краю листочки	$Y_{1,1,4,1,3,4} = \{Y_{1,1,4,1,3,2} \cup$ $\cup Y_{1,1,4,1,3,3} \cup$ $\cup (Y_{1,1,4,1,3,4} \setminus Y^*_{1,1,4,1,3,4})\}$	$Y_{1,1,4,1,3,2} \cup Y_{1,1,4,1,3,3}$	$W_{1,1,4,1,3,4} = \{\{\text{Универс$	10 с
1,1,4,1,3,5	21	Стачивание боковых сторон листочки	$Y_{1,1,4,1,3,5} = \{Y_{1,1,4,1,3,4} \cup$ $\cup (Y_{1,1,4,1,3,5} \setminus Y^*_{1,1,4,1,3,5})\}$	$Y_{1,1,4,1,3,4} = \{Y_{1,1,4,1,3,2} \cup$ $\cup Y_{1,1,4,1,3,3} \cup$ $\cup (Y_{1,1,4,1,3,4} \setminus Y^*_{1,1,4,1,3,4})\}$	$W_{1,1,4,1,3,5} = \{\{\text{Универс$	26 с
1,1,4,1,3,6	22	Подрезание швов в углах листочки	$Y_{1,1,4,1,3,6} = \{Y_{1,1,4,1,3,5} \cup$ $\cup (Y_{1,1,4,1,3,6} \setminus Y^*_{1,1,4,1,3,6})\}$	$Y_{1,1,4,1,3,5} = \{Y_{1,1,4,1,3,4} \cup$ $\cup (Y_{1,1,4,1,3,5} \setminus Y^*_{1,1,4,1,3,5})\}$	$W_{1,1,4,1,3,6} = \{\{\text{Ножниц$	5 с
1,1,4,1,3,7	23	Вывертывание листочки на лицевую сторону и выправление углов	$Y_{1,1,4,1,3,7} = \{Y_{1,1,4,1,3,6} \cup$ $\cup (Y_{1,1,4,1,3,7} \setminus Y^*_{1,1,4,1,3,7})\}$	$Y_{1,1,4,1,3,6} = \{Y_{1,1,4,1,3,5} \cup$ $\cup (Y_{1,1,4,1,3,6} \setminus Y^*_{1,1,4,1,3,6})\}$	$W_{1,1,4,1,3,7} = \{\{\text{Специал$	35 с

1,1,4,1,3, 8	24	Приутюживание листочка	$Y_{1,1,4,1,3,8} = \{Y_{1,1,4,1,3,7} \cup \cup (Y_{1,1,4,1,3,8} \setminus Y_{1,1,4,1,3,8}^*)\}$	$Y_{1,1,4,1,3,7} = \{Y_{1,1,4,1,3,6} \cup \cup (Y_{1,1,4,1,3,7} \setminus Y_{1,1,4,1,3,7}^*)\}$	$W_{1,1,4,1,3,8} = \{\{\text{Утюжильный стол CS-394KE+1392,пароэлектрический утюг}\}, \{Y2\}\}$	18 с
1,1,4,1,3, 9	25	Нанесение на листочке линии притачивания ее к обработанной левой полочке	$Y_{1,1,4,1,3,9} = \{Y_{1,1,4,1,3,8} \cup \cup (Y_{1,1,4,1,3,9} \setminus Y_{1,1,4,1,3,9}^*)\}$	$Y_{1,1,4,1,3,8} = \{Y_{1,1,4,1,3,7} \cup \cup (Y_{1,1,4,1,3,8} \setminus Y_{1,1,4,1,3,8}^*)\}$	$W_{1,1,4,1,3,9} = \{\{\text{Мел,лекало}\}, \{P2\}\}$	15 с

Таблица П.А.1.31 – Фрагмент табличного представления унифицированной декомпозиционной конструкции в вершине с предварительно сформированным концептом «Обработка верхнего кармана с листочкой на обработанной левой полочке с талоном» и в основании с уже полностью сформированным концептом «Обработка листочки с талоном»

Индекс	Номер	ТР	Y	X	W	H
1,1,4,1	-	Обработка верхнего кармана с листочкой на обработанной левой полочке с талоном	$Y_{1,1,4,1} = \{\text{Обработаннаялевая полочка с талоном собработанным верхнимкарманом с листочкой}\};$ $Y_{1,1,4,1} = \bigcup_{\varepsilon=1}^{14} Y_{1,1,4,1,\varepsilon}$	-	-	-
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
1,1,4,1,3	-	<b>Обработка листочки с талоном</b>	$Y_{1,1,4,1,3} = \{\text{Обработаннаялисточка с талоном}\}$	$X_{1,1,4,1,3} = X_{1,1,4,1,3,1} \cup \cup X_{1,1,4,1,3,3}$	$W_{1,1,4,1,3} = \{\{\text{Утюжильный стол CS-394,пароэлектрическийутюг, мел, лекало,ножницы,универсальная машинаDDL 9000, специальныйкольшешек, утюжительныйстол CS-394 KE+1392}\}, \{P3, P4, M1, M2, P1, U2, P2\}\}$	199 с
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
1,1,4,1,14	37	Приутюживание верхнего кармана с листочкой	$Y_{1,1,4,1,14} = \{Y_{1,1,4,1,13} \cup \cup (Y_{1,1,4,1,14} \setminus Y_{1,1,4,1,14}^*)\}$	$Y_{1,1,4,1,13} = \{Y_{1,1,4,1,12} \cup \cup (Y_{1,1,4,1,13} \setminus Y_{1,1,4,1,13}^*)\}$	Пресс CS-394K+395/11 (Паннония, Венгрия); У3	32 с

Таблица П.А.1.32 – Фрагмент табличного представления унифицированной декомпозиционной конструкции в вершине с предварительно сформированным концептом «Обработка левого бокового кармана на подкладке на обработанной левой полочке с талоном» и в основании с уже полностью сформированным концептом «Обработка верхнего кармана с листочкой на обработанной левой полочке с талоном»

Индекс	Номер	ТР	Y	X	W	H
1,1,4	-	Обработка левого бокового кармана на подкладке на обработанной левой полочке с талоном	$Y_{1,1,4} = \{\text{Обработанная леваяполочка с талоном собработанным левым боковымкарманом на подкладке}\};$ $Y_{1,1,4} = \bigcup_{\delta=1}^{11} Y_{1,1,4,\delta}$	-	-	-
1,1,4,1	-	<b>Обработка верхнего кармана с листочкой на обработанной левой полочке с талоном</b>	$Y_{1,1,4,1} = \{\text{Обработаннаялевая полочка с талоном собработанным верхнимкарманом с листочкой}\};$	$X_{1,1,4,1} = X_{1,1,4,1,1} \cup \cup X_{1,1,4,1,3}$	$W_{1,1,4,1} = W_{1,1,4,1,1} \cup \cup \{\{\text{Лекало, мел,ножницы,универсальная машинаDDL 9000, пресс CS-394K+395/11}\}, \{P3, P4,M1, M2, P2, M4\}\}$	823 с
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
1,1,4,11	64	Приутюживание левого бокового кармана	$Y_{1,1,4,11} = \{Y_{1,1,4,10} \cup \cup (Y_{1,1,4,11} \setminus Y_{1,1,4,11}^*)\}$	$Y_{1,1,4,10} = \{Y_{1,1,4,9} \cup \cup (Y_{1,1,4,10} \setminus Y_{1,1,4,10}^*)\}$	Пресс CS-394K1+395/11 (Паннония, Венгрия); У3	15 с

Таблица П.А.1.33 – Фрагмент табличного представления унифицированной декомпозиционной конструкции в вершине с предварительно сформированным концептом «Соединение обработанных полочек с талонами с бортовой прокладкой» и в основании с уже полностью сформированным концептом «Обработка левого бокового кармана на подкладке на обработанной левой полочке с талоном»

Индекс	Номер	ТР	Y	X	W	H
1,1	-	Соединение обработанных полочек с талонами с бортовой прокладкой	$Y_{1,1} = \{\text{Соединённые обработанные полочки с талонами с бортовой прокладкой}\};$ $Y_{1,1} = \bigcup_{\gamma=1}^7 Y_{1,1,\gamma}$	-	-	-
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
1,1,4	-	Обработка левого бокового кармана на подкладке на обработанной левой полочке с талоном	$Y_{1,1,4} = \{\text{Обработанная левая полочка с талоном с обработанным левым боковым карманом на подкладке}\}$	$X_{1,1,4} = X_{1,1,4,1} \cup X_{1,1,4,3} \cup X'_{1,1,4,4} \cup X'_{1,1,4,6}$	$W_{1,1,4} = W_{1,1,4,1} \cup \{\{\text{Швейная машина 739-23, пресс BRI-370, универсальная машина DDL 5550N-3}\}, \{C2\}\}$	1410 с
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
1,1,7	79	Прессование полочек с бортовой прокладкой	$Y_{1,1,7} = \{Y_{1,1,6} \cup \cup(Y_{1,1,7} \setminus Y_{1,1,7}^*)\}$	$Y_{1,1,6} = \{Y_{1,1,5} \cup \cup(Y_{1,1,6} \setminus Y_{1,1,6}^*)\}$	Пресс CS-371 KM+12-65 (Паннония, Венгрия); пресс CS-371 KM+12-66 (Паннония, Венгрия); ПЗ	69 с

Таблица П.А.1.34 – Фрагмент табличного представления унифицированной декомпозиционной конструкции в вершине с предварительно сформированным концептом «Монтаж» и в основании с уже полностью сформированным концептом «Обработка соединённых полочек с талонами с бортовой прокладкой»

Индекс	Номер	ТР	Y	X	W	H
1	-	Монтаж	$Y_1 = \{\text{Обработанный мужской пиджак}\};$ $Y_1 = \bigcup_{\beta=1}^{52} Y_{1,\beta}$	-	-	-
1,1	-	Обработка соединённых полочек с талонами с бортовой прокладкой	$Y_{1,1} = \{\text{Соединённые обработанные полочки с талонами с бортовой прокладкой}\}$	$X_{1,1} = X_{1,1,1} \cup X_{1,1,2} \cup X'_{1,1,3} \cup X_{1,1,4} \cup X'_{1,1,5}$	$W_{1,1} = W_{1,1,1} \cup \{\{\text{Швейная машина DLM-5200ND, пресс CS-371 KM+12-65, пресс CS-371 KM+12-66, универсальная машина 335-121}\}, \{C1, C3, P2\}\}$	2897 с
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
1,52	174	Чистка пиджака от оставшихся концов ниток и другого производственного мусора	$Y_{1,52} = \{Y_{1,51} \cup \cup(Y_{1,52} \setminus Y_{1,52}^*)\}$	$Y_{1,51} = \{Y_{1,50} \cup \cup(Y_{1,51} \setminus Y_{1,51}^*)\}$	P1	51 с

Таблица П.А.1.35 – Фрагмент табличного представления унифицированной декомпозиционной конструкции в вершине с предварительно сформированным концептом «Изготовление мужского пиджака» и в основании с уже полностью сформированным концептом «Монтаж»

Индекс	Номер	ТР	Y	X	W	H
0	-	Изготовление мужского пиджака	$Y_0 = \{\text{Готовый мужской пиджак}\};$ $Y_0 = \bigcup_{\alpha=1}^{13} Y_{\alpha}$	-	-	-

1	-	Монтаж	$Y_1 = \{\text{Обработанный мужской пиджак}\}$	$X_1 = X_{1,1} \cup X_{1,2} \cup$ $\cup X_{1,6} \cup X_{1,7} \cup$ $\cup X_{1,12} \cup X'_{1,20} \cup$ $\cup X_{1,33} \cup X'_{1,34} \cup$ $\cup X_{1,36} \cup X'_{1,37} \cup$ $\cup X'_{1,40} \cup X'_{1,41}$	$W_1 = W_{1,1} \cup \{\{\text{Пресс CS-371 КМД-1+22-118, универсальная машина 212-15-105, пресс CS-371 КМ+12-45+396В, швейная машина PFAFF 3822, карандаш, универсальная машина 219-124176, пресс CS-1351+12-10, пресс CS-351 P2M+22-215+396В, универсальная машина 550-12-23, швейная машина PFAFF 3801, швейная машина 697-745, швейная машина 697-15155, швейная машина 73401-P2}\}, \{C4, П4, C5, У4\}\}$	8375 с
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
13	186	Пришивание шести пуговиц на шлицах рукавов	$Y_{13} = \{Y_{12} \cup (Y_{13} \setminus Y_{13}^*)\}$	$Y_{12} = \{Y_{11} \cup (Y_{12} \setminus Y_{12}^*)\}$	Универсальная машина МВ-377 (Джуки, Китай); А3	40 с

Таблица П.А.1.36 – Фрагмент табличного представления уже полностью сформированного корневого концепта «Изготовление мужского пиджака»

Индекс	Номер	ТР	Y	X	W	H
0	-	Изготовление мужского пиджака	$Y_0 = \{\text{Готовый мужской пиджак}\}$	$X_0 = X_1$	$W_0 = W_1 \cup \{\{\text{Пресс BRI-1200, пресс BRI INDUPRESS, пресс BRI-1920, пресс CS 351 P2 + 22-219, универсальная машина МВ-373, универсальная машина МВ-377}\}, \{A3, П5, У5, A2\}\}$	9184 с

