

На правах рукописи

ШКУРОВ
Фёдор Вячеславович

**РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИНЦИПОВ ПОСТРОЕНИЯ И
АРХИТЕКТУРЫ КОМПЛЕКСА ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ
ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ**

Специальность
25.00.35 – Геоинформатика

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Москва
2009

Работа выполнена на кафедре информационно-измерительных систем Московского государственного университета геодезии и картографии (МИИГАиК).

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор
Майоров Андрей Александрович

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор
Цветков Виктор Яковлевич

кандидат технических наук
Железнов Максим Максимович

Ведущая организация: Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Сибирская государственная геодезическая академия», г.Новосибирск

Защита состоится **«11» июня 2009 г. в 10 часов** на заседании диссертационного совета Д. 212.143.03 при Московском государственном университете геодезии и картографии по адресу: 105064, Москва К-64, Гороховский переулок, д. 4, МИИГАиК, зал заседаний Ученого Совета.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Московского государственного университета геодезии и картографии (105064, Москва К-64, Гороховский переулок, д. 4).

Автореферат разослан «08» мая 2009 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета

Ю.М.Климков

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования обусловлена потребностью в программно-техническом комплексе для реализации обучения методом компьютерной деловой игры и подготовки специалистов с высшим профессиональным образованием в области геоинформационных технологий.

Проблема заключается в недостаточной адаптированности программно-технических средств обучения специалистов геоинформационным технологиям к задачам выработки универсальных компетенций при освоении ими учебных дисциплин общей образовательной программы высшего профессионального образования.

В настоящее время состояние области обучения геоинформационным технологиям характеризуется наличием **объективного противоречия** между сложившейся лекционно-семинарской методологией освоения учебных дисциплин общей образовательной программы, направленной на формирование у обучаемых знаний, умений, навыков по каждой из дисциплин в отдельности, и потребностью практики в их комплексном применении на основе сформированных универсальных компетенций. Одним из направлений повышения эффективности подготовки специалистов, нашедшей широкое применение, как в гражданской, так и в военной областях, как в России, так и за рубежом, является метод компьютерной деловой игры. Суть метода состоит в воссоздании предметного и социального содержания будущей профессиональной деятельности специалиста в области геоинформационных технологий, имитационного моделирования производственных отношений, которые характерны для его деятельности. Теория и практика применения деловых игр в обучении является предметом исследования психологии и педагогики. Вместе с тем, результаты этих исследований могут быть использованы для формирования требований и определения облика программно-технического комплекса для подготовки специалистов в области геоинформационных технологий методом компьютерной деловой игры.

Цель исследования: обосновать принципы построения и разработать архитектуру комплекса программно-технических средств для обучения специалиста в области геоинформационных технологий методом компьютерной деловой игры.

Объектом исследования является процесс обучения специалиста в области геоинформационных технологий.

Предметом исследования является процесс разработки комплекса программно-технических средств обучения специалиста в области геоинформационных технологий.

Для достижения поставленной цели потребовалось решить следующие **задачи:**

1. Провести анализ процессов подготовки специалиста геоинформационным технологиям методом компьютерной деловой игры.
2. Разработать методику формирования функциональной, системной и технической архитектуры комплекса программно-технических средств для обучения специалиста в области геоинформационных технологий.
3. Определить принципы построения комплекса программно-технических средств для обучения специалиста в области геоинформационных технологий.
4. Разработать функциональную, системную и техническую архитектуры комплекса программно-технических средств для обучения специалиста в области геоинформационных технологий
5. Разработать алгоритм формирования технических требований на комплекс программно-технических средств для обучения специалиста в области геоинформационных технологий.
6. Провести экспериментальное исследование правильности теоретических результатов диссертационной работы.

Научную базу исследования составили методы системного анализа, структурного и параметрического синтеза, труды по теории оценки

эффективности сложных организационно-технических систем, теория вероятностей, методы сетевого планирования, теория множеств.

В качестве **нормативно-методической базы** исследования приняты: федеральные законы и другие нормативные документы в областях геодезии и картографии, информационных технологий, образования; государственный образовательные стандарты высшего профессионального образования, содержащие дисциплины по геоинформатике; профиль государственных стандартов по теме исследования.

Основные научные результаты, выносимые на защиту:

1. Методика формирования архитектуры комплекса программно-технических средств обучения геоинформационным технологиям.
2. Алгоритм формирования технических требований на комплекс программно-технических средств обучения геоинформационным технологиям.
3. Архитектура комплекса программно-технических средств обучения геоинформационным технологиям.
4. Результаты экспериментальных исследований теоретических разработок.

Новизна научных результатов заключается в том, что впервые:

- формализованы действия специалистов-разработчиков по формированию функциональной, технической и системной архитектур комплекса программно-технических средств обучения геоинформационным технологиям методом компьютерной деловой игры;
- формализован в виде алгоритма процесс формирования технических требований на комплекс программно-технических средств обучения геоинформационным технологиям с применением правил отбора и группировки требований, основанных на использовании его архитектурных моделей;
- реализован комплексный подход к формированию архитектуры комплекса программно-технических средств обучения геоинформационным технологиям.

Достоверность научных результатов, выводов и рекомендаций подтверждается внедрением разработанной архитектуры КПТСО в ООО «ПРАЙМ ГРУП» при разработке макетного образца КПТСО для реализации обучения геоинформационным технологиям, а также в практике работы кафедры Информационно-измерительных систем МИИГАиК при обучении студентов по дисциплинам в области геоинформатики.

Практическое значение работы определяется:

- универсальным характером типовых алгоритмов методики формирования архитектуры и алгоритма формирования технических требований на комплекс программно-технических средств обучения геоинформационным технологиям;
- разработкой системной, технической и функциональной архитектур комплекса программно-технических средств обучения геоинформационным технологиям методом компьютерной деловой игры на основе методики формирования архитектуры комплекса программно-технических средств обучения геоинформационным технологиям методом компьютерной деловой игры;
- соответствием основным направлениям Федеральной целевой программы развития образования на 2006 - 2010 годы Федерального агентства по образованию (мероприятие 6 «Внедрение новых образовательных технологий и принципов организации учебного процесса, обеспечивающих эффективную реализацию новых моделей и содержания образования, в том числе с использованием информационных и коммуникационных технологий»).

