

Оценка структурной сложности ситуации создания информационно-компьютерного продукта диалогами в медицинском учреждении

Гольдштейн С.Л.¹, Грицюк Е.М.², Донцов О.Г.²

¹УрФУ, Екатеринбург

²ГАУЗ СО МКМЦ «Бонум», Екатеринбург

Резюме. Проведена оценка структурной сложности ситуации «Создание медицинского информационно-компьютерного продукта (МИКП)», исходя из диалогового режима ее разрешения. Показано, что технология создания МИКП сложна и требует дополнительных компетенций на уровне системного инжиниринга. А объекты создания либо очень сложны (например, для медицинских интегрированных информационных систем), либо просто сложны (для информационно-аналитических материалов медицинского учреждения) и просты лишь для отдельных программных модулей.

Ключевые слова: создание медицинского информационно-компьютерного продукта, ситуация, диалог, структурная сложность, медицинское учреждение.

Assessment of the structural complexity of the situation of creating a computer information product through dialogues in a medical institution

Goldshtein S.L.¹, Grutsuk E.M.², Dontsov O.G.²

¹UrFU, Ekaterinburg, Russia

²GAUZ SO MKMC «Bonum», Ekaterinburg, Russia

Summary. The structural complexity of the situation "Creation of a Medical Information Computer Product" was assessed based on a dialogue mode for its resolution. It is shown that the technology of creating MICS is complex and requires additional competencies at the level of system engineering. And the objects of creation are either very complex (for example, for medical integrated information systems), or simply complex (for information and analytical materials of a medical institution) and simple only for individual software modules.

Key words: creation of an medical information-computer product, situation, dialogue, structural complexity, medical institution.

Введение

Разрешение проблемных ситуаций, связанных с созданием МИКП в медицинском учреждении (МУ), требует привлечения нескольких аспектов: диалогового, коммуникативного, продуктового и других с их системной интеграцией [1]. При этом одна из первых задач – оценка сложности проблемной ситуации создания МИКП, связанных с ней диалогов и объектов деятельности по известным видам: структурная, алгоритмическая, кибернетическая и т. д. [2].

В статье поставлена и решена задача оценки структурной сложности ситуации создания МИКП, реализуемая диалогами между заинтересованной субъектами МУ.

Представление технологии создания МИКП в МУ как IDEF0-модели

Будем исходить из того, что эта ситуация может быть представлена, прежде всего, как технология в нотации IDEF0 (рис. 1).

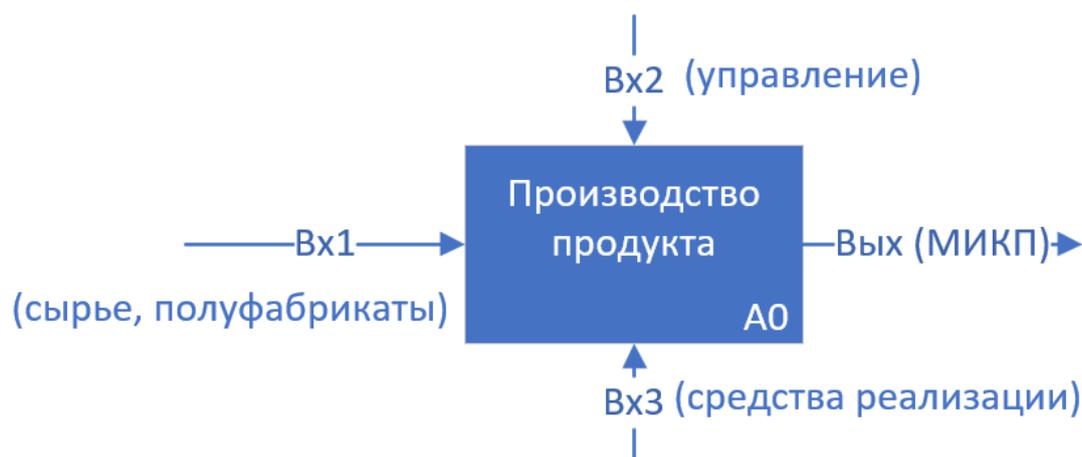


Рисунок 1 – Классика общего вида технологии.

