Модель выбора архитектуры и рационального состава программно-аппаратных средств для реализации системы поддержки принятия решений руководителя виртуальной образовательной организации

Шемякина Е.В., соискатель, ФГБОУ ВО МГТУ «СТАНКИН»

Аннотация. Рассмотрен подход к выбору инструментов для реализации виртуальной образовательной организации на базе сформированной модели, с функционирующей структурной схемой, требуемой логикой взаимодействующих объектов и элементов средств поддержки принятия решений руководителем в результате получения ситуационных данных, в целях управления объектами учебного процесса и принятия необходимых и своевременных мер для обеспечения требуемого качества предоставляемых образовательных услуг.

Ключевые слова: виртуальная образовательная организация, модель, структура, учебный процесс, организация, образование, разработка, архитектура, платформа, ИАД, СППР.

Model architecture selection and rational composition of software and hardware to implement a system of decision support of the head of the virtual educational organization

Shemyakina E.V., postgraduate, MSTU «STANKIN»

Annotation. Considered approach to the selection of tools for the implementation of the virtual educational organization on the basis of formed model, with functional structural scheme, the required logic interactive objects and elements of the means of decision support supervisor as a result of receiving situational data in order to manage objects of the educational process and taking appropriate and timely measures to ensure the required quality of educational services.

Keywords: virtual educational organization, model, structure, learning process, organization, education, development, platform, data mining, DSS.

Развитие программно-аппаратных и технологических средств разработки web-решений, дали возможность реализации группы виртуальных организаций различных тематических направлений в «облачном» пространстве. Исключением не стала и отрасль образования на всех уровнях её форм предоставления знаний. Применение «облачных» технологий уже сформировало системы удалённого функционирования такие, как «Электронный дневник школьника», «Дистанционное образование», и др. Важным является также и механизм виртуализация самого пространства образовательной организации (ВОО-виртуальная образовательная организация [11]), что целесообразно, как с позиции управления, так и для повышения функциональных возможностей в процессе обучения, где область дистанционного образования может быть сопряжена в «облаке», а также привлечены функции контроля, наследованные от «Электронного дневника школьника», «Информация посещения и питания школьника»[1] и др. [9]. Концепция значительно раскрывает возможности реализации самой системы, с развитием функций анализа, контроля и управления, что достигается внедрением элементов средств поддержки принятия решений (СППР) на базе применения методов интеллектуального анализа данных (ИАД).

Основной целью проводимых исследований, является выбор инструментов и программно-аппаратных средств для реализации ВОО на базе сформированной модели, с возможностью внедрения функций поддержки принятия решений для управления руководителем образовательной организации.

В качестве задач прикладных научных исследований определены следующие:

[1] https://pgu.mos.ru/ru/services/category/145

1. Определение модели выбора архитектуры ВОО, с последующей её реализацией;

2. Определение рационального состава программно-аппаратных средств, для реализации и стабильного функционирования ВОО;

3. Применение элементов СППР, в целях оснащения интеллектуальными функциями руководителя в процессе управления ВОО;

Для реализации функциональной деятельности ВОО, может быть применена модель, основанная на базе многоуровневой пирамиды, с вертикальной иерархией управления и распределённой горизонтальной структурой информационных потоков (ИП) (рис. 1.), где логика функционирования руководителя сводится к анализу графа взаимодействующих объектов O_i^{Ui} по уровням U_i^j [3, 11]. Практическая реализация функционального комплекса ВОО, требует наличие таких составляющих, как: инструментов для реализации программного комплекса; сформированной модели системы, с выстроенной архитектурой организации; сформированной структурной схемы взаимодействующих объектов; механизма логического взаимодействия объектов; функциональной логики деятельности объектов и их адаптация; применение смежных методов интеллектуального анализа данных (ИАД), а также математических средств анализа и обработки данных [4].