## 2. Табличные представления формализованного описания технологии строительства кирпичного жилого дома

Таблица П.А.2.1 – Табличное представление унифицированной декомпозиционной конструкции в вершине с предварительно сформированным концептом «Строительство кирпичного жилого дома»

Индекс	Номер	ТР	Y	X	W	H
0	-	Строительство кирпичного жилого дома	$Y_0 = \{\text{Построенный кирпичный жилой дом}\};$ $Y_0 = \bigcup_{\alpha=1}^7 Y_{\alpha}$	-	-	-
1	-	Малярные работы	$Y_1 = \{\text{Дом, с проделанными малярными работами}\}$	-	-	-
2	58	Подбор элементов системы по сортаменту, комплектование их по назначению и подноска к местам установки в техподполье и на этажах здания, разгрузка материалов	$Y_2 = \{Y_1 \cup X'_2 \cup$ $\cup (Y_2 \setminus Y_2^*)\}$	$Y_1 \cup X'_2;$ $X'_2 = \{\text{Элементы санитарно-технических систем, санитарно-технические материалы}\};$	$W_2 = \{\text{Слесарь-сантехник 4 разряда, слесарь-сантехник 2 разряда}\}$	27 чел/дн
3	59	Разметка мест установки и установка кронштейнов под радиаторные блоки, навеска радиаторных блоков	$Y_3 = \{Y_2 \cup X'_3 \cup$ $\cup (Y_3 \setminus Y_3^*)\}$	$Y_2 \cup X'_3;$ $X'_3 = \{\text{Кронштейны под радиаторные блоки, радиаторные блоки}\};$	$W_3 = \{\text{Слесарь-сантехник 4 разряда, слесарь-сантехник 3 разряда}\}$	14 чел/дн

4	60	Разметка мест прокладки трубопроводов и разводок из готовых узлов с производством сварочных работ, устройство водостоков установка регистров	$Y_4 = \{Y_3 \cup X'_4 \cup \cup(Y_4 \setminus Y_4^*)\}$	$Y_3 \cup X'_4$ ; $X'_4 = \{\text{Трубопроводы, готовые узлы, водостоки, регистры}\}$ ;	$W_4 = \{\text{Слесарь-сантехник 5 разряда, слесарь-сантехник 4 разряда, слесарь-сантехник 3 разряда, слесарь-сантехник 2 разряда, сварщик 5 разряда, сварщик 4 разряда}\}$	220 чел/Дн
5	61	Рабочая и окончательная (при сдаче) проверка системы отопления, проверке отопительных приборов на прогрев с регулировкой	$Y_5 = \{Y_4 \cup X'_5 \cup \cup(Y_5 \setminus Y_5^*)\}$	$Y_4 \cup X'_5$ ; $X'_5 = \{\text{Отопительные приборы}\}$ ;	$W_5 = \{\text{Слесарь-сантехник 5 разряда, слесарь-сантехник 4 разряда, слесарь-сантехник 3 разряда}\}$	21 чел/дн
6	62	Установка моек, унитазов, умывальников, ванн, смесителей и арматуры, регулировка арматуры бачков, установка уравнивателей потенциалов	$Y_6 = \{Y_5 \cup X'_6 \cup \cup(Y_6 \setminus Y_6^*)\}$	$Y_5 \cup X'_6$ ; $X'_6 = \{\text{Мойки, унитазы, умывальники, ванны, смесители, арматура, уравниватели потенциалов}\}$ ;	$W_6 = \{\text{Слесарь-сантехник 5 разряда, слесарь-сантехник 4 разряда, слесарь-сантехник 3 разряда, слесарь-сантехник 2 разряда, сварщик 5 разряда, сварщик 4 разряда}\}$	60 чел/дн
7	63	Испытание систем водопровода, канализации и водостока в техподполье и на этажах	$Y_7 = \{Y_6 \cup (Y_7 \setminus Y_7^*)\}$	$Y_6 = \{Y_5 \cup X'_6 \cup \cup(Y_6 \setminus Y_6^*)\}$	$W_7 = \{\text{Слесарь-сантехник 5 разряда, слесарь-сантехник 4 разряда, слесарь-сантехник 3 разряда}\}$	36 чел/дн

Таблица П.А.2.2 – Табличное представление унифицированной декомпозиционной конструкции в вершине с предварительно сформированным концептом «Малярные работы»

Индекс	Номер	ТР	Y	X	W	H
1	-	Малярные работы	$Y_1 = \{\text{Дом, с проделанными малярными работами}\}$ ; $Y_1 = \bigcup_{\beta=1}^8 Y_{1,\beta}$	-	-	-
1,1	-	Штукатурные работы	$Y_{1,1} = \{\text{Дом, с проделанными штукатурными работами}\}$	-	-	-
1,2	51	Подача материалов подъемником	$Y_{1,2} = \{Y_{1,1} \cup X'_{1,2} \cup \cup(Y_{1,2} \setminus Y_{1,2}^*)\}$	$Y_{1,1} \cup X'_{1,2}$ ; $X'_{1,2} = \{\text{Материалы для малярных работ}\}$ ;	$W_{1,2} = \{\text{Маляр 2 разряда}\}$	1 чел/дн
1,3	52	Улучшенная клеевая окраска потолков и стен краскопультом	$Y_{1,3} = \{Y_{1,2} \cup X'_{1,3} \cup \cup(Y_{1,3} \setminus Y_{1,3}^*)\}$	$Y_{1,2} \cup X'_{1,3}$ ; $X'_{1,3} = \{\text{Поверхность потолков для улучшенной клеевой окраски, поверхность стен для улучшенной клеевой окраски}\}$ ;	$W_{1,3} = \{\text{Маляр 4 разряда, маляр 3 разряда, маляр 2 разряда}\}$	70 чел/дн
1,4	53	Улучшенная масляная окраска стен валиком	$Y_{1,4} = \{Y_{1,3} \cup X'_{1,4} \cup \cup(Y_{1,4} \setminus Y_{1,4}^*)\}$	$Y_{1,3} \cup X'_{1,4}$ ; $X'_{1,4} = \{\text{Поверхность стен для улучшенной масляной окраски, масляная краска для стен}\}$ ;	$W_{1,4} = \{\text{Маляр 4 разряда, маляр 3 разряда, маляр 2 разряда}\}$	145 чел/дн
1,5	54	Улучшенная масляная окраска радиаторов и труб	$Y_{1,5} = \{Y_{1,4} \cup X'_{1,5} \cup \cup(Y_{1,5} \setminus Y_{1,5}^*)\}$	$Y_{1,4} \cup X'_{1,5}$ ; $X'_{1,5} = \{\text{Радиаторы, трубы, масляная краска для радиаторов, масляная краска для труб}\}$ ;	$W_{1,5} = \{\text{Маляр 4 разряда, маляр 3 разряда, маляр 2 разряда}\}$	55 чел/дн
1,6	55	Улучшенная масляная окраска оконных и дверных блоков	$Y_{1,6} = \{Y_{1,5} \cup X'_{1,6} \cup \cup(Y_{1,6} \setminus Y_{1,6}^*)\}$	$Y_{1,5} \cup X'_{1,6}$ ; $X'_{1,6} = \{\text{Оконные блоки, дверные блоки, масляная}$	$W_{1,6} = \{\text{Маляр 4 разряда, маляр 3 разряда, маляр 2 разряда}\}$	28,3 чел/дн

				краска для оконных блоков, масляная краска для дверных блоков};		
1,7	56	Оклейка стен обоями с подготовкой поверхности	$Y_{1,7} = \{Y_{1,6} \cup X'_{1,7} \cup \cup(Y_{1,7} \setminus Y_{1,7}^*)\}$	$Y_{1,6} \cup X'_{1,7};$ $X'_{1,7} = \{\text{Поверхность стен для оклейки обоями, обои для стен}\};$	$W_{1,7} = \{\text{Маляр 4 разряда, маляр 3 разряда, маляр 2 разряда}\}$	197 чел/дн
1,8	57	Масляная окраска металлических ограждений	$Y_{1,8} = \{Y_{1,7} \cup X'_{1,8} \cup \cup(Y_{1,8} \setminus Y_{1,8}^*)\}$	$Y_{1,7} \cup X'_{1,8};$ $X'_{1,8} = \{\text{Металлические ограждения для масляной окраски, масляная краска для металлических ограждений}\};$	$W_{1,8} = \{\text{Маляр 4 разряда, маляр 3 разряда, маляр 2 разряда}\}$	21,7 чел/дн

Таблица П.А.2.3 – Табличное представление унифицированной декомпозиционной конструкции в вершине с предварительно сформированным концептом «Штукатурные работы»

Индекс	Номер	ТР	Y	X	W	H
1,1	-	Штукатурные работы	$Y_{1,1} = \{\text{Дом, с проделанными штукатурными работами}\};$ $Y_{1,1} = \bigcup_{\gamma=1}^9 Y_{1,1,\gamma}$	-	-	-
1,1,1	-	Устройство полов	$Y_{1,1,1} = \{\text{Дом, со сделанными полами}\}$	-	-	-
1,1,2	43	Штукатурная обработка потолков	$Y_{1,1,2} = \{Y_{1,1,1} \cup X'_{1,1,2} \cup \cup(Y_{1,1,2} \setminus Y_{1,1,2}^*)\}$	$Y_{1,1,1} \cup X'_{1,1,2};$ $X'_{1,1,2} = \{\text{Поверхность потолков для штукатурки, штукатурка для потолков}\};$	$W_{1,1,2} = \{\text{Штукатур 3 разряда, штукатур 2 разряда}\}$	235 чел/дн
1,1,3	44	Улучшенная штукатурка кирпичных стен с подготовкой поверхности	$Y_{1,1,3} = \{Y_{1,1,2} \cup X'_{1,1,3} \cup \cup(Y_{1,1,3} \setminus Y_{1,1,3}^*)\}$	$Y_{1,1,2} \cup X'_{1,1,3};$ $X'_{1,1,3} = \{\text{Поверхность кирпичных стен для штукатурки, штукатурка для кирпичных стен}\};$	$W_{1,1,3} = \{\text{Штукатур 4 разряда, штукатур 3 разряда, штукатур 2 разряда}\}$	470 чел/дн
1,1,4	45	Штукатурная обработка перегородок, конопатка швов с насечкой кромок	$Y_{1,1,4} = \{Y_{1,1,3} \cup X'_{1,1,4} \cup \cup(Y_{1,1,4} \setminus Y_{1,1,4}^*)\}$	$Y_{1,1,3} \cup X'_{1,1,4};$ $X'_{1,1,4} = \{\text{Поверхность перегородок для штукатурки, штукатурка для перегородок}\};$	$W_{1,1,4} = \{\text{Штукатур 4 разряда, штукатур 3 разряда, штукатур 2 разряда}\}$	110 чел/дн
1,1,5	46	Оштукатуривание оконных и дверных откосов	$Y_{1,1,5} = \{Y_{1,1,4} \cup X'_{1,1,5} \cup \cup(Y_{1,1,5} \setminus Y_{1,1,5}^*)\}$	$Y_{1,1,4} \cup X'_{1,1,5};$ $X'_{1,1,5} = \{\text{Оконные откосы, дверные откосы, штукатурка для оконных откосов, штукатурка для дверных откосов}\};$	$W_{1,1,5} = \{\text{Штукатур 4 разряда, штукатур 3 разряда, штукатур 2 разряда}\}$	183,8 чел/дн
1,1,6	47	Облицовка стен листами сухой штукатурки	$Y_{1,1,6} = \{Y_{1,1,5} \cup X'_{1,1,6} \cup \cup(Y_{1,1,6} \setminus Y_{1,1,6}^*)\}$	$Y_{1,1,5} \cup X'_{1,1,6};$ $X'_{1,1,6} = \{\text{Поверхность стен для облицовки, листы сухой штукатурки}\};$	$W_{1,1,6} = \{\text{Штукатур 4 разряда, штукатур 3 разряда, штукатур 2 разряда}\}$	170 чел/дн
1,1,7	48	Пришивка металлической сетки к поверхности стен и потолков, улучшенная штукатурка по сетке	$Y_{1,1,7} = \{Y_{1,1,6} \cup X'_{1,1,7} \cup \cup(Y_{1,1,7} \setminus Y_{1,1,7}^*)\}$	$Y_{1,1,6} \cup X'_{1,1,7};$ $X'_{1,1,7} = \{\text{Металлическая сетка}\};$	$W_{1,1,7} = \{\text{Штукатур 4 разряда, штукатур 3 разряда, штукатур 2 разряда}\}$	7,2 чел/дн
1,1,8	49	Установка вентиляционных решеток	$Y_{1,1,8} = \{Y_{1,1,7} \cup X'_{1,1,8} \cup \cup(Y_{1,1,8} \setminus Y_{1,1,8}^*)\}$	$Y_{1,1,7} \cup X'_{1,1,8};$ $X'_{1,1,8} = \{\text{Вентиляционные решетки}\};$	$W_{1,1,8} = \{\text{Штукатур 4 разряда, штукатур 3 разряда, штукатур 2 разряда}\}$	12 чел/дн
1,1,9	50	Облицовка стен глазурированной плиткой	$Y_{1,1,9} = \{Y_{1,1,8} \cup X'_{1,1,9} \cup \cup(Y_{1,1,9} \setminus Y_{1,1,9}^*)\}$	$Y_{1,1,8} \cup X'_{1,1,9};$ $X'_{1,1,9} = \{\text{Глазурированная}\}$	$W_{1,1,9} = \{\text{Штукатур 4 разряда, штукатур 3 разряда, штукатур 2 разряда}\}$	48 чел/дн