Теоретическое значение работы определяется вкладом в теорию разработки архитектур информационной инфраструктуры сложных организационно-технических систем и состоит в формализации этапов формирования функциональной, системной и технической архитектур комплекса программно-технических средств обучения геоинформационным технологиям с применением формальных правил.

Апробация работы. Основные положения исследования докладывались и обсуждались на: 63-ей, 64-й и 65-й научно-технических конференциях студентов, аспирантов и молодых ученых МИИГАиК, а также на конференции «Новые образовательные технологии в вузе» 2008г. в г.Екатеринбург.

Первый, второй и третий научные результаты использованы в ООО «ПРАЙМ ГРУП» при разработке макетного образца КПТСО для реализации обучения геоинформационным технологиям. Зафиксированы организационные и временные характеристики использования методики разработки архитектуры КПТСО. Апробация работы подтверждена документально актами реализации полученных научных результатов.

Публикации по работе. Основные научные результаты опубликованы в 4 журнальных статьях, в том числе 2 в журнале, входящем в Перечень ведущих рецензируемых научных изданий и журналов ВАК РФ, 2 сборниках тезисов докладов, 2 отчетах о НИОКР.

Объем и структура работы. Основное содержание диссертационной работы изложено в 4 главах общим объёмом 134 страницы машинописного текста и содержит 24 рисунка, 17 таблиц и 7 приложений.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обосновывается выбор темы диссертации, ее актуальность, цели, задачи, объект и предмет исследования, научная новизна, научно-практическая значимость, апробация и результаты исследования, выносимые на защиту.

В первой главе проанализировано современное состояние основных подходов к подготовке специалистов с высшим профессиональным образованием в области геоинформационных технологий по направлениям подготовки «Прикладная информатика (в геодезии)», «Информационные системы в технике и технологии»). Выделены основные процессы подготовки и особенности их реализации. Произведён анализ процесса обучения методом компьютерной деловой игры (КДИ). Выделены его преимущества и

особенности при реализации обучения специалистов в области геоинформационных технологий. Сформулировано определение «компьютерной деловой игры» и сопутствующий понятийный аппарат.

Синтезирована *обобщённая модель подготовки специалиста в области геоинформационных технологий методом КДИ* (рис.1), показывающая во взаимосвязи основные составляющие элементы игры: участников игры (руководство, обучаемые, технические специалисты), сценарий игры (содержащий фабулу игры, её сюжет, этапы игры и ролевые функции участников), её информационное обеспечение (исходные данные, методические материалы, словари и классификаторы), программно-технический комплекс обучения методом компьютерной деловой игры (КПТСО), содержащий следующие виды обеспечения: программное обеспечение, информационно-лингвистическое обеспечение, техническое обеспечение, нормативно-правовое обеспечение, методическое обеспечение.

На основе *обобщённой модели подготовки специалиста в области геоинформационных технологий методом КДИ* произведён системный анализ процессов организации и проведения деловых игр по геоинформационным технологиям. Определены основные функции, реализуемые участниками при организации и проведении деловых игр, отражённые в *обобщённом алгоритме подготовки специалистов по геоинформационным технологиям методом компьютерной деловой игры*, который включает основные 5 основных стадий подготовки на базе КПТСО, содержащих шаги по выделению проблемной области обучения в геоинформатике, разработке сценария игры, проведению подготовительных мероприятий, розыгрышу, анализу хода игры, выставлению оценок, подведению итогов, формированию рекомендаций обучаемым по дальнейшей подготовке.

Реализация данных функций является сложной технологической задачей, требующей детального описания архитектуры объекта проектирования (КПТСО), что в свою очередь определяет *задачу* по разработке архитектуры КПТСО и формированию на её основе технических требований на