Детализация технологии создания (ТС) МИКП представлена затем в формализме кортежных моделей:

$$ТС = \langle Вх1, Вх2, Вх3, ПП, МИКП; R1 \rangle, \quad (1)$$

где $Вх1, Вх2, Вх3$ – входы, ПП – производство продукта, то есть передел входов в выход, $МИКП \in Вых, R1$ – матрица связи;

$$Вх1 = \langle И, М, Э, Ф; R11 \rangle, \quad (2)$$

где ресурсы: И – информация, М – материя, Э – энергия, Ф – финансы, $R11$ – матрица связи;

$$Вх2 = \langle ПК, ТХ, УП, НТ; R12 \rangle, \quad (3)$$

где документация: ПК – проектно-конструкторская, ТХ – технологическая, УП – управленческая, НТ – нормативная; $R12$ – матрица связи;

$$Вх3 = \langle ИС, ИН; R13 \rangle, \quad (4)$$

где ИС – исполнители, ИН – их инструменты, $R13$ – матрица связи;

$$ПП = \langle МД, ПТ, АЛ, КД, ТС, ДВ, ОТ; R14 \rangle, \quad (5)$$

где научно-технические и производственные процессы передела: МД – моделирование, ПТ – проектирование, АЛ – алгоритмизация, КД – кодирование, ТС – тестирование, ДВ – доводка, ОТ – отчетность, $R14$ – матрица связи;

$$МИКП = \langle ЛС, ОП, ИП; R15 \rangle, \quad (6)$$

где ЛС – листинг, ОП – описание листинга, ИП – инструкция пользователя, $R15$ – матрица связи;

На нижеследующем уровне представлены детализации кортежей (3)-(6)

$$ПК = \langle СТ, ЭТ, ПД; R121 \rangle, \quad (7)$$

где СТ и ЭТ – документация по стадиям и этапам проектирования МИКП соответственно, ПД – парадигма проектирования, $R121$ – матрица связи (при этом ИКП как объект диалога представлен наименованием, его структурой и функциональностью);

$$ТХ = \langle ИПР, ИТС, \dots; R122 \rangle, \quad (8)$$

где пакет инструкций: ИПР – по программным приложениям, ИТС – по тестированию, ..., $R122$ – матрица связи;

$$УП = \langle ПЖ, РС, ПР, СТ, УТ; R123 \rangle, \quad (9)$$

где ПЖ – пожелания, РС – распоряжения, ПР – приказы, СТ – согласования, УТ – утверждения, $R123$ – матрица связи;

$$НТ = \langle ЮД, СР; R124 \rangle, \quad (10)$$

где ЮД – юридическая документация, СР – IT-стандарты;

$$ИС = \langle ИС1, ИС2, ИС3; R131 \rangle, \quad (11)$$

где ИС1 – медицинский персонал, ИС2 – менеджеры МУ, ИС3 – IT-специалисты, $R131$ – матрица связи;

$$ИН = \langle ИН1, ИН2, \dots, ИНj; R132 \rangle, \quad (12)$$

где $ИНj$ – j-ый инструмент по ролям сотрудников, $R132$ – матрица связи;

$$\text{МД} = \langle \text{КМ, ССМ}; R141 \rangle, \quad (13)$$

где КМ – пакет концептуальных моделей, ССМ – пакет системно-структурных моделей;

$$\text{ПТ} = \langle \text{ЛПТ, СПТ, ДПТ}; R142 \rangle, \quad (14)$$

где ЛПТ – логика проектирования, СПТ – статика проектирования, ДПТ – динамика проектирования;

$$\text{АЛ} = \langle \text{АЛ1, } \{\text{АЛ}\}_2, \{\text{АЛ}\}_3; R143 \rangle, \quad (15)$$