Индекс	Номер	ТР	Y	X	W	H
				плитка};	разряда}	
Таблица П.А.2.4 – Табличное представление унифицированной декомпозиционной конструкции в вершине с предварительно сформированным концептом «Устройство полов»						
1,1,1	-	Устройство полов	$Y_{1,1,1} = \{\text{Дом, со сделанными полами}\};$ $Y_{1,1,1} = \bigcup_{\delta=1}^6 Y_{1,1,1,\delta}$	-	-	-
1,1,1,1	-	Устройство кровли	$Y_{1,1,1,1} = \{\text{Дом, со сделанной кровлей}\}$	-	-	-
1,1,1,2	38	Устройство цементной стяжки, гидроизоляции из двух слоев гидроизола на битумной мастике, железнение полов в лоджиях	$Y_{1,1,1,2} = \{Y_{1,1,1,1} \cup \cup X'_{1,1,1,2} \cup (Y_{1,1,1,2} \setminus \setminus Y_{1,1,1,2}^*)\}$	$Y_{1,1,1,1} \cup X'_{1,1,1,2};$ $X'_{1,1,1,2} = \{\text{Поверхность полов в лоджиях, вода для цементной стяжки под полы в лоджиях, песок для цементной стяжки под полы в лоджиях, цемент для цементной стяжки под полы в лоджиях, гидроизол на битумной мастике для гидроизоляции полов в лоджиях, сухой цемент для железнения полов в лоджиях}\};$	$W_{1,1,1,2} = \{\text{Облицовщик-плиточник 4 разряда, облицовщик-плиточник 3 разряда}\}$	7,9 чел/дн
1,1,1,3	39	Устройство подготовки под керамические полы	$Y_{1,1,1,3} = \{Y_{1,1,1,2} \cup \cup X'_{1,1,1,3} \cup (Y_{1,1,1,3} \setminus \setminus Y_{1,1,1,3}^*)\}$	$Y_{1,1,1,2} \cup X'_{1,1,1,3};$ $X'_{1,1,1,3} = \{\text{Поверхность полов, вода для цементной стяжки под керамические полы, песок для цементной стяжки под керамические полы, цемент для цементной стяжки под керамические полы, гидроизол на битумной мастике для гидроизоляции керамических полов}\};$	$W_{1,1,1,3} = \{\text{Облицовщик-плиточник 4 разряда, облицовщик-плиточник 3 разряда}\}$	2,2 чел/дн
1,1,1,4	40	Устройство подготовки под линолеумные полы, укладка гипсоцементнобетонных и древесноволокнистых плит)	$Y_{1,1,1,4} = \{Y_{1,1,1,3} \cup \cup X'_{1,1,1,4} \cup (Y_{1,1,1,4} \setminus \setminus Y_{1,1,1,4}^*)\}$	$Y_{1,1,1,3} \cup X'_{1,1,1,4};$ $X'_{1,1,1,4} = \{\text{Поверхность полов, гипсоцементнобетонные плиты под линолеумные полы, древесноволокнистые плиты под линолеумные полы}\};$	$W_{1,1,1,4} = \{\text{Облицовщик синтетическими материалами 4 разряда, облицовщик синтетическими материалами 3 разряда, облицовщик синтетическими материалами 2 разряда, плотник 3 разряда, плотник 2 разряда}\}$	65,4 чел/дн
1,1,1,5	41	Настилка полов из керамических плиток	$Y_{1,1,1,5} = \{Y_{1,1,1,4} \cup \cup X'_{1,1,1,5} \cup (Y_{1,1,1,5} \setminus \setminus Y_{1,1,1,5}^*)\}$	$Y_{1,1,1,4} \cup X'_{1,1,1,5};$ $X'_{1,1,1,5} = \{\text{Керамические плитки для полов}\};$	$W_{1,1,1,5} = \{\text{Облицовщик-плиточник 4 разряда, облицовщик-плиточник 3 разряда}\}$	7,45 чел/дн
1,1,1,6	42	Покрытие полов линолеумом, установка деревянных плинтусов	$Y_{1,1,1,6} = \{Y_{1,1,1,5} \cup \cup X'_{1,1,1,6} \cup (Y_{1,1,1,6} \setminus \setminus Y_{1,1,1,6}^*)\}$	$Y_{1,1,1,5} \cup X'_{1,1,1,6};$ $X'_{1,1,1,6} = \{\text{Линолеум для полов, деревянные плинтуса для линолеумных полов}\};$	$W_{1,1,1,6} = \{\text{Облицовщик синтетическими материалами 4 разряда, облицовщик синтетическими материалами 3 разряда, облицовщик синтетическими материалами 2 разряда, плотник 3 разряда, плотник 2 разряда}\}$	39,4 чел/дн

Таблица П.А.2.5 – Табличное представление унифицированной декомпозиционной конструкции в вершине с предварительно сформированным концептом «Устройство кровли»

Индекс	Номер	ТР	Y	X	W	H
1,1,1,1	-	Устройство кровли	$Y_{1,1,1,1} = \{\text{Дом, со сделанной кровлей}\};$	-	-	-

			$Y_{1,1,1,1} = \bigcup_{\varepsilon=1}^{11} Y_{1,1,1,1,\varepsilon}$			
1,1,1,1,1	-	Устройство надземной части здания	$Y_{1,1,1,1,1} = \{\text{Здание, со сделанной надземной частью}\}$	-	-	-
1,1,1,1,2	28	Кладка наружных стен, вентиляционных шахт, опорных столбов из кирпича	$Y_{1,1,1,1,2} = \{Y_{1,1,1,1,1} \cup \bigcup X'_{1,1,1,1,2} \cup (Y_{1,1,1,1,2} \setminus Y^*_{1,1,1,1,2})\}$	$Y_{1,1,1,1,1} \cup X'_{1,1,1,1,2};$ $X'_{1,1,1,1,2} = \{\text{Кирпичи для наружных стен, кирпичи для вентиляционных шахт, кирпичи для опорных столбов, цементный раствор для наружных стен, цементный раствор для вентиляционных шахт, цементный раствор для опорных столбов}\};$	$W_{1,1,1,1,2} = \{\text{Каменщик 4 разряда, каменщик 3 разряда, каменщик 2 разряда}\}$	72 чел/дн
1,1,1,1,3	29	Монтаж лотковых и кровельных плит с заделкой швов поризолом на мастике	$Y_{1,1,1,1,3} = \{Y_{1,1,1,1,2} \cup \bigcup X'_{1,1,1,1,3} \cup (Y_{1,1,1,1,3} \setminus Y^*_{1,1,1,1,3})\}$	$Y_{1,1,1,1,2} \cup X'_{1,1,1,1,3};$ $X'_{1,1,1,1,3} = \{\text{Лотковые плиты, кровельные плиты, поризол на мастике}\};$	$W_{1,1,1,1,3} = \{\text{Монтажник конструкций 4 разряда, монтажник конструкций 3 разряда, монтажник конструкций 2 разряда}\}$	25 чел/дн
1,1,1,1,4	30	Укладка парапетных плит	$Y_{1,1,1,1,4} = \{Y_{1,1,1,1,3} \cup \bigcup X'_{1,1,1,1,4} \cup (Y_{1,1,1,1,4} \setminus Y^*_{1,1,1,1,4})\}$	$Y_{1,1,1,1,3} \cup X'_{1,1,1,1,4};$ $X'_{1,1,1,1,4} = \{\text{Парапетные плиты}\};$	$W_{1,1,1,1,4} = \{\text{Монтажник конструкций 4 разряда, монтажник конструкций 3 разряда, монтажник конструкций 2 разряда}\}$	3 чел/дн
1,1,1,1,5	31	Прокладка минерального войлока между стенами и плитами покрытия, утепление водостоков	$Y_{1,1,1,1,5} = \{Y_{1,1,1,1,4} \cup \bigcup X'_{1,1,1,1,5} \cup (Y_{1,1,1,1,5} \setminus Y^*_{1,1,1,1,5})\}$	$Y_{1,1,1,1,4} \cup X'_{1,1,1,1,5};$ $X'_{1,1,1,1,5} = \{\text{Минеральный войлок, стены покрытия, плиты покрытия, водостоки, утеплитель для водостоков}\};$	$W_{1,1,1,1,5} = \{\text{Кровельщик 4 разряда, кровельщик 3 разряда, кровельщик 2 разряда, бетонщик 4 разряда, бетонщик 3 разряда}\}$	6 чел/дн
1,1,1,1,6	32	Бетонирование мест примыканий горизонтальных поверхностей к вертикальным, устройство разуклонок, заделка бетоном отдельных мест	$Y_{1,1,1,1,6} = \{Y_{1,1,1,1,5} \cup \bigcup X'_{1,1,1,1,6} \cup (Y_{1,1,1,1,6} \setminus Y^*_{1,1,1,1,6})\}$	$Y_{1,1,1,1,5} \cup X'_{1,1,1,1,6};$ $X'_{1,1,1,1,6} = \{\text{Примыкания горизонтальных поверхностей к вертикальным, цементный раствор для примыканий горизонтальных поверхностей к вертикальным, разуклонки}\};$	$W_{1,1,1,1,6} = \{\text{Бетонщик 4 разряда, бетонщик 3 разряда}\}$	3,2 чел/дн
1,1,1,1,7	33	Устройство люков выхода на крышу	$Y_{1,1,1,1,7} = \{Y_{1,1,1,1,6} \cup \bigcup X'_{1,1,1,1,7} \cup (Y_{1,1,1,1,7} \setminus Y^*_{1,1,1,1,7})\}$	$Y_{1,1,1,1,6} \cup X'_{1,1,1,1,7};$ $X'_{1,1,1,1,7} = \{\text{Люки выхода на крышу}\};$	$W_{1,1,1,1,7} = \{\text{Бетонщик 4 разряда, бетонщик 3 разряда}\}$	2,6 чел/дн
1,1,1,1,8	34	Установка водосточных воронок	$Y_{1,1,1,1,8} = \{Y_{1,1,1,1,7} \cup \bigcup X'_{1,1,1,1,8} \cup (Y_{1,1,1,1,8} \setminus Y^*_{1,1,1,1,8})\}$	$Y_{1,1,1,1,7} \cup X'_{1,1,1,1,8};$ $X'_{1,1,1,1,8} = \{\text{Водосточные воронки}\};$	$W_{1,1,1,1,8} = \{\text{Кровельщик 4 разряда, кровельщик 3 разряда, кровельщик 2 разряда}\}$	3,04 чел/дн
1,1,1,1,9	35	Установка колпаков из кровельной стали над вентиляционными шахтами	$Y_{1,1,1,1,9} = \{Y_{1,1,1,1,8} \cup \bigcup X'_{1,1,1,1,9} \cup (Y_{1,1,1,1,9} \setminus Y^*_{1,1,1,1,9})\}$	$Y_{1,1,1,1,8} \cup X'_{1,1,1,1,9};$ $X'_{1,1,1,1,9} = \{\text{Колпаки из кровельной стали, вентиляционные шахты}\};$	$W_{1,1,1,1,9} = \{\text{Кровельщик 4 разряда, кровельщик 3 разряда, кровельщик 2 разряда}\}$	3,04 чел/дн
1,1,1,1,10	36	Обделка примыканий кровли	$Y_{1,1,1,1,10} = \{Y_{1,1,1,1,9} \cup \bigcup X'_{1,1,1,1,10} \cup (Y_{1,1,1,1,10} \setminus Y^*_{1,1,1,1,10})\}$	$Y_{1,1,1,1,9} \cup X'_{1,1,1,1,10};$ $X'_{1,1,1,1,10} = \{\text{Примыкания кровли}\};$	$W_{1,1,1,1,10} = \{\text{Кровельщик 4 разряда, кровельщик 3 разряда, кровельщик 2 разряда}\}$	3,04 чел/дн

1,1,1,1,11	37	Нанесение водонепроницаемого слоя на поверхность кровельных панелей	$Y_{1,1,1,1,11} = \{Y_{1,1,1,1,10} \cup X'_{1,1,1,1,11} \cup (Y_{1,1,1,1,11} \setminus Y^*_{1,1,1,1,11})\}$	$Y_{1,1,1,1,10} \cup X'_{1,1,1,1,11};$ $X'_{1,1,1,1,11} = \{\text{Водонепроницаемое вещество, кровельные панели}\};$	$W_{1,1,1,1,11} = \{\text{Кровельщик 4 разряда, кровельщик 3 разряда, кровельщик 2 разряда}\}$	2,62 чел/дн
------------	----	---	---	---	--	-------------