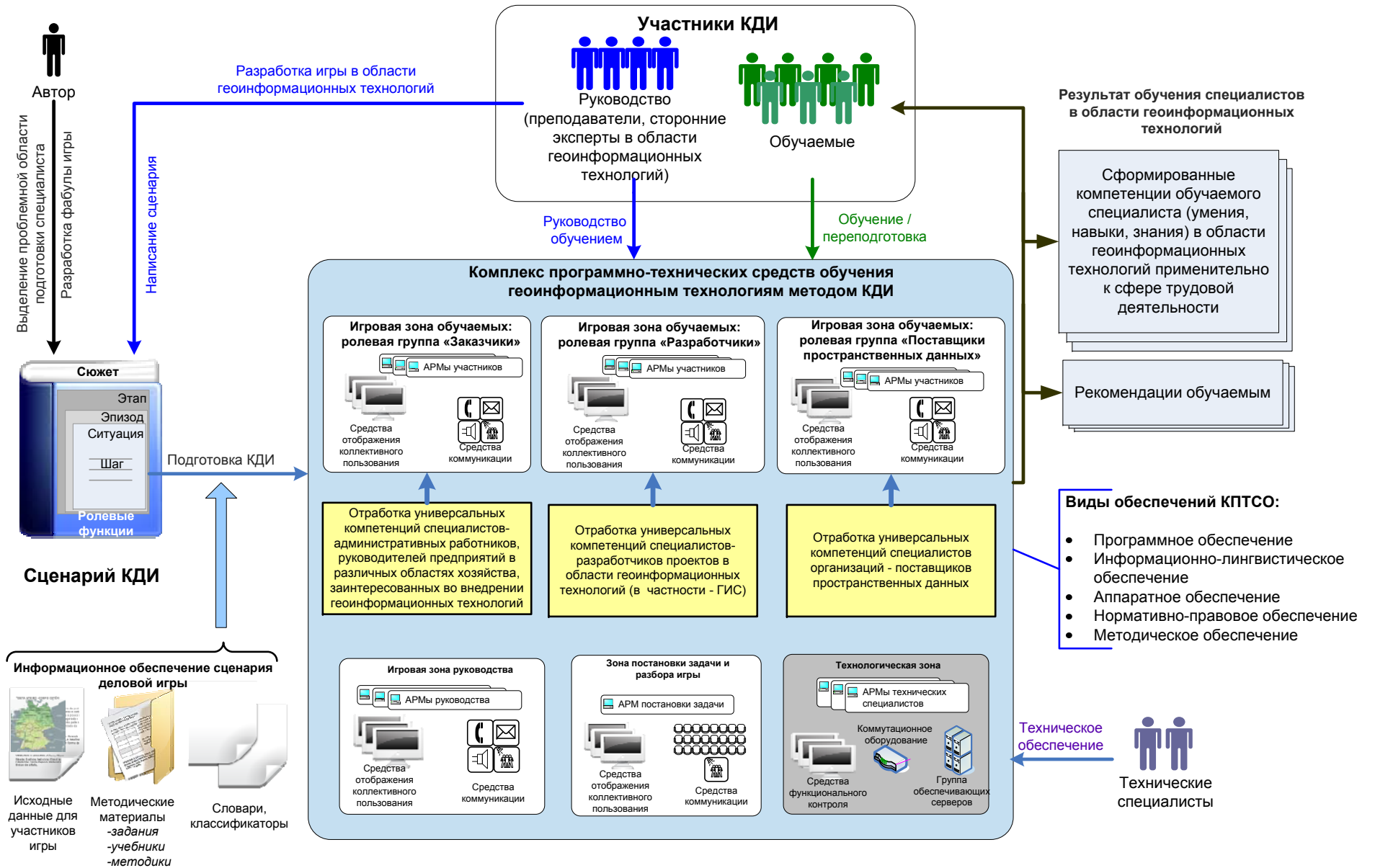


Рис.1 Обобщённая модель подготовки специалиста в области геоинформационных технологий методом КДИ

разработку КПТСО с целью обеспечения оптимального уровня удовлетворения потребностей участников игры с учётом специфики обучения геоинформационным технологиям.

Проведённый анализ методик разработки архитектур сложных организационно-технических систем (метод ADM (TOGAF), Матрица Захмана) показал их неадаптированность для решения задачи разработки архитектуры КПТСО. Методики содержат общие подходы к разработке архитектуры, а также частные архитектурные модели, но не описывают конкретные шаги и применяемые по шагам правила и рекомендации, в результате которых может быть получен подробный и разносторонний информационный облик объекта проектирования. Исходя из этого, возникает необходимость в разработке методики формирования архитектуры КПТСО и её применении при формировании архитектуры КПТСО с последующей апробацией.

Во **второй главе** произведён анализ подходов к проектированию архитектур сложных организационно-технических систем, который позволил сформулировать подход к формированию архитектуры КПТСО, подразумевающий рассмотрение объекта проектирования с трёх сторон: **функциональной, системной и технической** с учётом требований руководящих документов (ГОСТ, ФГОС, ФЗ). При этом *функциональная архитектура* специфицирует информационные процессы, реализуемые в КДИ, функциональные системы КПТСО, идентифицирует информационные потребности участников КДИ в области геоинформационных технологий. *Системная архитектура* идентифицирует технологические стандарты, правила и системные отношения между функциональными системами КПТСО. *Техническая архитектура* идентифицирует типы и спецификации аппаратных и программных средств КПТСО. Все три архитектуры рассматриваются во взаимосвязи с учётом накладываемых ограничений со стороны каждой архитектуры на пару других.

Последовательно рассмотрены шаги формирования функциональной, системной и технической архитектур, подразумевающие выполнение действий

с применением формальных правил с целью получения результатов (моделей, перечней, схем). Шаги объединяются в *методику формирования архитектуры КИТСО для реализации обучения геоинформационным технологиям*.

Методика формирования архитектуры КИТСО:

Шаг 1. Анализ процесса обучения специалистов в области геоинформационных технологий методом КДИ.

1.1. *Определение состава электронных информационных ресурсов КДИ по геоинформатике и их свойств.*

$\mathcal{R} = \{R_i \mid i \in I_R\}$ - множество ЭИР, где I_R – индексное множество множества R .

1.2. *Определение перечня потребностей участников КДИ.*

$\mathcal{P} = \{P_i \mid i \in I_P\} = \{P_{U_1}, P_{U_2}, P_{U_3}, P_{U_4}\}$ – множество потребностей участников КДИ, где $1 \leq I_P \leq 4$ – индексное множество множества P ,
 $U = \{U_i \mid i \in I_U\}$ – множество категорий участников КДИ, где $1 \leq I_U \leq 4$ – индексное множество множества U . Перечень используется как основа для построения модели информационных потребностей участников КДИ.

Шаг 2. Формирование информационно-функционального пространства КДИ.

2.1. *Составление модели информационных потребностей участников КДИ:*

$Q = S \times U \times P \times R$, где $S = \{S_i \mid i \in I_S\}$ - множество стадий КДИ, где $I_S = \{1, 2, 3, 4, 5\}$ – индексное множество множества S .

2.2. *Составление модели информационно-функционального пространства (ИФП) КИТСО: $Z = Q \times D$, где $D = \{D_i \mid i \in I_D\}$ – множество типовых операций над ЭИР, где I_D – индексное множество множества D . Модель ИФП КИТСО может быть представлена в виде таблицы (Таблица 1).*

Модель ИФП КИТСО используется для определения функций (через типовые операции над ЭИР), реализуемых участниками игры для удовлетворения своих потребностей по стадиям КДИ (составление планов, обработка снимков, и т.п.) и последующего выделения функциональных систем.

Таблица 1.

Стадии КДИ	S_1	...					
					
	S_{I_S}	Потребности участников КДИ	$P_{I_S 1}$...			
					