где создание: АЛ1 – старшего алгоритма, $\{\text{АЛ}\}_2$ – подмножества средних алгоритмов, $\{\text{АЛ}\}_3$ – подмножества младших алгоритмов, R143 – матрица связи;

$$\text{КД} = \langle \text{СЛ, СК}; R144 \rangle, \quad (16)$$

где создание: СЛ – листинга, СК – комментариев к листингу, R144 – матрица связи;

$$\text{ТС} = \langle \text{СТ, ПРТ}; R145 \rangle, \quad (17)$$

где СТ – создание тестов, ПРТ – проверка МИКП по тестам, R145 – матрица связи;

$$\text{ДВ} = \langle \{\text{ИСП}\}_k; R146 \rangle, \quad (18)$$

где $\{\text{ИСП}\}_k$ – множество исправлений, R146 – матрица связи;

$$\text{ОТ} = \langle \{\text{ОТ}\}_m; R147 \rangle, \quad (19)$$

где $\{\text{ОТ}\}_m$ – создание множества ответов на запросы модели (9), R147 – матрица связи.

При необходимости уместна дальнейшая декомпозиция этих кортежей.

Структурное представление ситуации создания МИКП

Структура ситуации как кортеж систем (ССС) представлена в виде:

$$\text{ССС} = \langle \text{ИД, ОБ, СБ, УР, ЦЛ, РС, ИН}; R2 \rangle, \quad (20)$$

где системы: ИД – исходных данных, ОБ – объектов, СБ – субъектов, УР – уровней, ЦЛ – целеполагания, РС – ресурсов, ИН – инструментов для разрешения, R2 – матрица связи.

Системы определим как кортежи блоков:

$$\text{ИД} = \langle \text{КР, ПР, ТН, ПГ}; R21 \rangle, \quad (21)$$

где блоки: КР – координат ситуации в пространстве-времени: реальном/виртуальном, ПР – параметров в момент фиксации ситуации, ТН – тенденций развития, ПГ – прогноза развития без вмешательства, R21 – матрица связи;

$$\text{ОБ} = \langle \text{ПО, СВ, ОО}; R22 \rangle, \quad (22)$$

где блоки представления: ПО – объектов ситуации по классам: физической или виртуальной реальности / живой или неживой природы / простых или сложных, СВ – связей между объектами, ОО – оценок ПО и СВ, R22 – матрица связи;

$$\text{СБ} = \langle \text{АК, КП}; R23 \rangle, \quad (23)$$

где блоки: АК – поведения: активность/пассивность, КП – компетентности: значения, умения, навыки, R23 – матрица связи;

$$\text{УР} = \langle \text{ПЛ, СТ, ТК, ТХ}; R24 \rangle, \quad (24)$$

где блоки уровней ситуации: ПЛ – политики, СТ – стратегии, ТК – тактики, ТХ – технологий, R24 – матрица связи;

$$\text{ЦЛ} = \langle \text{ЛЗ, ГЦ, ЛЦ, ЗД, АН, ПТТ, КР}; R25 \rangle, \quad (25)$$

где блоки: ЛЗ – лозунгов, ГЦ – глобальной цели, ЛЦ – локальных целей, ЗД – задач, функций, параметров, значений параметров, АН – аналогов, ПТТ – прототипов, КР – критериев качества разрешения ситуации, R25 – матрица связи;

$$\text{РС} = \langle \text{ФН, МТ, ЭН, ЛД, ИФ, ВР}; R26 \rangle, \quad (26)$$

где блоки по видам ресурсов: ФН – финансовые, МТ – материальные, ЭН – энергетические, ЛД – людские, ИФ – информационные, ВР – временные, R26 – матрица связи;

$$\text{ИН} = \langle \text{АС, ГИ}; R27 \rangle, \quad (27)$$

где блоки: АС – аспектов разрешения ситуации: диалогового, коммуникативного, продуктового, ГИ – групп инструментов: старта, онтологий, оценок, решений, моделирования, проектирования, реализации, инвестирования, управления, R27 – матрица связи.

Структурное представление диалога по созданию МИКП

Структура систем диалога как кортеж систем представлена в виде:

$$\text{ССД} = \langle \text{ГТ, ЯЗ, СД, ЛД, ДД}; R3 \rangle, \quad (28)$$

где ГТ – главная тема, ЯЗ – язык, СД – статика, ЛД – логика, ДД – динамика диалога, R3 – матрица связи.