Таблица П.А.2.6 – Табличное представление унифицированной декомпозиционной конструкции в вершине с предварительно сформированным концептом «Устройство надземной части здания»

Индекс	Номер	ТР	Y	X	W	H
1,1,1,1,1	-	Устройство надземной части здания	$Y_{1,1,1,1,1} = \{\text{Здание, со сделанной надземной частью}\};$ $Y_{1,1,1,1,1} = \bigcup_{\zeta=1}^{13} Y_{1,1,1,1,\zeta}$	-	-	-
1,1,1,1,1 1	-	Устройство подземной части здания	$Y_{1,1,1,1,1} = \{\text{Здание, со сделанной подземной частью}\}$	-	-	-
1,1,1,1,1, 2	16	Прием и подача раствора и кирпича, установка и перестановка подмостей	$Y_{1,1,1,1,1,2} = \{Y_{1,1,1,1,1} \cup X'_{1,1,1,1,2} \cup (Y_{1,1,1,1,2} \setminus Y^*_{1,1,1,1,2})\}$	$Y_{1,1,1,1,1} \cup X'_{1,1,1,1,2};$ $X'_{1,1,1,1,2} = \{\text{Кирпичи для наружных и внутренних стен, цементный раствор для наружных и внутренних стен, подмости для наружных и внутренних стен}\};$	$W_{1,1,1,1,2} = \{\text{Такелажник 2 разряда}\}$	90 чел/дн
1,1,1,1,1, 3	17	Кирпичная кладка наружных и внутренних стен	$Y_{1,1,1,1,1,3} = \{Y_{1,1,1,1,2} \cup (Y_{1,1,1,1,3} \setminus Y^*_{1,1,1,1,3})\}$	$Y_{1,1,1,1,2} =$ $= \{Y_{1,1,1,1,1} \cup X'_{1,1,1,1,2} \cup (Y_{1,1,1,1,2} \setminus Y^*_{1,1,1,1,2})\}$	$W_{1,1,1,1,3} = \{\text{Каменщик 5 разряда, каменщик 4 разряда, каменщик 3 разряда, каменщик 2 разряда}\}$	495 чел/дн
1,1,1,1,1, 4	18	Устройство кирпичных перегородок	$Y_{1,1,1,1,1,4} = \{Y_{1,1,1,1,3} \cup X'_{1,1,1,1,4} \cup (Y_{1,1,1,1,4} \setminus Y^*_{1,1,1,1,4})\}$	$Y_{1,1,1,1,3} \cup X'_{1,1,1,1,4};$ $X'_{1,1,1,1,4} = \{\text{Кирпичи для перегородок стен, цементный раствор для перегородок стен}\};$	$W_{1,1,1,1,4} = \{\text{Каменщик 5 разряда, каменщик 4 разряда, каменщик 3 разряда, каменщик 2 разряда}\}$	495 чел/дн
1,1,1,1,1, 5	19	Заполнение оконных и дверных проемов с конопаткой	$Y_{1,1,1,1,1,5} =$ $= \{Y_{1,1,1,1,4} \cup X'_{1,1,1,1,5} \cup (Y_{1,1,1,1,5} \setminus Y^*_{1,1,1,1,5})\}$	$Y_{1,1,1,1,4} \cup X'_{1,1,1,1,5};$ $X'_{1,1,1,1,5} = \{\text{Оконные проёмы, дверные проёмы, конопатка}\};$	$W_{1,1,1,1,5} = \{\text{Плотник 4 разряда, плотник 3 разряда, плотник 2 разряда}\}$	80 чел/дн
1,1,1,1,1, 6	20	Установка подоконных плит	$Y_{1,1,1,1,1,6} = \{Y_{1,1,1,1,5} \cup X'_{1,1,1,1,6} \cup (Y_{1,1,1,1,6} \setminus Y^*_{1,1,1,1,6})\}$	$Y_{1,1,1,1,5} \cup X'_{1,1,1,1,6};$ $X'_{1,1,1,1,6} = \{\text{Подоконные плиты}\};$	$W_{1,1,1,1,6} = \{\text{Плотник 4 разряда, плотник 3 разряда, плотник 2 разряда}\}$	80 чел/дн
1,1,1,1,1, 7	21	Установка лестничных маршей и площадок с устройством ограждений	$Y_{1,1,1,1,1,7} = \{Y_{1,1,1,1,6} \cup X'_{1,1,1,1,7} \cup (Y_{1,1,1,1,7} \setminus Y^*_{1,1,1,1,7})\}$	$Y_{1,1,1,1,6} \cup X'_{1,1,1,1,7};$ $X'_{1,1,1,1,7} = \{\text{Лестничные марши, лестничные площадки, лестничные ограждения}\};$	$W_{1,1,1,1,7} = \{\text{Монтажник конструкций 4 разряда, монтажник конструкций 3 разряда, монтажник конструкций 2 разряда}\}$	23,75 чел/дн

1,1,1,1,1, 8	22	Укладка железобетонных ступеней	$Y_{1,1,1,1,1,8} = \{Y_{1,1,1,1,1,7} \cup X'_{1,1,1,1,1,8} \cup (Y_{1,1,1,1,1,8} \setminus Y^*_{1,1,1,1,1,8})\}$	$Y_{1,1,1,1,1,7} \cup X'_{1,1,1,1,1,8};$ $X'_{1,1,1,1,1,8} = \{\text{Железобетонные ступени}\};$	$W_{1,1,1,1,1,8} = \{\text{Монтажник конструкций 4 разряда, монтажник конструкций 3 разряда, монтажник конструкций 2 разряда}\}$	23,75 чел/дн
1,1,1,1,1, 9	23	Монтаж железобетонных плит козырька	$Y_{1,1,1,1,1,9} = \{Y_{1,1,1,1,1,8} \cup X'_{1,1,1,1,1,9} \cup (Y_{1,1,1,1,1,9} \setminus Y^*_{1,1,1,1,1,9})\}$	$Y_{1,1,1,1,1,8} \cup X'_{1,1,1,1,1,9};$ $X'_{1,1,1,1,1,9} = \{\text{Железобетонные плиты козырька}\};$	$W_{1,1,1,1,1,9} = \{\text{Монтажник конструкций 4 разряда, монтажник конструкций 3 разряда, монтажник конструкций 2 разряда}\}$	23,75 чел/дн
1,1,1,1,1, 10	24	Установка панелей перегородок	$Y_{1,1,1,1,1,10} = \{Y_{1,1,1,1,1,9} \cup X'_{1,1,1,1,1,10} \cup (Y_{1,1,1,1,1,10} \setminus Y^*_{1,1,1,1,1,10})\}$	$Y_{1,1,1,1,1,9} \cup X'_{1,1,1,1,1,10};$ $X'_{1,1,1,1,1,10} = \{\text{Панели перегородок}\};$	$W_{1,1,1,1,1,10} = \{\text{Монтажник конструкций 4 разряда, монтажник конструкций 3 разряда, монтажник конструкций 2 разряда}\}$	23,75 чел/дн
1,1,1,1,1, 11	25	Укладка плит лоджий и перекрытий с устройством ограждений лоджий	$Y_{1,1,1,1,1,11} = \{Y_{1,1,1,1,1,10} \cup X'_{1,1,1,1,1,11} \cup (Y_{1,1,1,1,1,11} \setminus Y^*_{1,1,1,1,1,11})\}$	$Y_{1,1,1,1,1,10} \cup X'_{1,1,1,1,1,11};$ $X'_{1,1,1,1,1,11} = \{\text{Плиты лоджий, плиты перекрытий лоджий, ограждения лоджий}\};$	$W_{1,1,1,1,1,11} = \{\text{Монтажник конструкций 4 разряда, монтажник конструкций 3 разряда, монтажник конструкций 2 разряда}\}$	43,33 чел/дн
1,1,1,1,1, 12	26	Заливка швов между плитами перекрытия цементным раствором	$Y_{1,1,1,1,1,12} = \{Y_{1,1,1,1,1,11} \cup X'_{1,1,1,1,1,12} \cup (Y_{1,1,1,1,1,12} \setminus Y^*_{1,1,1,1,1,12})\}$	$Y_{1,1,1,1,1,11} \cup X'_{1,1,1,1,1,12};$ $X'_{1,1,1,1,1,12} = \{\text{Плиты перекрытий, цементный раствор для швов между плитами перекрытий}\};$	$W_{1,1,1,1,1,12} = \{\text{Монтажник конструкций 4 разряда, монтажник конструкций 3 разряда, монтажник конструкций 2 разряда}\}$	43,33 чел/дн
1,1,1,1,1, 13	27	Прокладка минерального войлока между стенами и плитами перекрытия	$Y_{1,1,1,1,1,13} = \{Y_{1,1,1,1,1,12} \cup X'_{1,1,1,1,1,13} \cup (Y_{1,1,1,1,1,13} \setminus Y^*_{1,1,1,1,1,13})\}$	$Y_{1,1,1,1,1,12} \cup X'_{1,1,1,1,1,13};$ $X'_{1,1,1,1,1,13} = \{\text{Минеральный войлок, стены перекрытия, плиты перекрытия}\};$	$W_{1,1,1,1,1,13} = \{\text{Монтажник конструкций 4 разряда, монтажник конструкций 3 разряда, монтажник конструкций 2 разряда}\}$	43,33 чел/дн

Таблица П.А.2.7 – Табличное представление унифицированной декомпозиционной конструкции в вершине с предварительно сформированным концептом «Устройство подземной части здания»

Индекс	Номер	ТР	Y	X	W	H
1,1,1,1,1, 1	-	Устройство подземной части здания	$Y_{1,1,1,1,1,1} = \{\text{Здание, со сделанной подземной частью}\};$ $Y_{1,1,1,1,1,1} = \bigcup_{\eta=1}^{10} Y_{1,1,1,1,1,\eta}$	-	-	-
1,1,1,1,1, 1,1	-	Разработка котлована	$Y_{1,1,1,1,1,1} = \{\text{Разработанный котлован}\}$	-	-	-
1,1,1,1,1, 1,2	7	Укладка фундаментных плит с устройством песчаного подстилающего слоя	$Y_{1,1,1,1,1,2} = \{Y_{1,1,1,1,1,1} \cup X'_{1,1,1,1,1,2} \cup (Y_{1,1,1,1,1,2} \setminus Y^*_{1,1,1,1,1,2})\}$	$Y_{1,1,1,1,1,1} \cup X'_{1,1,1,1,1,2};$ $X'_{1,1,1,1,1,2} = \{\text{Фундаментные плиты, песок для подстилающего слоя}\};$	$W_{1,1,1,1,1,2} = \{\text{Монтажник конструкций 4 разряда, монтажник конструкций 3 разряда, монтажник конструкций 2 разряда}\}$	32 чел/дн