			$P_{I_S I_P}$	ЭИР КДИ	$R_{I_S I_P 1}$...	
					
$R_{I_S I_P I_R}$	Операции над ЭИР	$D_{I_S I_P I_R 1}$...				
					
		$D_{I_S I_P I_R I_D}$...				

Шаг 3. Выделение функциональных систем, подсистем и блоков КПТСО (функциональная архитектура КПТСО).

3.1. Выделение повторяющихся типовых операций обработки ЭИР по частоте появления в ИФП:

$$\omega_{R_{I_R} D_{I_D}} = \frac{|D_{I_R I_D}|}{|D|} - \text{частота появления типовой операции } D_{I_D} \text{ обработки электронного информационного ресурса } R_{I_R}.$$

3.2. Определение состава информационных технологий (ИТ), удовлетворяющих особенностям обработки (выполняемых типовых операций) ЭИР в геоинформатике. Типовая информационная технология (Т) характеризуется набором свойств: $\mathcal{T} = \{T_i \mid i \in I_T\} = \{T_1, T_2, T_3, T_4\}$, где $1 \leq I_T \leq 4$ – индексное множество множества Т; $T_1 = T^{\text{TAO}}$ - множество требований со стороны ИТ к аппаратному обеспечению; $T_2 = T^{\text{ПО}}$ - множество программных средств, реализующих данную ИТ; $T_3 = T^{\Phi}$ - множество функций и типовых операций над ЭИР, которые обеспечивает данная ИТ; $T_4 = T^{\text{C}}$ - перечень стандартов и форматов данных, которые использует данная ИТ. Для определения ИТ, удовлетворяющих особенностям обработки ЭИР сопоставляются множество функций и типовых операций над ЭИР, которые обеспечивает данная ИТ (T^{Φ}) и типовые операции обработки электронных

информационных ресурсов с учётом частоты их появления $\omega_{R_{IR} D_{ID}}$. ИТ, удовлетворяющие потребностям обработки ЭИР (T^y), могут быть взяты в основу выделения функциональных систем КПТСО.

3.3. *Выделение функциональных систем (ФС), подсистем (ФП) и блоков (ФБ) КПТСО* производится группой экспертов на основе полученных ранее результатов. При этом учитываются: задействованные ЭИР (\mathcal{R}); форма представления ЭИР; частота $\omega_{R_{IR} D_{ID}}$; свойства ИТ, удовлетворяющих потребностям обработки ЭИР; множество операций над ЭИР $D_{ISIPIRID}$ и покрытие этих операций типовыми ИТ; не покрытые типовыми ИТ операции над ЭИР (выделяются в отдельные ФС, ФП, ФБ, или включаются в состав ФС ИТ); особенности взаимодействия ФС.

3.4. *Построение модели функциональной архитектуры КПТСО* с учётом полученных экспертами результатов (рис.2).

Шаг 4. Построение организационно-технической модели КПТСО.

4.1 . *Построение организационно-технической модели КПТСО.* Исходя из полученных на шаге 1 результатов анализа происходит определение *технических потребностей участников КДИ* и составляется *организационно-техническая модель КПТСО*, которая используется для создания его обобщённого технического облика и берётся за основу при составлении профиля стандартов КПТСО. Модель включает общие категории и виды технических средств(ТС), используемых участниками КДИ без указания их свойств, а также их расположение с учётом специфики обучения геоинформационным технологиям методом КДИ.