Положим, что

$$ГТ \equiv ССС, \quad (29)$$

$$ЯЗ \equiv \langle ЕС, ИС; R31 \rangle, \quad (30)$$

где ЕС, ИС – естественный и искусственный языки, R31 – матрица связи.

$$СД = \langle СПУД, СНО, ЗЮ, ФНЗ; R32 \rangle, \quad (31)$$

где СПУД – средства позиционирования участников диалога, СНО – средства запросов/ответов, ЗЮ – зоны нападения/обороны, ФНЗ – фонд мнений/заклучений как продукт диалога, R32 – матрица связи;

$$ЛД = \langle П, Р, М, З, НЛС; R33 \rangle, \quad (32)$$

где П – посылки, Р – рассуждения, М – мнения, З – заключения, НЛС – набор логических следований, R33 – матрица связи;

$$ДД = \langle СПД, ПРХ, ВХ, ВЫХ, ВР; R34 \rangle, \quad (33)$$

где СПД – состояния/позиции диалога, ПРХ – переходы, ВХ – входная функция диалога, ВЫХ – выходная функция/производительность диалога, ВР – время, R34 – матрица связи.

Фрагменты тезауруса понятий (пример по МИКП)

Тогда с учетом моделей (1)-(33) ситуацию создания МИКП посредством аналогов можно представить иерархией понятий (рис 2 и 3).

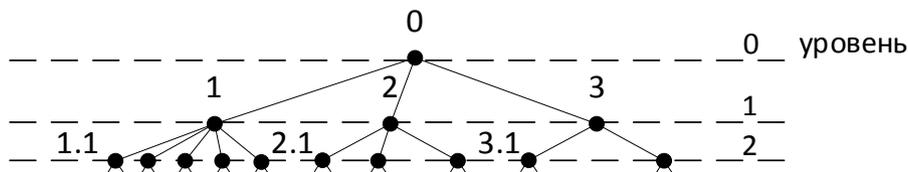


Рисунок 2 – Фрагмент 1 иерархии понятий к термину «Создание информационно компьютерного продукта (0) (Вершины: 1 – технология создания, 2 – объекты создания МИКП, 3 – задача, 1.1 – вход 1, 1.2 – вход 2, 1.3 – вход 3, 1.4 – производство продукта, 1.5 – МИКП, 2.1 – объект диалога, 2.2 – структура объекта, 2.3 – функции объекта, 3.1 – цели, 3.2 – условия)

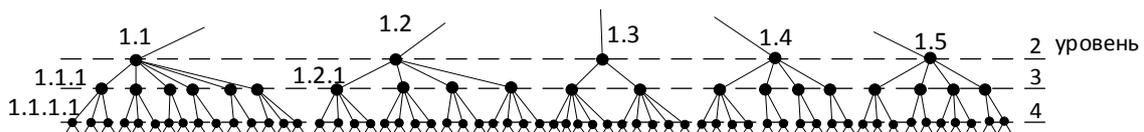


Рисунок 3 – Фрагмент 2 иерархии понятий к составляющим термина «Технология создания МИКП» (1) (Вершины: 1.1.1 – информация, 1.1.2 – материя, 1.1.3 – энергия, 1.1.4 – кадры на переподготовку, 1.1.5 – время, 1.1.6 – финансы, 1.1.1.1 – инфосырье (списки, таблицы), 1.1.1.2 – аналоги, 1.1.1.3 – прототипы, 1.1.2.1 – бумага, 1.1.2.2 – порошок, 1.1.2.3 – картриджи, 1.1.3.1 – теплоэнергия, 1.1.3.2 – электроэнергия, 1.1.4.1 – студенты, 1.1.4.2 – вновь принятые сотрудники, 1.1.5.1 – в день, 1.1.5.2 – в месяц, 1.1.6.1 – зарплата, 1.1.6.2 – амортизация, 1.1.6.3 – стимулирование, документация: 1.2.1 – нормативная, 1.2.2 – проектно-конструкторская, 1.2.3 – технологическая, 1.2.4 – управленческая, 1.2.1.1 – юридическая, 1.2.1.2 – финансовая, 1.2.1.3 – технические стандарты, 1.2.1.4 – административная, 1.2.2.1 – техническое задание, 1.2.2.2 – эскизный проект, 1.2.2.3 – технический проект, 1.2.2.4 – рабочий проект, инструкции: 1.2.3.1 – на программное обеспечение, 1.2.3.2 – на среды, 1.2.3.3 – на языки программирования, 1.2.4.1 – пожелания, 1.2.4.2 – распоряжения, 1.2.4.3 – согласования, 1.2.4.4 – приказы, 1.3.1 – исполнители, 1.3.2 – их инструменты, 1.3.1.1 – IT-специалисты, 1.3.1.2 – топ-менеджеры, 1.3.1.3 – старший