1,1,1,1,1, 1,3	8	Бетонирование отдельных мест фундаментов с устройством и разборкой опалубки, устройство горизонтальной гидроизоляции цементными раствором	$Y_{1,1,1,1,1,3} =$ $= \{Y_{1,1,1,1,1,2} \cup$ $\cup X'_{1,1,1,1,1,3} \cup$ $\cup (Y_{1,1,1,1,1,3} \setminus$ $\setminus Y^*_{1,1,1,1,1,3})\}$	$Y_{1,1,1,1,1,2} \cup X'_{1,1,1,1,1,3};$ $X'_{1,1,1,1,1,3} = \{\text{Опалубка под фундамент, цементный раствор для опалубки под фундамент};\}$	$W_{1,1,1,1,1,3} = \{\text{Бетонщик 4 разряда, бетонщик 2 разряда, плотник 4 разряда, плотник 2 разряда}\}$	3 чел/дн
1,1,1,1,1, 1,4	9	Монтаж сборных блоков стен техподполья	$Y_{1,1,1,1,1,4} =$ $= \{Y_{1,1,1,1,1,3} \cup$ $\cup X'_{1,1,1,1,1,4} \cup$ $\cup (Y_{1,1,1,1,1,4} \setminus$ $\setminus Y^*_{1,1,1,1,1,4})\}$	$Y_{1,1,1,1,1,3} \cup X'_{1,1,1,1,1,4};$ $X'_{1,1,1,1,1,4} = \{\text{Сборные блоки стен техподполья}\};$	$W_{1,1,1,1,1,4} = \{\text{Монтажник конструкций 4 разряда, монтажник конструкций 3 разряда, монтажник конструкций 2 разряда}\}$	40 чел/дн
1,1,1,1,1, 1,5	10	Бетонирование отдельных участков стен техподполья с устройством и разборкой опалубки	$Y_{1,1,1,1,1,5} =$ $= \{Y_{1,1,1,1,1,4} \cup$ $\cup X'_{1,1,1,1,1,5} \cup$ $\cup (Y_{1,1,1,1,1,5} \setminus$ $\setminus Y^*_{1,1,1,1,1,5})\}$	$Y_{1,1,1,1,1,4} \cup X'_{1,1,1,1,1,5};$ $X'_{1,1,1,1,1,5} = \{\text{Опалубка под стены техподполья, цементный раствор для опалубки под стены техподполья}\};$	$W_{1,1,1,1,1,5} = \{\text{Бетонщик 4 разряда, бетонщик 2 разряда, плотник 4 разряда, плотник 2 разряда}\}$	56 чел/дн
1,1,1,1,1, 1,6	11	Кладка кирпичных стен в техподполье с укладкой перемычек	$Y_{1,1,1,1,1,6} =$ $= \{Y_{1,1,1,1,1,5} \cup$ $\cup X'_{1,1,1,1,1,6} \cup$ $\cup (Y_{1,1,1,1,1,6} \setminus$ $\setminus Y^*_{1,1,1,1,1,6})\}$	$Y_{1,1,1,1,1,5} \cup X'_{1,1,1,1,1,6};$ $X'_{1,1,1,1,1,6} = \{\text{Кирпичи для стен техподполья, цементный раствор для кирпичей стен техподполья, перемычки для стен техподполья}\};$	$W_{1,1,1,1,1,6} = \{\text{Монтажник конструкций 4 разряда, монтажник конструкций 3 разряда, монтажник конструкций 2 разряда}\}$	18 чел/дн
1,1,1,1,1, 1,7	12	Устройство горизонтальной гидроизоляции стен техподполья гидроизолом в два слоя и вертикальной окрасочной горячим битумом за два раза	$Y_{1,1,1,1,1,7} =$ $= \{Y_{1,1,1,1,1,6} \cup$ $\cup X'_{1,1,1,1,1,7} \cup$ $\cup (Y_{1,1,1,1,1,7} \setminus$ $\setminus Y^*_{1,1,1,1,1,7})\}$	$Y_{1,1,1,1,1,6} \cup X'_{1,1,1,1,1,7};$ $X'_{1,1,1,1,1,7} = \{\text{Гидроизол для горизонтальной гидроизоляции стен техподполья, горячий битум для вертикальной окрасочной стен техподполья}\};$	$W_{1,1,1,1,1,7} = \{\text{Бетонщик 4 разряда, бетонщик 2 разряда, плотник 4 разряда, плотник 2 разряда}\}$	15 чел/дн
1,1,1,1,1, 1,8	13	Устройство подсыпки под полы техподполья с ее уплотнением	$Y_{1,1,1,1,1,8} =$ $= \{Y_{1,1,1,1,1,7} \cup$ $\cup X'_{1,1,1,1,1,8} \cup$ $\cup (Y_{1,1,1,1,1,8} \setminus$ $\setminus Y^*_{1,1,1,1,1,8})\}$	$Y_{1,1,1,1,1,7} \cup X'_{1,1,1,1,1,8};$ $X'_{1,1,1,1,1,8} = \{\text{Подсыпка под полы техподполья}\};$	$W_{1,1,1,1,1,8} = \{\text{Машина ст 5 разряда, землекоп 3 разряда}\}$	8,8 чел/дн
1,1,1,1,1, 1,9	14	Монтаж лестничных площадок, плит крыльца, ступеней, укладка плит перекрытий над техподпольем с бетонированием отдельных мест	$Y_{1,1,1,1,1,9} =$ $= \{Y_{1,1,1,1,1,8} \cup$ $\cup X'_{1,1,1,1,1,9} \cup$ $\cup (Y_{1,1,1,1,1,9} \setminus$ $\setminus Y^*_{1,1,1,1,1,9})\}$	$Y_{1,1,1,1,1,8} \cup X'_{1,1,1,1,1,9};$ $X'_{1,1,1,1,1,9} = \{\text{Лестничные площадки, плиты крыльца, ступени, плиты перекрытий над техподпольем, цементный раствор для плит перекрытий над техподпольем}\};$	$W_{1,1,1,1,1,9} = \{\text{Монтажник конструкций 4 разряда, монтажник конструкций 3 разряда, монтажник конструкций 2 разряда}\}$	30 чел/дн

1,1,1,1,1, 1,10	15	Засыпка пазух котлована грунтом с тромбованием	$Y_{1,1,1,1,1,1,10} =$ $= \{Y_{1,1,1,1,1,1,9} \cup$ $\cup X'_{1,1,1,1,1,1,10} \cup$ $\cup (Y_{1,1,1,1,1,1,10} \setminus$ $\setminus Y^*_{1,1,1,1,1,1,10})\}$	$Y_{1,1,1,1,1,1,9} \cup X'_{1,1,1,1,1,1,10};$ $X'_{1,1,1,1,1,1,10} = \{\text{Пазухи}$ $\text{котлована, грунт}\};$	$W_{1,1,1,1,1,1,10} = \{\text{Маши}$ $\text{ист 6 разряда, землекоп 3}$ $\text{разряда}\}$	4,8 чел/ дн
--------------------	----	--	--	--	--	-------------------

Таблица П.А.2.8 – Табличное представление унифицированной декомпозиционной конструкции в вершине с предварительно сформированным концептом «Разработка котлована»

Индекс	Номер	ТР	Y	X	W	H
1,1,1,1,1, 1,1	-	Разработка котлована	$Y_{1,1,1,1,1,1} = \{\text{Разработанный}$ $\text{котлован}\};$ $Y_{1,1,1,1,1,1} = \bigcup_{\theta=1}^6 Y_{1,1,1,1,1,1,\theta}$	-	-	-
1,1,1,1,1, 1,1,1	1	Срезка растительного слоя и планировка строительной площадки бульдозером Д-493	$Y_{1,1,1,1,1,1,1} =$ $= \{X_{1,1,1,1,1,1,1} \cup$ $\cup (Y_{1,1,1,1,1,1,1} \setminus$ $\setminus Y^*_{1,1,1,1,1,1,1})\}$	$X_{1,1,1,1,1,1,1} = \{\text{Строительная}$ $\text{площадка с растительным}$ $\text{слоем}\}$	$W_{1,1,1,1,1,1,1} = \{\text{Маши}$ $\text{ист 6 разряда}\}$	0,75 чел/ дн
1,1,1,1,1, 1,1,2	2	Разработка грунта экскаватором Э-304В, оборудованным обратной лопатой о ковшем емкостью 0,4 м <sup>3</sup>	$Y_{1,1,1,1,1,1,2} =$ $= \{Y_{1,1,1,1,1,1,1} \cup$ $\cup (Y_{1,1,1,1,1,1,2} \setminus$ $\setminus Y^*_{1,1,1,1,1,1,2})\}$	$Y_{1,1,1,1,1,1,1} =$ $= \{X_{1,1,1,1,1,1,1} \cup$ $\cup (Y_{1,1,1,1,1,1,1} \setminus$ $\setminus Y^*_{1,1,1,1,1,1,1})\}$	$W_{1,1,1,1,1,1,2} = \{\text{Маши}$ $\text{ист 5 разряда}\}$	8,8 чел/ дн
1,1,1,1,1, 1,1,3	3	Транспортировка грунта	$Y_{1,1,1,1,1,1,3} =$ $= \{Y_{1,1,1,1,1,1,2} \cup$ $\cup (Y_{1,1,1,1,1,1,3} \setminus$ $\setminus Y^*_{1,1,1,1,1,1,3})\}$	$Y_{1,1,1,1,1,1,2} =$ $= \{Y_{1,1,1,1,1,1,1} \cup$ $\cup (Y_{1,1,1,1,1,1,2} \setminus$ $\setminus Y^*_{1,1,1,1,1,1,2})\}$	$W_{1,1,1,1,1,1,3} = \{\text{Водите}$ $\text{ль самосвала}\}$	8,8 чел/ дн
1,1,1,1,1, 1,1,4	4	Разработка и перемещение грунта бульдозером Д-493	$Y_{1,1,1,1,1,1,4} =$ $= \{Y_{1,1,1,1,1,1,3} \cup$ $\cup (Y_{1,1,1,1,1,1,4} \setminus$ $\setminus Y^*_{1,1,1,1,1,1,4})\}$	$Y_{1,1,1,1,1,1,3} =$ $= \{Y_{1,1,1,1,1,1,2} \cup$ $\cup (Y_{1,1,1,1,1,1,3} \setminus$ $\setminus Y^*_{1,1,1,1,1,1,3})\}$	$W_{1,1,1,1,1,1,4} = \{\text{Маши}$ $\text{ист 6 разряда}\}$	0,1 чел/ дн
1,1,1,1,1, 1,1,5	5	Планировка дна котлована бульдозером Д-493	$Y_{1,1,1,1,1,1,5} =$ $= \{Y_{1,1,1,1,1,1,4} \cup$ $\cup X'_{1,1,1,1,1,1,5} \cup$ $\cup (Y_{1,1,1,1,1,1,5} \setminus$ $\setminus Y^*_{1,1,1,1,1,1,5})\}$	$Y_{1,1,1,1,1,1,4} \cup$ $\cup X'_{1,1,1,1,1,1,5};$ $X'_{1,1,1,1,1,1,5} = \{\text{Дно}$ $\text{котлована}\};$	$W_{1,1,1,1,1,1,5} = \{\text{Маши}$ $\text{ист 6 разряда}\}$	0,11 чел/ дн
1,1,1,1,1, 1,1,6	6	Окончательная планировка по рейке вручную дна котлована	$Y_{1,1,1,1,1,1,6} =$ $= \{Y_{1,1,1,1,1,1,5} \cup$ $\cup (Y_{1,1,1,1,1,1,6} \setminus$ $\setminus Y^*_{1,1,1,1,1,1,6})\}$	$Y_{1,1,1,1,1,1,5} =$ $= \{Y_{1,1,1,1,1,1,4} \cup$ $\cup X'_{1,1,1,1,1,1,5} \cup$ $\cup (Y_{1,1,1,1,1,1,5} \setminus$ $\setminus Y^*_{1,1,1,1,1,1,5})\}$	$W_{1,1,1,1,1,1,6} = \{\text{Землек}$ $\text{оп 2 разряда}\}$	3,44 чел/ дн

Таблица П.А.2.9 – Фрагмент табличного представления унифицированной декомпозиционной конструкции в вершине с предварительно сформированным концептом «Устройство подземной части здания» и в основании с уже полностью сформированным концептом «Разработка котлована»

Индекс	Номер	ТР	Y	X	W	H
1,1,1,1,1, 1	-	Устройство подземной части здания	$Y_{1,1,1,1,1,1} = \{\text{Здание, со сделанной подземной частью}\};$ $Y_{1,1,1,1,1,1} = \bigcup_{\eta=1}^{10} Y_{1,1,1,1,1,\eta}$	-	-	-
1,1,1,1,1, 1,1	-	Разработка котлована	$Y_{1,1,1,1,1,1,1} = \{\text{Разработанный котлован}\}$	$X_{1,1,1,1,1,1,1} =$ $X_{1,1,1,1,1,1,1} \cup$ $\cup X'_{1,1,1,1,1,1,5}$	$W_{1,1,1,1,1,1,1} = \{\text{Машинист 6 разряда, машинист 5 разряда, водитель самосвала, землекоп 2 разряда}\}$	22 чел/дн
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
1,1,1,1,1, 1,10	15	Засыпка пазух котлована грунтом с тромбованием	$Y_{1,1,1,1,1,1,10} =$ $= \{Y_{1,1,1,1,1,1,9} \cup$ $\cup X'_{1,1,1,1,1,1,10} \cup$ $\cup (Y_{1,1,1,1,1,1,10} \setminus$ $\setminus Y^*_{1,1,1,1,1,1,10})\}$	$Y_{1,1,1,1,1,1,9} \cup X'_{1,1,1,1,1,1,10};$ $X'_{1,1,1,1,1,1,10} = \{\text{Пазухи котлована, грунт}\};$	$W_{1,1,1,1,1,1,10} = \{\text{Машинист бульдозера 6 разряда, землекоп 3 разряда}\}$	4,8 чел/дн

Таблица П.А.2.10 – Фрагмент табличного представления унифицированной декомпозиционной конструкции в вершине с предварительно сформированным концептом «Устройство надземной части здания» и в основании с уже полностью сформированным концептом «Устройство подземной части здания»