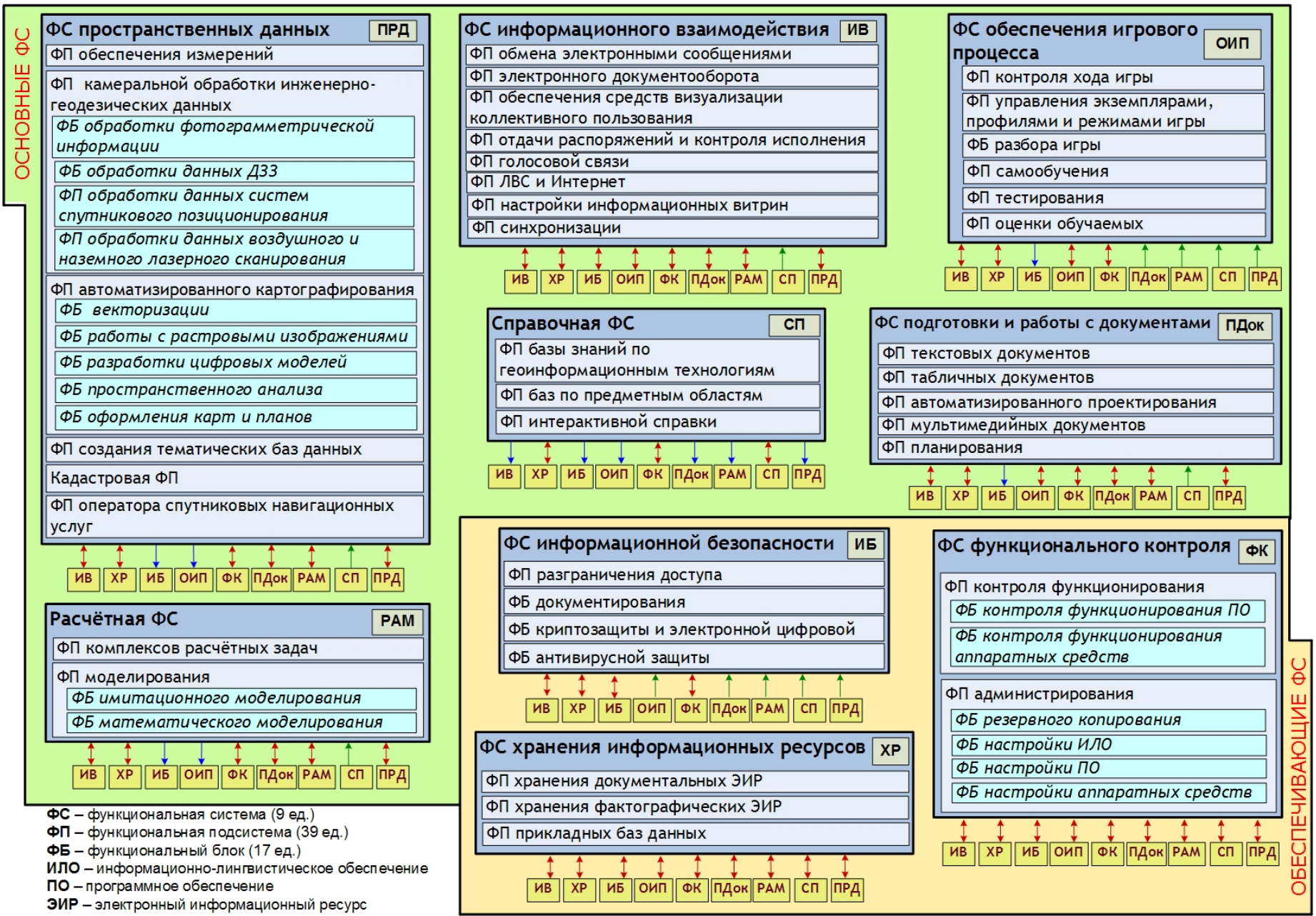


Рис.2 Функциональная архитектура КИТСО для реализации обучения геоинформационным технологиям

Шаг 5. Построение матрицы системных отношений КПТСО и формирование профиля стандартов (системная архитектура).

5.1. *Анализ современных стандартов и форматов данных.* Полученные в результате анализа стандарты (с учётом требований руководящих документов) распределяются по группам в соответствии с выбранной классификацией (стандарты подобия, метрологические стандарты, стандарты совместимости, стандарты этикета) и используются как основа для составления матрицы системных отношений КПТСО.

5.2. *Формирование матрицы системных отношений КПТСО:* $M = F \times F$, где $F: F_s \in F, F_p \in F_s, F_b \in F_p$, причём F_s – подмножество функциональных систем КПТСО, F_p – подмножество функциональных подсистем КПТСО, F_b – подмножество функциональных блоков КПТСО. Элементы матрицы содержат следующие сведения об отношениях между системами КПТСО: уровень взаимодействия, вид взаимодействия, стандарт взаимодействия (по классификации п.5.1), формат данных для взаимодействия, а также дополнительные параметры. При этом количество межсистемных связей (N) оценивается как: $N = (|F|)^2 - |F|$.

5.3. *Формирование профиля стандартов КПТСО.* Полученные описания системных отношений в части стандартов взаимодействия функциональных систем КПТСО объединяются в *профиль стандартов КПТСО* (рис.3).

Шаг 6. Составление расширенной модели технического обеспечения КПТСО его типизация и унификация (техническая архитектура).

6.1 С учётом полученных технических потребностей участников КДИ (п.4.1), информационных технологий (T^y) (п.3.2), модели функциональной архитектуры (п.3.4), а также профиля стандартов КПТСО (п.5.3), экспертами составляется *расширенная модель технического обеспечения КПТСО*, содержащая требования к обеспечению функциональной архитектуры (ФС, ФП, ФБ по отдельности): технические требования к аппаратному обеспечению, программные средства, требования к стандартам.

Матрица системных отношений функциональных систем КПТСО

	ФС 1	ФП 1.1	ФП 1.2	ФБ 1.2.1	ФБ 1.2.1	ФП 3	...	ФП N
ФС 1								
ФП 1.1								
ФП 1.2								
ФБ 1.2.1								
ФБ 1.2.1								
ФП 3								
...								
ФП N								

1. Уровень взаимодействия
2. Вид взаимодействия
3. Стандарт взаимодействия
4. Формат данных для взаимодействия
5. Дополнительные параметры

Формирование профиля стандартов исходя их особенностей межсистемных связей КПТСО

Профиль стандартов КПТСО

Метрологические стандарты Модель OSI (Open System Interconnect)	
Физический уровень	EIA-RS-232-C, CCITT V.24/V.28 EIA-RS-422/449, CCITT V.10, IEEE 802.3, IEEE 802.5
Канальный уровень	HDLC, IEEE 802.2 LLC (тип I и тип II), Ethernet, Token ring, FDDI, X.25, Frame relay
Сетевой уровень	IP, IPX, X.25, CLNP
Транспортный уровень	TCP, NCP, SPX, TP4
Сеансовый уровень	FTP, TFTP, X.400, Telnet, SMTP, CMIP, SNMP, NFS, FTAM
Уровень представления	MIF/MID, AMP, DX-90, SXF BMP, TIFF, JPEG, IKONOS, QuickBird, SHP, SXF, MIF/MID, DXF, RINEX
Прикладной уровень	GSI, RAW, M5, SDR, CDX

Стандарты подобия	
Стандарты обеспечения безопасности информации и защиты от НСД	ГОСТ Р ИСО/МЭК 13335 ГОСТ Р ИСО/МЭК 15408-1-2002
Стандарты функционирования объектов КПТСО	ГОСТ Р 51353-99 Геоинформационное картографирование. Метаданные электронных карт. ГОСТ Р 52055-2003 Геоинформационное картографирование. Пространственные модели местности. ГОСТ Р 52155-2003 ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ. ФЕДЕРАЛЬНЫЕ, РЕГИОНАЛЬНЫЕ, МУНИЦИПАЛЬНЫЕ. ОБЩИЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ.
Экологические и санитарные стандарты	СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03
Строительные и производственные стандарты	ГОСТ 22261-94 ГОСТ 12.2.007.0-75
Стандарты пожарной безопасности	ГОСТ 26342-84 ГОСТ 27990-88

Стандарты совместимости	
Стандарты информационного обмена между системами КПТСО	Стандарт «Процедуры обмена сообщениями КПТСО» Стандарт «Унифицированные форматы данных КПТСО» Стандарт «Виды и последовательности сообщений КПТСО»
Стандарты интеграции и взаимодействия	Стандарт «Интеграции функциональных систем КПТСО»
Стандарты информационной совместимости объектов	Стандарт «Интеграции функциональных систем КПТСО» Стандарт «Географические информационные системы. Требования к совместимости данных»