руководитель, 1.3.1.4 – непосредственный руководитель, 1.3.1.5 – врач; средства: 1.3.2.1 – административного обещания, 1.3.2.2 – планирования, 1.3.2.3 – финансирования и логистики, 1.3.2.4 – управления кадрами, 1.3.2.5 – профильных технологий, 1.4.1 – планирование, 1.4.2 – исполнение планов, 1.4.3 – организация, 1.4.4 – отчетность, 1.4.1.1 – потребности в МИКП, 1.4.1.2 – разработки МИКП, 1.4.1.3 – внедрения МИКП, 1.4.1.4 – затрат на МИКП, 1.4.2.1 – по участникам диалогов, 1.4.2.2 – по ролям участников, 1.4.3.1 – организация индивидуальной работы, 1.4.3.2 – организация диалогов, 1.4.4.1 – индивидуальная, 1.4.4.2 – коллективная, 1.5.1 – версия МИКП, 1.5.2 – описание МИКП, 1.5.3 – документы приемки и внедрения, 1.5.4 – документы защиты новизны, 1.5.1.1 – исследовательская, 1.5.1.2 – опытная, 1.5.1.3 – рабочая, 1.5.2.1 – технологическое описание, 1.5.2.2 – инструкция пользователя, 1.5.3.1 – акты приемки/сдачи, 1.5.3.2 – рекламации, 1.5.3.3 – акты испытаний и внедрения, 1.5.4.1 – свидетельства на ПП, 1.5.4.2 – патенты.

Уровни на рис. : 0 – технология создания МИКП, 1 – модель технологии, создаваемые объекты и решаемые задачи, 2 – составляющие технологии, объектов и задач 2-ого уровня, 3 – составляющие 3-ого уровня, 4 – составляющие 4-ого уровня и т.д.)

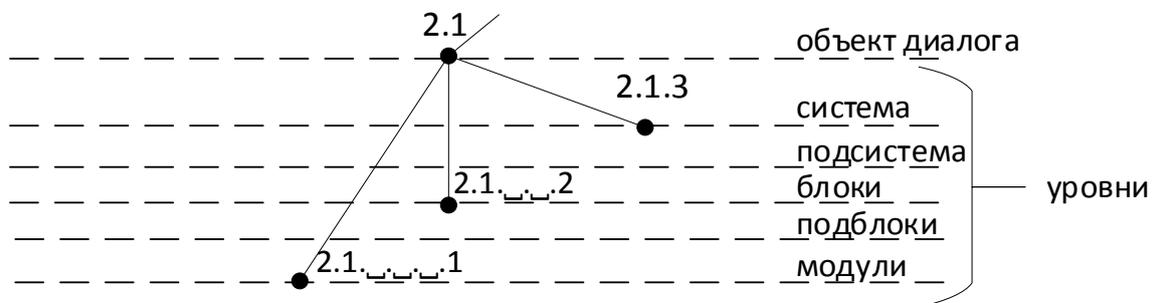


Рисунок 4 – Фрагмент иерархии понятий к термину «Объект диалога по созданию МИКП»

(2.1 – объект диалога, задачи: 2.1.1 – на модуль, 2.1.2 – на информационно-аналитические материалы (ИАМ), 2.1.3 – интегрированную информационную систему МУ)