Индекс	Номер	ТР	Y	X	W	H
1,1,1,1,1	-	Устройство надземной части здания	$Y_{1,1,1,1,1} = \{\text{Здание, со сделанной надземной частью}\};$ $Y_{1,1,1,1,1} = \bigcup_{\zeta=1}^{13} Y_{1,1,1,1,1,\zeta}$	-	-	-
1,1,1,1,1, 1	-	Устройство подземной части здания	$Y_{1,1,1,1,1,1} = \{\text{Здание, со сделанной подземной частью}\}$	$X_{1,1,1,1,1,1} =$ $= X_{1,1,1,1,1,1} \cup$ $\cup X'_{1,1,1,1,1,1,2} \cup$ $\cup X'_{1,1,1,1,1,1,3} \cup$ $\cup X'_{1,1,1,1,1,1,4} \cup$ $\cup X'_{1,1,1,1,1,1,5} \cup$ $\cup X'_{1,1,1,1,1,1,6} \cup$ $\cup X'_{1,1,1,1,1,1,7} \cup$ $\cup X'_{1,1,1,1,1,1,8} \cup$ $\cup X'_{1,1,1,1,1,1,9} \cup$ $\cup X'_{1,1,1,1,1,1,10}$	$W_{1,1,1,1,1,1} =$ $= W_{1,1,1,1,1,1} \cup$ $\cup \{\text{монтажник конструкций 4 разряда, монтажник конструкций 3 разряда, монтажник конструкций 2 разряда, бетонщик 4 разряда, бетонщик 2 разряда, плотник 4 разряда, плотник 2 разряда, землекоп 3 разряда}\}$	229,6 чел/дн
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
1,1,1,1,1, 13	27	Прокладка минерального войлока между стенами и плитами перекрытия	$Y_{1,1,1,1,1,13} = \{Y_{1,1,1,1,1,12} \cup$ $\cup X'_{1,1,1,1,1,13} \cup$ $\cup (Y_{1,1,1,1,1,13} \setminus$ $\setminus Y^*_{1,1,1,1,1,13})\}$	$Y_{1,1,1,1,1,12} \cup X'_{1,1,1,1,1,13};$ $X'_{1,1,1,1,1,13} = \{\text{Минеральный войлок, стены перекрытия, плиты перекрытия}\};$	$W_{1,1,1,1,1,13} = \{\text{Монтажник конструкций 4 разряда, монтажник конструкций 3 разряда, монтажник конструкций 2 разряда}\}$	43,33 чел/дн



1,1,1,6	42	Покрытие полов линолеумом, установка деревянных плитусов	$Y_{1,1,1,6} = \{Y_{1,1,1,5} \cup$ $\cup X'_{1,1,1,6} \cup (Y_{1,1,1,6} \setminus$ $\setminus Y^*_{1,1,1,6})\}$	$Y_{1,1,1,5} \cup X'_{1,1,1,6};$ $X'_{1,1,1,6} = \{\text{Линолеум для}$ $\text{полов, деревянные плитуса}$ $\text{для линолеумных полов}\};$	$W_{1,1,1,6} = \{\text{Облицовщик}$ $\text{синтетическими}$ $\text{материалами 4 разряда,}$ $\text{облицовщик}$ $\text{синтетическими}$ $\text{материалами 3 разряда,}$ $\text{облицовщик}$ $\text{синтетическими}$ $\text{материалами 2 разряда,}$ $\text{плотник 3 разряда,}$ $\text{плотник 2 разряда}\}$	39,4 чел/ дн
---------	----	--	---	---	--	--------------------

Таблица П.А.2.13 – Фрагмент табличного представления унифицированной декомпозиционной конструкции в вершине с предварительно сформированным концептом «Штукатурные работы» и в основании с уже полностью сформированным концептом «Устройство полов»

Индекс	Номер	ТР	Y	X	W	H
1,1	-	Штукатурные работы	$Y_{1,1} = \{\text{Дом, с проделанными}$ $\text{штукатурными работами}\};$ $Y_{1,1} = \bigcup_{\gamma=1}^9 Y_{1,1,\gamma}$	-	-	-
1,1,1	-	Устройство полов	$Y_{1,1,1} = \{\text{Дом, со}$ $\text{сделанными полами}\}$	$X_{1,1,1} = X_{1,1,1,1} \cup$ $\cup X'_{1,1,1,2} \cup X'_{1,1,1,3} \cup$ $\cup X'_{1,1,1,4} \cup X'_{1,1,1,5} \cup$ $\cup X'_{1,1,1,6}$	$W_{1,1,1} =$ $= W_{1,1,1,1} \cup$ $\cup \{\text{облицовщик-}$ $\text{плиточник 4 разряда,}$ $\text{облицовщик-плиточник}$ $\text{3 разряда, облицовщик}$ $\text{синтетическими}$ $\text{материалами 4 разряда,}$ $\text{облицовщик}$ $\text{синтетическими}$ $\text{материалами 3 разряда,}$ $\text{облицовщик}$ $\text{синтетическими}$ $\text{материалами 2 разряда}\}$	1934,8 2 чел/ дн
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
1,1,9	50	Облицовка стен глазурованной плиткой	$Y_{1,1,9} = \{Y_{1,1,8} \cup X'_{1,1,9} \cup$ $\cup (Y_{1,1,9} \setminus Y^*_{1,1,9})\}$	$Y_{1,1,8} \cup X'_{1,1,9};$ $X'_{1,1,9} = \{\text{Глазурованная}$ $\text{плитка}\};$	$W_{1,1,9} = \{\text{Штукатур 4}$ $\text{разряда, штукатур 3}$ $\text{разряда, штукатур 2}$ $\text{разряда}\}$	48 чел/ дн

Таблица П.А.2.14 – Фрагмент табличного представления унифицированной декомпозиционной конструкции в вершине с предварительно сформированным концептом «Малярные работы» и в основании с уже полностью сформированным концептом «Штукатурные работы»

Индекс	Номер	ТР	Y	X	W	H
1	-	Малярные работы	$Y_1 = \{\text{Дом, с проделанными}$ $\text{малярными работами}\};$ $Y_1 = \bigcup_{\beta=1}^8 Y_{1,\beta}$	-	-	-
1,1	-	Штукатурные работы	$Y_{1,1} = \{\text{Дом, с}$ $\text{проделанными}$ $\text{штукатурными работами}\}$	$X_{1,1} = X_{1,1,1} \cup$ $\cup X'_{1,1,2} \cup X'_{1,1,3} \cup$ $\cup X'_{1,1,4} \cup X'_{1,1,5} \cup$ $\cup X'_{1,1,6} \cup X'_{1,1,7} \cup$ $\cup X'_{1,1,8} \cup X'_{1,1,9}$	$W_{1,1} =$ $= W_{1,1,1} \cup$ $\cup \{\text{штукатур 3 разряда,}$ $\text{штукатур 2 разряда,}$ $\text{штукатур 4 разряда}\}$	3170,8 2 чел/ дн
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
1,8	57	Масляная окраска металлических ограждений	$Y_{1,8} = \{Y_{1,7} \cup X'_{1,8} \cup$ $\cup (Y_{1,8} \setminus Y^*_{1,8})\}$	$Y_{1,7} \cup X'_{1,8};$ $X'_{1,8} = \{\text{Металлические}$ $\text{ограждения для масляной}$ $\text{окраски, масляная краска для}$ $\text{металлических ограждений}\};$	$W_{1,8} = \{\text{Маляр 4}$ $\text{разряда, маляр 3 разряда,}$ $\text{маляр 2 разряда}\}$	21,7 чел/ дн

Таблица П.А.2.15 – Фрагмент табличного представления унифицированной декомпозиционной конструкции в вершине с предварительно сформированным концептом «Строительство кирпичного жилого дома» и в основании с уже полностью сформированным концептом «Малярные работы»

Индекс	Номер	ТР	Y	X	W	H
0	-	Строительство кирпичного жилого дома	$Y_0 = \{\text{Построенный кирпичный жилой дом}\};$ $Y_0 = \bigcup_{\alpha=1}^7 Y_{\alpha}$	-	-	-
1	-	Малярные работы	$Y_1 = \{\text{Дом, с проделанными малярными работами}\}$	$X_1 = X_{1,1} \cup X'_{1,2} \cup X'_{1,3} \cup X'_{1,4} \cup X'_{1,5} \cup X'_{1,6} \cup X'_{1,7} \cup X'_{1,8}$	$W_1 = W_{1,1} \cup \{\text{маляр 2 разряда, маляр 3 разряда, маляр 4 разряда}\}$	3688,8 2 чел/дн
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
7	63	Испытание систем водопровода, канализации и водостока в техподполье и на этажах	$Y_7 = \{Y_6 \cup (Y_7 \setminus Y_6^*)\}$	$Y_6 = \{Y_5 \cup X'_6 \cup (Y_6 \setminus Y_6^*)\}$	$W_7 = \{\text{Слесарь-сантехник 5 разряда, слесарь-сантехник 4 разряда, слесарь-сантехник 3 разряда}\}$	36 чел/дн

Таблица П.А.2.16 – Табличное представление полностью сформированного корневого концепта «Строительство кирпичного жилого дома»

Индекс	Номер	ТР	Y	X	W	H
0	-	Строительство кирпичного жилого дома	$Y_0 = \{\text{Построенный кирпичный жилой дом}\}$	$X_0 = X_1 \cup X'_2 \cup X'_3 \cup X'_4 \cup X'_5 \cup X'_6$	$W_0 = W_1 \cup \{\text{слесарь-сантехник 4 разряда, слесарь-сантехник 2 разряда, слесарь-сантехник 3 разряда, слесарь-сантехник 5 разряда, сварщик 5 разряда, сварщик 4 разряда}\}$	4066,8 2 чел/дн

### 3. Табличные представления формализованного описания технологии механической обработки детали типа «Винт»

Таблица П.А.3.1 – Табличное представление унифицированной декомпозиционной конструкции в вершине с предварительно сформированным концептом «Механическая обработка детали типа «Винт»»

Индекс	Номер	ТР	Y	X	W	H
0	-	Механическая обработка детали типа «Винт»	$Y_0 = \{\text{Механически обработанная деталь типа «Винт»}\};$ $Y_0 = \bigcup_{\alpha=1}^4 Y_{\alpha}$	-	-	-
1	-	Вертикально-фрезерная обработка	$Y_1 = \{\text{Заготовка после вертикально-фрезерной обработки}\}$	-	-	-
2	33	Термическая обработка	$Y_2 = \{Y_1 \cup (Y_2 \setminus Y_2^*)\}$	$Y_1$	$W_2 = \{\text{Нагревательная печь}\}$	30 мин
3	34	Мойка	$Y_3 = \{Y_2 \cup (Y_3 \setminus Y_3^*)\}$	$Y_2 = \{Y_1 \cup (Y_2 \setminus Y_2^*)\}$	$W_3 = \{\text{Моечная машина}\}$	8 мин
4	35	Контроль	$Y_4 = \{Y_3 \cup (Y_4 \setminus Y_4^*)\}$	$Y_3 = \{Y_2 \cup (Y_3 \setminus Y_3^*)\}$	$W_4 = \{\text{Контрольный}\}$	1 мин

					стол}	
--	--	--	--	--	-------	--

Таблица П.А.3.2 – Табличное представление унифицированной декомпозиционной конструкции в вершине с предварительно сформированным концептом «Вертикально-фрезерная обработка»

Индекс	Номер	ТР	Y	X	W	H
1	-	Вертикально-фрезерная обработка	$Y_1 = \{\text{Заготовка после вертикально-фрезерной обработки}\};$ $Y_1 = \bigcup_{\beta=1}^3 Y_{1,\beta}$	-	-	-
1,1	-	Токарно-винторезная обработка 3	$Y_{1,1} = \{\text{Заготовка после токарно-винторезной обработки 3}\}$	-	-	-
1,2	31	Установить и закрепить заготовку	$Y_{1,2} = \{Y_{1,1} \cup \cup(Y_{1,2} \setminus Y_{1,2}^*)\}$	$Y_{1,1}$	$W_{1,2} = \{\text{Вертикально-фрезерный станок 6P12, приспособление с прижимными упорами к станку 6P12}\}$	0,75 мин
1,3	32	Фрезеровать паз, выдерживая размеры 8P9, 20H12, 29	$Y_{1,3} = \{Y_{1,2} \cup \cup(Y_{1,3} \setminus Y_{1,3}^*)\}$	$Y_{1,2} = \{Y_{1,1} \cup \cup(Y_{1,2} \setminus Y_{1,2}^*)\}$	$W_{1,3} = \{\text{Фреза концевая } \varnothing 8 \text{ ГОСТ 17052-71, штангенциркуль ШЦ Ш 150-0.05 ГОСТ 166-80}\}$	0,173 мин

Таблица П.А.3.3 – Табличное представление унифицированной декомпозиционной конструкции в вершине с предварительно сформированным концептом «Токарно-винторезная обработка 3»