Рис.3 Системная архитектура КПТСО для реализации обучения геоинформационным технологиям

- 6.2. С учётом *расширенной модели технического обеспечения КПТСО*, составляются *типовые уровневые модели* (на основе уровней модели OSI (Open System Interconnect)) *автоматизированных рабочих мест (АРМ)* участников КДИ в области геоинформатики и обеспечивающих серверов. При этом уровневую модель можно представить как: $H = \{H_1, H_2, H_3, H_4, H_5\}$, где H_1 - спецификация аппаратного обеспечения АРМ, H_2 – транспортные протоколы взаимодействия АРМ, H_3 – системное программное обеспечение АРМ, H_4 – общее прикладное программное обеспечение АРМ, H_5 - специализированное прикладное программное обеспечение АРМ.
- 6.3. На основе *типовой уровневой модели АРМ* и *расширенной модели технического обеспечения КПТСО*, а также с учётом потребностей КДИ и её участников, комплектуются *типовые спецификации АРМ участников*.
- 6.4. Исходя из полученных уровневых моделей АРМ, их типовых спецификаций и количества типовых АРМ (в зависимости от сценария игры), а также с учётом расширенной модели технического обеспечения КПТСО, группой экспертов по методике SPEC (Strandart Performance Evaluation Corporatiuon) оценивается нагрузка на обеспечивающие сервера и прочие технические средства КПТСО (сетевое оборудование, оборудование средств визуализации коллективного пользования) и формируется их спецификация исходя из задела на модернизацию и расширение состава АРМ на 15-20%, и соответствующего повышения нагрузки на сервера и прочие технические средства КПТСО (рис.4).

Полученная методика может быть использована специалистами в области проектирования архитектур сложных организационно-технических систем (системный архитектор, системный аналитик, разработчик) на стадиях формирования требований, разработки концепции, технического задания и эскизного проектирования при разработке программно-технического изделия.

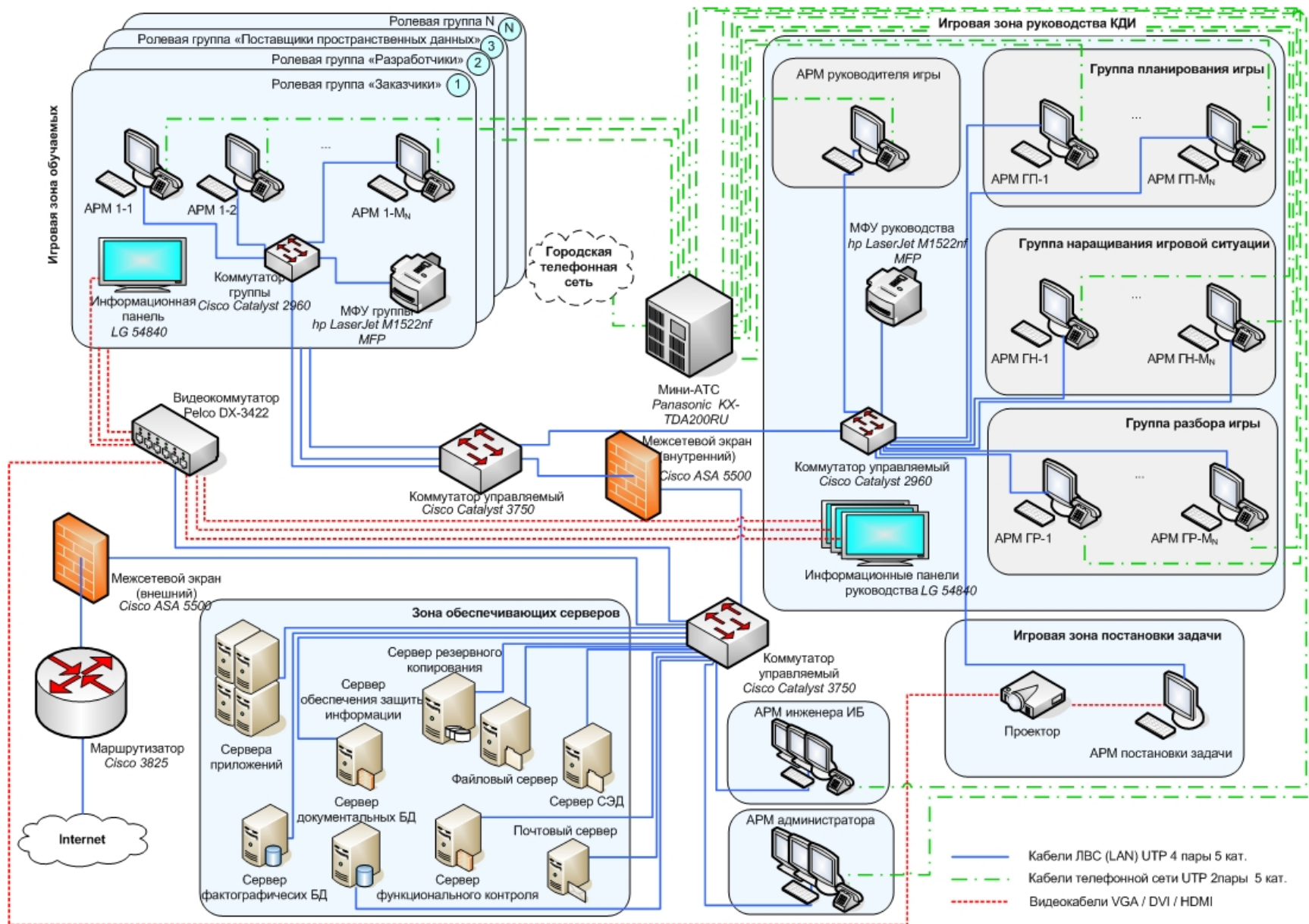


Рис.4 Техническая архитектура КПТСО для реализации обучения геоинформационным технологиям.