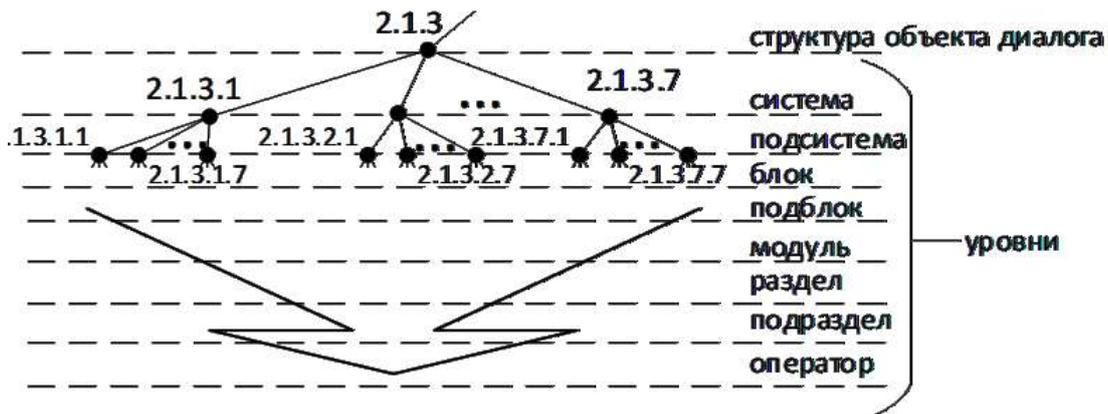


Рисунок 5 – Фрагмент иерархии понятий к термину «Структура старшего объекта диалога» (2.1.3), ↘ - по аналогии вниз

Оценки структурной сложности создания МИКП в диалогах

Оценки по ситуации и диалогам приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Оценки структурной сложности ситуации по модели (20)

| Структурные элементы ситуации | | Количество элементов (n): *) | | | Оценка структурной сложности ситуации | | |
|-------------------------------|--------|------------------------------|----------|--------|---------------------------------------|------------------|---------------|
| | | | | | по элементам концептуально | по связям **) | |
| № | кортеж | блоки | подблоки | модули | | количественно | концептуально |
| 1 | ИД | 4 | 28 | 196 | низкая | $3,8 \cdot 10^4$ | высокая |
| 2 | ОБ | 3 | 21 | 147 | | $2,2 \cdot 10^4$ | |
| 3 | СБ | 2 | 14 | 98 | | $9,6 \cdot 10^3$ | |
| 4 | УР | 4 | 28 | 196 | | $3,8 \cdot 10^4$ | |
| 5 | ЦЛ | 6 | 42 | 294 | | $8,6 \cdot 10^4$ | |
| 6 | РС | 6 | 42 | 294 | | $8,6 \cdot 10^4$ | |
| 7 | ИН | 2 | 14 | 98 | | $9,6 \cdot 10^3$ | |
| Σ | ССС | 27 | 189 | 1323 | высокая | $2,9 \cdot 10^5$ | очень высокая |

*) увеличение 7:1 по правилу Ингве-Миллера

**) $n(n-1)$

Таблица 2 – Оценки структурной сложности диалога при создании МИКП по модели (28)

| Структурные элементы диалога | | Количество элементов (n): *) | | | Оценка структурной сложности диалога | | |
|------------------------------|--------|------------------------------|----------|--------|--------------------------------------|------------------|---------------|
| | | | | | по элементам концептуально | по связям | |
| № | кортеж | блоки | подблоки | модули | | количественно | концептуально |
| 1 | ГТ | 7 | 49 | 343 | низкая | $1,2 \cdot 10^5$ | высокая |
| 2 | ЯЗ | 2 | 14 | 28 | | $7,6 \cdot 10^2$ | |
| 3 | СД | 4 | 28 | 112 | | $1,2 \cdot 10^4$ | |
| 4 | ЛД | 5 | 35 | 175 | | $3,0 \cdot 10^4$ | |
| 5 | ДД | 5 | 35 | 175 | | $3,0 \cdot 10^4$ | |
| Σ | ССД | 23 | 161 | 833 | средняя | $1,9 \cdot 10^5$ | очень высокая |

Количество уровней указано, исходя из анализа доступной информации об IDEF0-моделях реальных объектов, например [3], то есть ~5-6 уровней вложения. Исходя из этого можно оценить структурную сложность рассматриваемой технологии по элементам. На 4-ом уровне (см. рис.) имеем 60 элементов, 5-ый и 6-ой уровни добавляют еще ~5-ти-кратное увеличение каждый. Тогда общее количество элементов $60 \cdot 5 \cdot 5 \approx 1,5 \cdot 10^3$. Учитывая известные оценки для границы начала сложности $>(10^3 \div 10^4)$ [2], оценим ситуацию в МУ с освоением и применением технологии создания МИКП в идеологии IDEF0 как близкую к сложной, доступной на уровне не ниже компетенций системного инжиниринга.