Индекс	Номер	ТР	Y	X	W	H
1,1	-	Токарно-винторезная обработка 3	$Y_{1,1} = \{\text{Заготовка после токарно-винторезной обработки 3}\};$ $Y_{1,1} = \bigcup_{\gamma=1}^5 Y_{1,1,\gamma}$	-	-	-
1,1,1	-	Токарно-винторезная обработка 2	$Y_{1,1,1} = \{\text{Заготовка после токарно-винторезной обработки 2}\}$	-	-	-
1,1,2	27	Установить и закрепить заготовку	$Y_{1,1,2} = \{Y_{1,1,1} \cup \cup(Y_{1,1,2} \setminus Y_{1,1,2}^*)\}$	$Y_{1,1,1}$	$W_{1,1,2} = \{\text{Токарно-винторезный станок 16K20, патрон 3-х кулачковый}\}$	1,67 мин
1,1,3	28	Сверлить отверстие $\varnothing 8,9$ на глубину 28	$Y_{1,1,3} = \{Y_{1,1,2} \cup \cup(Y_{1,1,3} \setminus Y_{1,1,3}^*)\}$	$Y_{1,1,2} = \{Y_{1,1,1} \cup \cup(Y_{1,1,2} \setminus Y_{1,1,2}^*)\}$	$W_{1,1,3} = \{\text{Сверло } \varnothing 8,9 \text{ ГОСТ 10903-77, калибр пробка } \varnothing 8,9\}$	0,218 мин
1,1,4	29	Снять фаску $1 \times 45^\circ$	$Y_{1,1,4} = \{Y_{1,1,3} \cup \cup(Y_{1,1,4} \setminus Y_{1,1,4}^*)\}$	$Y_{1,1,3} = \{Y_{1,1,2} \cup \cup(Y_{1,1,3} \setminus Y_{1,1,3}^*)\}$	$W_{1,1,4} = \{\text{Зенкер } \varnothing 12 \text{ ГОСТ 10503-77}\}$	0,03 мин
1,1,5	30	Нарезать резьбу М10-7Н	$Y_{1,1,5} = \{Y_{1,1,4} \cup \cup(Y_{1,1,5} \setminus Y_{1,1,5}^*)\}$	$Y_{1,1,4} = \{Y_{1,1,3} \cup \cup(Y_{1,1,4} \setminus Y_{1,1,4}^*)\}$	$W_{1,1,5} = \{\text{Метчик М10-7Н ГОСТ 13266-81, резьбовой калибр-пробка М10-7Н}\}$	0,123 мин

Таблица П.А.3.4 – Табличное представление унифицированной декомпозиционной конструкции в вершине с предварительно сформированным концептом «Токарно-винторезная обработка 2»

Индекс	Номер	ТР	Y	X	W	H
1,1,1	-	Токарно-винторезная обработка 2	$Y_{1,1,1} = \{\text{Заготовка после токарно-винторезной обработки 2}\};$ $Y_{1,1,1} = \bigcup_{\delta=1}^8 Y_{1,1,1,\delta}$	-	-	-
1,1,1,1	-	Токарно-винторезная обработка 1	$Y_{1,1,1,1} = \{\text{Заготовка после токарно-винторезной обработки 1}\}$	-	-	-

1,1,1,2	20	Установить и закрепить заготовку	$Y_{1,1,1,2} = \{Y_{1,1,1,1} \cup \cup(Y_{1,1,1,2} \setminus Y_{1,1,1,2}^*)\}$	$Y_{1,1,1,1}$	$W_{1,1,1,2} = \{\text{Токарно-винторезный станок 16К20, патрон токарный } \varnothing 200 \text{ ГОСТ 2675-80, центр вращения ГОСТ 8742-75, лонет подвижный}\}$	2,322 мин
1,1,1,3	21	Точить поверхность $\varnothing 24h8$ окончательно	$Y_{1,1,1,3} = \{Y_{1,1,1,2} \cup \cup(Y_{1,1,1,3} \setminus Y_{1,1,1,3}^*)\}$	$Y_{1,1,1,2} = \{Y_{1,1,1,1} \cup \cup(Y_{1,1,1,2} \setminus Y_{1,1,1,2}^*)\}$	$W_{1,1,1,3} = \{\text{Резец подрезной ГОСТ 18880-73, штангенциркуль ШЦ III 150-0.05 ГОСТ 166-80}\}$	0,084 мин
1,1,1,4	22	Точить поверхность $\varnothing 25h9$ на длине 20	$Y_{1,1,1,4} = \{Y_{1,1,1,3} \cup \cup(Y_{1,1,1,4} \setminus Y_{1,1,1,4}^*)\}$	$Y_{1,1,1,3} = \{Y_{1,1,1,2} \cup \cup(Y_{1,1,1,3} \setminus Y_{1,1,1,3}^*)\}$	$W_{1,1,1,4} = \{\text{Резец подрезной ГОСТ 18880-73, штангенциркуль ШЦ III 150-0.05 ГОСТ 166-80}\}$	0,043 мин
1,1,1,5	23	Нарезать резьбу Тг 28x5 предварительно	$Y_{1,1,1,5} = \{Y_{1,1,1,4} \cup \cup(Y_{1,1,1,5} \setminus Y_{1,1,1,5}^*)\}$	$Y_{1,1,1,4} = \{Y_{1,1,1,3} \cup \cup(Y_{1,1,1,4} \setminus Y_{1,1,1,4}^*)\}$	$W_{1,1,1,5} = \{\text{Резец резьбовой черновой, шаблон Тг 28x5}\}$	17,956 мин
1,1,1,6	24	Нарезать резьбу Тг 28x5 окончательно	$Y_{1,1,1,6} = \{Y_{1,1,1,5} \cup \cup(Y_{1,1,1,6} \setminus Y_{1,1,1,6}^*)\}$	$Y_{1,1,1,5} = \{Y_{1,1,1,4} \cup \cup(Y_{1,1,1,5} \setminus Y_{1,1,1,5}^*)\}$	$W_{1,1,1,6} = \{\text{Резец резьбовой чистовой, шаблон Тг 28x5}\}$	7,214 мин
1,1,1,7	25	Переустановить и закрепить заготовку	$Y_{1,1,1,7} = \{Y_{1,1,1,6} \cup \cup(Y_{1,1,1,7} \setminus Y_{1,1,1,7}^*)\}$	$Y_{1,1,1,6} = \{Y_{1,1,1,5} \cup \cup(Y_{1,1,1,6} \setminus Y_{1,1,1,6}^*)\}$	$W_{1,1,1,7} = \{\text{Токарно-винторезный станок 16К20, патрон токарный } \varnothing 200 \text{ ГОСТ 2675-80, центр вращения ГОСТ 8742-75, лонет подвижный}\}$	2,322 мин
1,1,1,8	26	Точить поверхность $\varnothing 20h9$ на длине 20	$Y_{1,1,1,8} = \{Y_{1,1,1,7} \cup \cup(Y_{1,1,1,8} \setminus Y_{1,1,1,8}^*)\}$	$Y_{1,1,1,7} = \{Y_{1,1,1,6} \cup \cup(Y_{1,1,1,7} \setminus Y_{1,1,1,7}^*)\}$	$W_{1,1,1,8} = \{\text{Резец подрезной ГОСТ 18880-73, микрометр МКО-50-0.01 ГОСТ 6507-78}\}$	0,057 мин

Таблица П.А.3.5 – Табличное представление унифицированной декомпозиционной конструкции в вершине с предварительно сформированным концептом «Токарно-винторезная обработка 1»

Индекс	Номер	ГР	Y	X	W	H
1,1,1,1	-	Токарно-винторезная обработка 1	$Y_{1,1,1,1} = \{\text{Заготовка после токарно-винторезной обработки 1}\};$ $Y_{1,1,1,1} = \bigcup_{\varepsilon=1}^{18} Y_{1,1,1,1,\varepsilon}$	-	-	-
1,1,1,1,1	-	Заготовительная обработка	$Y_{1,1,1,1,1} = \{\text{Полученная заготовка}\}$	-	-	-
1,1,1,1,2	3	Установить и закрепить заготовку	$Y_{1,1,1,1,2} = \{Y_{1,1,1,1,1} \cup \cup(Y_{1,1,1,1,2} \setminus Y_{1,1,1,1,2}^*)\}$	$Y_{1,1,1,1,1}$	$W_{1,1,1,1,2} = \{\text{Токарно-винторезный станок 16К20, патрон токарный } \varnothing 200 \text{ ГОСТ 2675-80, центр вращения ГОСТ 8742-75, лонет подвижный}\}$	1,8125 мин
1,1,1,1,3	4	Подрезать торец, выдерживая размер 1213	$Y_{1,1,1,1,3} = \{Y_{1,1,1,1,2} \cup \cup(Y_{1,1,1,1,3} \setminus Y_{1,1,1,1,3}^*)\}$	$Y_{1,1,1,1,2} = \{Y_{1,1,1,1,1} \cup \cup(Y_{1,1,1,1,2} \setminus Y_{1,1,1,1,2}^*)\}$	$W_{1,1,1,1,3} = \{\text{Резец подрезной ГОСТ 18880-73, штангенциркуль ШЦ-1-1250 ГОСТ 166-89}\}$	0,074 мин
1,1,1,1,4	5	Сверлить центровочное отверстие $\varnothing 3,15$	$Y_{1,1,1,1,4} = \{Y_{1,1,1,1,3} \cup \cup(Y_{1,1,1,1,4} \setminus Y_{1,1,1,1,4}^*)\}$	$Y_{1,1,1,1,3} = \{Y_{1,1,1,1,2} \cup \cup(Y_{1,1,1,1,3} \setminus Y_{1,1,1,1,3}^*)\}$	$W_{1,1,1,1,4} = \{\text{Сверло центровочное ГОСТ 14952-75, шаблон центровочного отверстия } \varnothing 3,15\}$	0,056 мин
1,1,1,1,5	6	Точить поверхность $\varnothing 28$ на длину 600	$Y_{1,1,1,1,5} = \{Y_{1,1,1,1,4} \cup \cup(Y_{1,1,1,1,5} \setminus Y_{1,1,1,1,5}^*)\}$	$Y_{1,1,1,1,4} = \{Y_{1,1,1,1,3} \cup \cup(Y_{1,1,1,1,4} \setminus Y_{1,1,1,1,4}^*)\}$	$W_{1,1,1,1,5} = \{\text{Резец подрезной ГОСТ 18880-73, штангенциркуль ШЦ II 250-0.05 ГОСТ 166-80}\}$	2,007 мин