В **третьей главе** на основе полученных результатов (1 и 2 главы) были сформулированы и обоснованы *7 базовых принципов построения КПТСО*:

1. Единства замысла и методики разработки.
2. Соответствия требованиям действующих руководящих документов в области геодезии и картографии и образовательным стандартам.
3. Открытости, масштабируемости, интероперабельности технических и программных средств.
4. Централизации управления и контроля функционированием.
5. Достаточности уровня безопасности КПТСО.
6. Стандартизации и унификации всех программно-аппаратных средств КПТСО.
7. Принцип развития и модернизации.

Принципы полностью соответствуют шагам и правилам методики формирования архитектуры КПТСО и определяют основополагающие положения в его разработке.

С целью наиболее точной и структурированной постановки задачи разработчикам КПТСО для реализации обучения геоинформационным технологиям методом КДИ, а также с учётом обеспечения соответствия требованиям ГОСТ 34 серии к оформлению конструкторской документации, был сформулирован **алгоритм формирования технических требований на КПТСО** (рис.5). В основу алгоритма положены архитектурные модели КПТСО, полученные в результате применения *методики формирования архитектуры КПТСО* (глава 2). На рисунке 5 показаны основные шаги алгоритма и получаемые по шагам результаты, позволяющие в итоге сформировать *техническое задание на КПТСО для реализации обучения геоинформационным технологиям*, содержащее подробную постановку задачи на разработку КПТСО с учётом рассмотрения особенностей объекта проектирования с трёх сторон: функциональной, системной и технической.

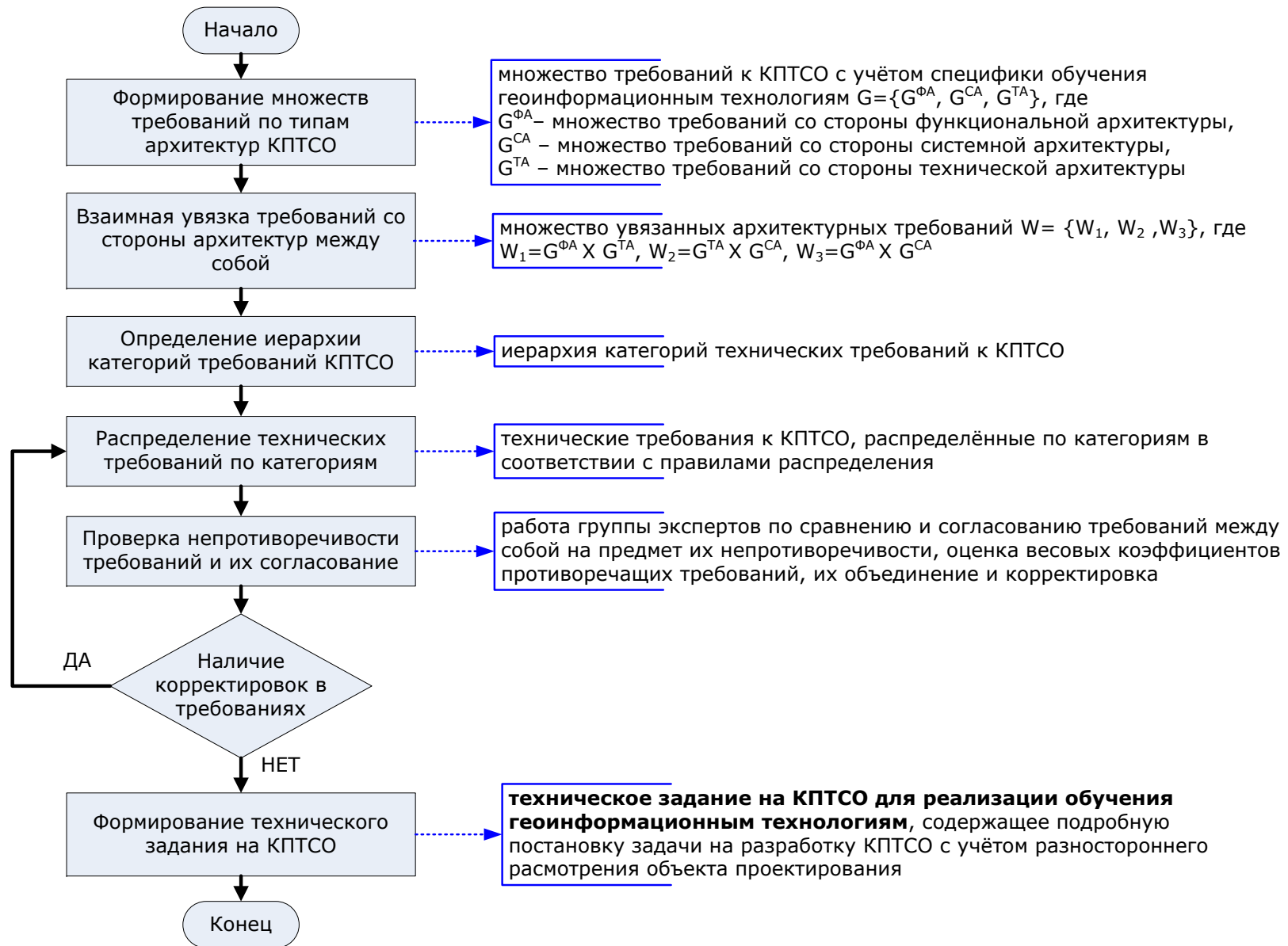


Рис. 5 Алгоритм формирования технических требований на КПТСО для реализации обучения геоинформационным технологиям

В **четвёртой** главе приведена оценка эффективности методики разработки архитектуры комплекса программно-технических средств для обучения специалиста в области геоинформационных технологий. Была рассмотрена традиционная методика разработки архитектур комплексов программно-технических средств, применяемая при выполнении подобных работ в ООО «ПРАЙМ ГРУП» и предлагаемая методика формирования архитектуры КПТСО. В результате применения методики формирования архитектуры комплекса программно-технических средств для обучения специалиста в области геоинформационных технологий в ООО «ПРАЙМ ГРУП» были определены её основные показатели в сравнении с традиционной применяемой методикой (Таблица 2).