Оценку (в диалоге) структурной сложности объекта создания МИКП также свяжем с онтологией понятий (рис.), аналогично [4].

Для старшего объекта диалога (вершина 2.1.3 на рис. 4) потребуется пройти все уровни (от системы до оператора), а для модуля (вершина 2.1.1 на рис. 4) – только 4 нижних (рис. 5). Количество элементов (N) для вершины 2.1.3 на уровне подсистем – 7 (правило Ингве-Миллера). Далее еще 6 уровней вниз, поэтому $N_{2.1.3}$ составит 7^7 , $N_{2.1.2}$ может дать максимум 7^5 , а $N_{2.1.1} \approx 7^3$. Оценка приведена в таблице 3.

Таблица 3 – Оценки структурной сложности объектов диалога при создании МИКП

| Составляющие МИКП как объекта диалога | Количество элементов (max) | Оценки структурной сложности МИКП | |
|---------------------------------------|------------------------------|---|---------------|
| | | количественно | концептуально |
| Модуль | $7^3 \approx 3,5 \cdot 10^2$ | $4 \cdot 10^2 / (10^3 \div 10^4) \approx 0,4 \div 0,04$ | низкая |
| ИАМ | $7^5 \approx 10^4$ | $10^4 / (10^3 \div 10^4) \approx 10 \div 1$ | высокая |
| ИИС МУ | $7^7 \approx 5 \cdot 10^5$ | $5 \cdot 10^5 / (10^3 \div 10^4) \approx 500 \div 50$ | очень высокая |

Таким образом, сложность ситуации создания МИКП в МУ по двум составляющим: технология и объекты, выходит для технологии на высокую оценку, а для МИКП – от низкой для модуля до высокой (для ИАМ) и очень высокой (для ИИС МУ). Кроме того, следует обратить внимание и на вершину 3 (рис. 2), поскольку в зависимости от соотношения целей и условий задача из ситуации может стать проблемой. Оценки структурной сложности ситуации создания МИКП – высокие по числу элементов и очень высокие по связям.

Представленный материал позволяет в дальнейшем перейти к оценкам и других видов сложности.

Результаты и выводы

1. Поставлена и решена задача оценки структурной сложности ситуации создания информационно-компьютерного продукта, разрешаемой диалогами в медицинском учреждении.
2. В качестве методологической основы представления этой технологии использованы IDEF0-формализм и кортежные модели.
3. Представлены структуры проблемной ситуации, диалогов и объекта создания медицинского информационно-компьютерного продукта.
4. Приведены фрагменты иерархии основных понятий.
5. Даны оценки структурной сложности рассмотренной ситуации, диалогов и продукта.
6. Сделан вывод о возможности перехода к оценкам по другим известным видам сложности.

Список литературы

1. Гольдштейн С.Л. Системная интеграция интеллектоемких технологий (обзор деловой активности): Сборник материалов / С. Л. Гольдштейн – Екатеринбург: Изд.«ДжиЛайм» ООО, 2019. – 188 с.
2. Гольдштейн С.Л. Введение в системологию и системотехнику / С. Л. Гольдштейн, Т. Я. Ткаченко – Екатеринбург: ИРРО, 1994. – 198 с.
3. Лощенко В.Л. Иерархическое представление основных понятий в деятельности руководителя холдинга / В. Л. Лощенко, С. С. Печеркин и др. // Сб. «Интеллектика, логистика, системотехника». – Челябинск: ЧТИ, вып.6, 2001. – С.108–118.
4. Донцов О.Г. Системная интеграция в оценке деятельности IT-специалиста как элемента многоуровневого управления / О. Г. Донцов, С. Л. Гольдштейн, Е. М. Грицюк и др. // Экономика и менеджмент систем управления. – 2019. – Т. 1 – № 34 – С.139–149.