1,1,1,1,6	7	Точить поверхность, выдерживая размер $\varnothing 24,4h11$ на длине 45	$Y_{1,1,1,1,6} = \{Y_{1,1,1,1,5} \cup \cup(Y_{1,1,1,1,6} \setminus Y_{1,1,1,1,6}^*)\}$	$Y_{1,1,1,1,5} = \{Y_{1,1,1,1,4} \cup \cup(Y_{1,1,1,1,5} \setminus Y_{1,1,1,1,5}^*)\}$	$W_{1,1,1,1,6} = \{\text{Резец подрезной ГОСТ 18880-73, штангенциркуль ШЦ II 250-0.05 ГОСТ 166-80}\}$	0,125 мин
1,1,1,1,7	8	Точить поверхность, выдерживая размер $\varnothing 25,6h11$ на длине 20	$Y_{1,1,1,1,7} = \{Y_{1,1,1,1,6} \cup \cup(Y_{1,1,1,1,7} \setminus Y_{1,1,1,1,7}^*)\}$	$Y_{1,1,1,1,6} = \{Y_{1,1,1,1,5} \cup \cup(Y_{1,1,1,1,6} \setminus Y_{1,1,1,1,6}^*)\}$	$W_{1,1,1,1,7} = \{\text{Резец подрезной ГОСТ 18880-73, штангенциркуль ШЦ II 250-0.05 ГОСТ 166-80}\}$	0,064 мин
1,1,1,1,8	9	Точить поверхность $\varnothing 22$	$Y_{1,1,1,1,8} = \{Y_{1,1,1,1,7} \cup \cup(Y_{1,1,1,1,8} \setminus Y_{1,1,1,1,8}^*)\}$	$Y_{1,1,1,1,7} = \{Y_{1,1,1,1,6} \cup \cup(Y_{1,1,1,1,7} \setminus Y_{1,1,1,1,7}^*)\}$	$W_{1,1,1,1,8} = \{\text{Резец отрезной ГОСТ 18874-73, штангенциркуль ШЦ II 250-0.05 ГОСТ 166-80}\}$	0,196 мин
1,1,1,1,9	10	Точить фаску $1,5 \times 45^\circ$	$Y_{1,1,1,1,9} = \{Y_{1,1,1,1,8} \cup \cup(Y_{1,1,1,1,9} \setminus Y_{1,1,1,1,9}^*)\}$	$Y_{1,1,1,1,8} = \{Y_{1,1,1,1,7} \cup \cup(Y_{1,1,1,1,8} \setminus Y_{1,1,1,1,8}^*)\}$	$W_{1,1,1,1,9} = \{\text{Резец проходной ГОСТ 18878-73, шаблон фаски } 1,5 \times 45^\circ\}$	0,028 мин
1,1,1,1,10	11	Точить фаску $3 \times 45^\circ$	$Y_{1,1,1,1,10} = \{Y_{1,1,1,1,9} \cup \cup(Y_{1,1,1,1,10} \setminus Y_{1,1,1,1,10}^*)\}$	$Y_{1,1,1,1,9} = \{Y_{1,1,1,1,8} \cup \cup(Y_{1,1,1,1,9} \setminus Y_{1,1,1,1,9}^*)\}$	$W_{1,1,1,1,10} = \{\text{Резец проходной ГОСТ 18878-73, шаблон фаски } 3 \times 45^\circ\}$	0,025 мин
1,1,1,1,11	12	Переустановить заготовку	$Y_{1,1,1,1,11} = \{Y_{1,1,1,1,10} \cup \cup(Y_{1,1,1,1,11} \setminus Y_{1,1,1,1,11}^*)\}$	$Y_{1,1,1,1,10} = \{Y_{1,1,1,1,9} \cup \cup(Y_{1,1,1,1,10} \setminus Y_{1,1,1,1,10}^*)\}$	$W_{1,1,1,1,11} = \{\text{Токарно-винторезный станок 16К20, патрон токарный } \varnothing 200 \text{ ГОСТ 2675-80, центр вращения ГОСТ 8742-75, лонет подвижный}\}$	1,8125 мин
1,1,1,1,12	13	Подрезать торец, выдерживая размер 1210	$Y_{1,1,1,1,12} = \{Y_{1,1,1,1,11} \cup \cup(Y_{1,1,1,1,12} \setminus Y_{1,1,1,1,12}^*)\}$	$Y_{1,1,1,1,11} = \{Y_{1,1,1,1,10} \cup \cup(Y_{1,1,1,1,11} \setminus Y_{1,1,1,1,11}^*)\}$	$W_{1,1,1,1,12} = \{\text{Резец подрезной ГОСТ 18880-73, штангенциркуль ШЦ-1-1250 ГОСТ 166-89}\}$	0,074 мин
1,1,1,1,13	14	Засверлить центровочное отверстие $\varnothing 3,15$	$Y_{1,1,1,1,13} = \{Y_{1,1,1,1,12} \cup \cup(Y_{1,1,1,1,13} \setminus Y_{1,1,1,1,13}^*)\}$	$Y_{1,1,1,1,12} = \{Y_{1,1,1,1,11} \cup \cup(Y_{1,1,1,1,12} \setminus Y_{1,1,1,1,12}^*)\}$	$W_{1,1,1,1,13} = \{\text{Сверло центровочное ГОСТ 14952-75, шаблон центровочного отверстия } \varnothing 3,15\}$	0,056 мин
1,1,1,1,14	15	Точить поверхность $\varnothing 28$ на длине 610	$Y_{1,1,1,1,14} = \{Y_{1,1,1,1,13} \cup \cup(Y_{1,1,1,1,14} \setminus Y_{1,1,1,1,14}^*)\}$	$Y_{1,1,1,1,13} = \{Y_{1,1,1,1,12} \cup \cup(Y_{1,1,1,1,13} \setminus Y_{1,1,1,1,13}^*)\}$	$W_{1,1,1,1,14} = \{\text{Резец подрезной ГОСТ 18880-73, штангенциркуль ШЦ-1-1250 ГОСТ 166-89}\}$	2,1 мин
1,1,1,1,15	16	Точить поверхность $\varnothing 20$ , выдерживая размер $\varnothing 20,2h11$ на длине 20	$Y_{1,1,1,1,15} = \{Y_{1,1,1,1,14} \cup \cup(Y_{1,1,1,1,15} \setminus Y_{1,1,1,1,15}^*)\}$	$Y_{1,1,1,1,14} = \{Y_{1,1,1,1,13} \cup \cup(Y_{1,1,1,1,14} \setminus Y_{1,1,1,1,14}^*)\}$	$W_{1,1,1,1,15} = \{\text{Резец подрезной ГОСТ 18880-73, штангенциркуль ШЦ-1-1250 ГОСТ 166-89}\}$	0,149 мин
1,1,1,1,16	17	Точить поверхность $\varnothing 22$ на длине 75	$Y_{1,1,1,1,16} = \{Y_{1,1,1,1,15} \cup \cup(Y_{1,1,1,1,16} \setminus Y_{1,1,1,1,16}^*)\}$	$Y_{1,1,1,1,15} = \{Y_{1,1,1,1,14} \cup \cup(Y_{1,1,1,1,15} \setminus Y_{1,1,1,1,15}^*)\}$	$W_{1,1,1,1,16} = \{\text{Резец подрезной ГОСТ 18880-73, штангенциркуль ШЦ II 250-0.05 ГОСТ 166-80}\}$	0,352 мин
1,1,1,1,17	18	Точить фаску $1,5 \times 45^\circ$ , $3 \times 45^\circ$ , выдерживая размеры	$Y_{1,1,1,1,17} = \{Y_{1,1,1,1,16} \cup \cup(Y_{1,1,1,1,17} \setminus Y_{1,1,1,1,17}^*)\}$	$Y_{1,1,1,1,16} = \{Y_{1,1,1,1,15} \cup \cup(Y_{1,1,1,1,16} \setminus Y_{1,1,1,1,16}^*)\}$	$W_{1,1,1,1,17} = \{\text{Резец проходной ГОСТ 18878-73, штангенциркуль ШЦ II 250-0.05 ГОСТ 166-80, шаблон фаски } 1,5 \times 45^\circ, \text{ шаблон фаски } 3 \times 45^\circ\}$	0,028 мин
1,1,1,1,18	19	Точить фаску $1,5 \times 45^\circ$ , $3 \times 45^\circ$ , выдерживая размеры	$Y_{1,1,1,1,18} = \{Y_{1,1,1,1,17} \cup \cup(Y_{1,1,1,1,18} \setminus Y_{1,1,1,1,18}^*)\}$	$Y_{1,1,1,1,17} = \{Y_{1,1,1,1,16} \cup \cup(Y_{1,1,1,1,17} \setminus Y_{1,1,1,1,17}^*)\}$	$W_{1,1,1,1,18} = \{\text{Резец проходной ГОСТ 18878-73, штангенциркуль ШЦ II 250-0.05 ГОСТ 166-80, шаблон фаски } 1,5 \times 45^\circ, \text{ шаблон фаски } 3 \times 45^\circ\}$	0,025 мин

Таблица П.А.3.6 – Табличное представление унифицированной декомпозиционной конструкции в вершине с предварительно сформированным концептом «Заготовительная обработка»

Индекс	Номер	ТР	Y	X	W	H
1,1,1,1,1	-	Заготовительная обработка	$Y_{1,1,1,1,1} = \{\text{Полученная заготовка}\};$	-	-	-

			$Y_{1,1,1,1,1} = \bigcup_{\zeta=1}^2 Y_{1,1,1,1,\zeta}$			
$1,1,1,1,1,1$	1	Установить и закрепить стальной материал	$Y_{1,1,1,1,1} = \{X_{1,1,1,1,1} \cup (Y_{1,1,1,1,1} \setminus Y_{1,1,1,1,1}^*)\}$	$X_{1,1,1,1,1} = \{\text{Стальной материал}\}$	$W_{1,1,1,1,1} = \{\text{Автомат отрезной круглопильный 8Г642, приспособление при станке 8Г642, оправка}\}$	0,7 мин
$1,1,1,1,1,2$	2	Отрезать заготовку в размер 1216	$Y_{1,1,1,1,2} = \{Y_{1,1,1,1,1} \cup (Y_{1,1,1,1,2} \setminus Y_{1,1,1,1,2}^*)\}$	$Y_{1,1,1,1,1} = \{X_{1,1,1,1,1} \cup (Y_{1,1,1,1,1} \setminus Y_{1,1,1,1,1}^*)\}$	$W_{1,1,1,1,2} = \{\text{Пила дисковая ГОСТ 4047-82 } \varnothing 510 z=72, \text{ штангенциркуль ШЦ-1-1250 ГОСТ 166-89}\}$	0,416 мин

Таблица П.А.3.7 – Фрагмент табличного представления унифицированной декомпозиционной конструкции в вершине с предварительно сформированным концептом «Токарно-винторезная обработка 1» и в основании с уже полностью сформированным концептом «Заготовительная обработка»

Индекс	Номер	ТР	Y	X	W	H
$1,1,1,1$	-	Токарно-винторезная обработка 1	$Y_{1,1,1,1} = \{\text{Заготовка после токарно-винторезной обработки 1}\};$ $Y_{1,1,1,1} = \bigcup_{\varepsilon=1}^{18} Y_{1,1,1,1,\varepsilon}$	-	-	-
$1,1,1,1,1$	-	Заготовительная обработка	$Y_{1,1,1,1,1} = \{\text{Полученная заготовка}\}$	$X_{1,1,1,1,1} = X_{1,1,1,1,1}$	$W_{1,1,1,1,1} = \{\text{Автомат отрезной круглопильный 8Г642, приспособление при станке 8Г642, оправка, пила дисковая ГОСТ 4047-82 } \varnothing 510 z=72, \text{ штангенциркуль ШЦ-1-1250 ГОСТ 166-89}\}$	1,116 мин
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
$1,1,1,1,18$	19	Точить фаску 1,5x45°, 3x45°, выдерживая размеры	$Y_{1,1,1,1,18} = \{Y_{1,1,1,1,17} \cup (Y_{1,1,1,1,18} \setminus Y_{1,1,1,1,18}^*)\}$	$Y_{1,1,1,1,17} = \{Y_{1,1,1,1,16} \cup (Y_{1,1,1,1,17} \setminus Y_{1,1,1,1,17}^*)\}$	$W_{1,1,1,1,18} = \{\text{Резец проходной ГОСТ 18878-73, штангенциркуль ШЦ II 250-0.05 ГОСТ 166-80, шаблон}\}$	0,025 мин

Таблица П.А.3.8 – Фрагмент табличного представления унифицированной декомпозиционной конструкции в вершине с предварительно сформированным концептом «Токарно-винторезная обработка 2» и в основании с уже полностью сформированным концептом «Токарно-винторезная обработка 1»

Индекс	Номер	ТР	Y	X	W	H
$1,1,1$	-	Токарно-винторезная обработка 2	$Y_{1,1,1} = \{\text{Заготовка после токарно-винторезной обработки 2}\};$ $Y_{1,1,1} = \bigcup_{\delta=1}^8 Y_{1,1,1,\delta}$	-	-	-
$1,1,1,1$	-	Токарно-винторезная обработка 1	$Y_{1,1,1,1} = \{\text{Заготовка после токарно-винторезной обработки 1}\}$	$X_{1,1,1,1} = X_{1,1,1,1,1}$	$W_{1,1,1,1} = W_{1,1,1,1,1} \cup \{\text{Токарно-винторезный станок 16К20, патрон токарный } \varnothing 200 \text{ ГОСТ 2675-80, центр вращения ГОСТ 8742-75, люнет подвижный, резец подрезной ГОСТ 18880-73, сверло центровочное ГОСТ 14952-75, шаблон центровочного}\}$	10,1 мин



1,3	32	Фрезеровать паз, выдерживая размеры 8P9, 20H12, 29	$Y_{1,3} = \{Y_{1,2} \cup \cup(Y_{1,3} \setminus Y_{1,3}^*)\}$	$Y_{1,2} = \{Y_{1,1} \cup \cup(Y_{1,2} \setminus Y_{1,2}^*)\}$	$W_{1,3} = \{\text{Фреза концевая } \varnothing 8 \text{ ГОСТ } 17052-71, \text{ штангенциркуль ШЦ III } 150-0.05 \text{ ГОСТ } 166-80\}$	0,173 мин
-----	----	--	--	--	---	-----------

Таблица П.А.3.11 – Фрагмент табличного представления унифицированной декомпозиционной конструкции в вершине с предварительно сформированным концептом «Механическая обработка детали типа «Винт»» и в основании с уже полностью сформированным концептом «Вертикально-фрезерная обработка»

Индекс	Номер	ТР	Y	X	W	H
0	-	Механическая обработка детали типа «Винт»	$Y_0 = \{\text{Механически обработанная деталь типа «Винт»}\};$ $Y_0 = \bigcup_{\alpha=1}^4 Y_{\alpha}$	-	-	-
1	-	Вертикально-фрезерная обработка	$Y_1 = \{\text{Заготовка после вертикально-фрезерной обработки}\}$	$X_1 = X_{1,1}$	$W_1 = W_{1,1} \cup \cup \{\text{Вертикально-фрезерный станок 6P12, приспособление с прижимными упорами к станку 6P12, фреза концевая } \varnothing 8 \text{ ГОСТ } 17052-71\}$	43,062 мин
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
4	35	Контроль	$Y_4 = \{Y_3 \cup (Y_4 \setminus Y_4^*)\}$	$Y_3 = \{Y_2 \cup (Y_3 \setminus Y_3^*)\}$	$W_4 = \{\text{Контрольный стол}\}$	1 мин

Таблица П.А.3.12 – Табличное представление полностью сформированного корневого концепта «Механическая обработка детали типа «Винт»»

Индекс	Номер	ТР	Y	X	W	H
0	-	Механическая обработка детали типа «Винт»	$Y_0 = \{\text{Механически обработанная деталь типа «Винт»}\}$	$X_0 = X_1$	$W_0 = W_1 \cup \cup \{\text{нагревательная печь, моечная машина, контрольный стол}\}$	82,062 мин

ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Свидетельство о государственной регистрации  
программы для ЭВМ

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



СВИДЕТЕЛЬСТВО

о государственной регистрации программы для ЭВМ

№ 2013660420

Программа автоматизированного построения  
формализованного описания технологии прикладной  
области знаний **OntoTechnology**

Правообладатель: *Андреев Дмитрий Анатольевич (RU)*

Автор: *Андреев Дмитрий Анатольевич (RU)*

Заявка № **2013618288**

Дата поступления **16 сентября 2013 г.**

Дата государственной регистрации  
в Реестре программ для ЭВМ **05 ноября 2013 г.**

Руководитель Федеральной службы  
по интеллектуальной собственности

Б.П. Симонов