Таблица 2.

Показатель	Традиционный метод проектирования	Методика формирования архитектуры КПТСО
Время (длина) критического пути выполнения работ по методике	16 дней	14 дней
Вероятность завершения работ по методике за заданное время $T_{\partial} = 14$ дней	0,88	0,94
Требуемое количество специалистов для обеспечения выполнения работ за T_{∂}	6	4

Разработанная методика формирования архитектуры КПТСО для обучения геоинформационным технологиям прошла **экспериментальную проверку** в ООО «ПРАЙМ ГРУП». На базе разработанной архитектуры были получены технические требования на КПТСО и разработан его макетный образец, состоящий из: технологических зон руководства (2 АРМ); зоны постановки задачи (1 АРМ); зоны обеспечивающих серверов (сервер баз данных (DB2), сервер приложений, почтовый сервер); игровой зоны обучаемых по группам: «Заказчики» (2 АРМ), «Разработчики» (2 АРМ, включающие пакет программных средств Mapinfo Professional), «Поставщики пространственных

данных» (1 АРМ, включающий пакеты программных средств Mapinfo Professional, Талка); сетевого и коммутационного оборудования (АТС, маршрутизатор, коммутаторы); системы визуализации коллективного пользования (2 плазменные панели). Был разработан сценарий игры по которому группе обучаемых в составе пяти человек (студенты-дипломанты 5 курса специальности «Информационные системы в технике и технологии») в соответствии с описанными ролевыми функциями было необходимо выполнить комплекс работ по созданию геоинформационной системы объектов собственности муниципального района для нужд заказчика (группа из двух обучаемых, формирующие требования к ГИС). Игрой руководило 2 человека (специалисты управления технологий ГИС). Обучаемым была поставлена задача, выданы исходные данные. В процессе игры доводились вводные по сценарию. Руководством был зафиксирован ряд нарушений, допущенных обучаемыми по стадиям разработки ГИС, в частности некорректное использование ПО, а также технические сложности при коммуникации исполнитель-заказчик, которые были подробно рассмотрены и разъяснены обучаемым при разборе игры. В результате розыгрыша (3 дня) обучаемыми было разработано техническое задание на систему, достигнуты договорённости между исполнителями и заказчиком, получена работоспособная муниципальная ГИС.

Полученные результаты позволяют сделать вывод о работоспособности методики формирования архитектуры КПТСО, разработанной архитектуры КПТСО, а также алгоритма формирования технических требований на КПТСО для реализации обучения геоинформационным технологиям.

В заключении излагаются итоги работы. Перечисляются полученные научные и практические результаты, рассматривается их значение для теории и практики, приводятся сведения об их практическом использовании.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ

В ходе исследования решены следующие задачи:

1. Проведён анализ процессов подготовки специалиста геоинформационным технологиям методом компьютерной деловой игры, сформулирован понятийный аппарат компьютерной деловой игры, выделены основные процессы подготовки специалистов в области геоинформационных технологий и особенности их реализации, поставлена задача на разработку методики формирования архитектуры КПТСО.
2. Разработана методика формирования функциональной, системной и технической архитектуры комплекса программно-технических средств для обучения специалиста в области геоинформационных технологий.
3. Определены принципы построения комплекса программно-технических средств для обучения специалиста в области геоинформационных технологий.
4. Разработаны функциональная, системная и техническая архитектуры комплекса программно-технических средств для обучения специалиста в области геоинформационных технологий
5. Разработан алгоритм формирования технических требований на комплекс программно-технических средств для обучения специалиста в области геоинформационных технологий.
6. Проведено экспериментальное исследование правильности теоретических результатов диссертационной работы

В соответствии с целевой установкой и в ходе решения задач исследования в работе получены следующие основные **научные результаты**:

1. Методика формирования архитектуры комплекса программно-технических средств обучения геоинформационным технологиям.
2. Алгоритм формирования технических требований на комплекс программно-технических средств обучения геоинформационным технологиям.
3. Архитектура комплекса программно-технических средств обучения геоинформационным технологиям.
4. Результаты экспериментальных исследований теоретических разработок.

Основные опубликованные работы по теме диссертации:

1. Шкуров Ф.В., Майоров А.А., Соловьёв И.В., Купцов А.Б. - Разработка модели требований к комплексу программно-технических средств обучения специалистов картографо-геодезического профиля методом компьютерной деловой игры, «Известия вузов. Геодезия и аэрофотосъемка». 2008, № 5.

2. Шкуров Ф.В., Майоров А.А., Соловьёв И.В., Купцов А.Б. - Разработка концептуальной модели информационно-лингвистического обеспечения компьютерной системы для обучения геоинформационным технологиям специалистов картографо-геодезического профиля методом компьютерной деловой игры «Известия вузов. Геодезия и аэрофотосъемка». 2008, № 6.

3. Шкуров Ф.В., Майоров А.А., Кудж С.А., Трофимов С.В. - Разработка информационно-обучающей системы по направлению «Лазерные технологии в геодезии», С23 Сборник статей по итогам научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава, посвященного 229-летию МИИГАиК // Приложение к журналу Известия Вузов «Геодезия и аэрофотосъемка». – Выпуск 1, 2008.

4. Шкуров Ф.В., Майоров А.А., Соловьёв И.В., Купцов А.Б. - Разработка информационной технологии проведения компьютерных деловых игр для подготовки бакалавров по направлению подготовки «Прикладная информатика (в геодезии)» - Н76 Новые образовательные технологии в вузе: сборник докладов пятой международной научно-методической конференции, 4 – 6 февраля 2008 года. В 2-х частях. Часть 1. Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2008.