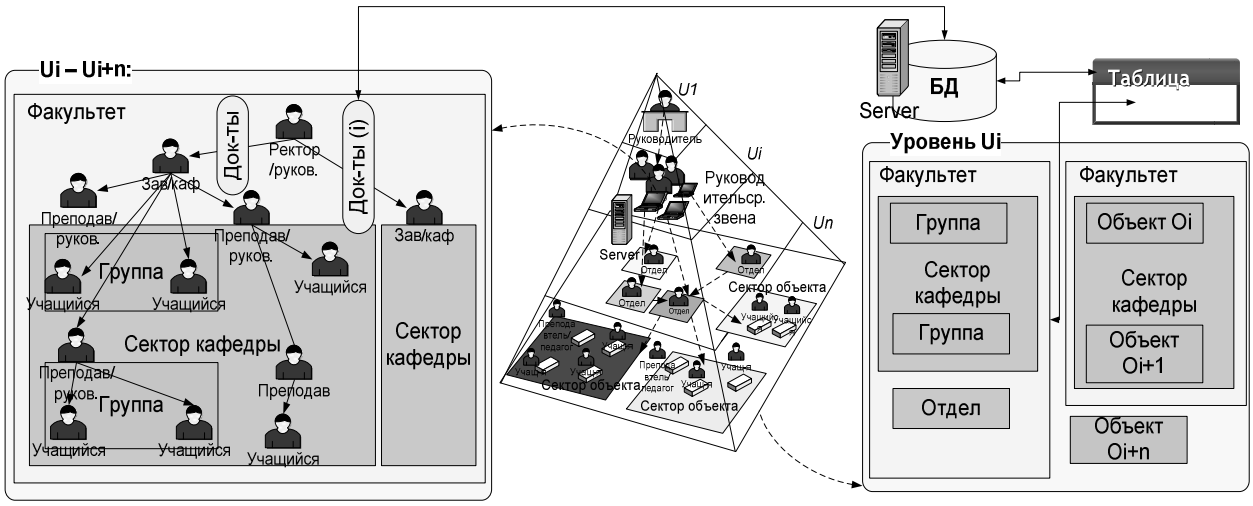

Рис. 1 – Модель пирамидальной структуры управления ВОО

Реализация любого комплексного решения несёт в себе группу проблемных задач, требующих решения, как на стадии разработки и реализации, так и внедрении ВОО в эксплуатацию. Это – обучение персонала; техническая поддержка ИС: обновление системы, модулей и др. элементов; обеспечение объединения и интеграции с внешними БД; обеспечение интеграции с внешними информационными системами (ИС/КИС и др.); формирование гибкости в инструментах создания структуры ВОО; работа со статическими шаблонами дизайн-элементов форм системы; объединение гетерогенных структур объектов БД; упорядочение логики описания бизнес-процессов функционирования модели с динамикой изменений во взаимодействующих объектах ИП ВОО.

Функционирование комплексного решения, включая и ВОО, должно обеспечивать необходимую надёжность в процессе эксплуатации. Наличие недостаточно надёжных элементов системы, приводит к возникновению аварийных ситуаций, приводящих к дестабилизации работы системы в целом, в данном случае – образовательного процесса. Из чего формируются обязательные требования к надёжности функционирования ВОО такие, как: множественность пользователей, как результат выдерживания нагрузки системой; многопоточность процессов и запросов; многозадачность при многоуровневой схеме системы; обеспечение защиты информации (ЗИ), в соответствии с распределённым доступом пользователей; подготовка отчётно-статистической информации при множестве неповторяющихся запросов; синхронизация процессов при взаимодействии слабо структурированных данных, с построением единой схемы функционирования; работа в режиме реального времени; функционирование всего программно-технического комплекса (ПТК) в режиме 24/7/356; логирование процессов, с целью возможности применения функции "отката" событий при возникновении исключительной ситуации или необходимости анализа хронологии событий.

Функционирование ВОО включает также основные составляющие (табл. 1), унаследованные от других технологий, промышленного и иного

отраслевого назначения, а именно: документооборот (делопроизводство, формирование заданий, журналы ежедневного учёта работы как объектов учёта успеваемости учащихся, контроль заданий – выставление оценок, программы дисциплин, УМКД, "срезы знаний" и мн. др.) [3, 4]; обработку результирующих объектов - как элементов оценок эффективности работ и определения прогресса ситуации, для обеспечения принятия решений со стороны руководящего звена системы; конструктор структуры, потоков и объектов, с мониторингом процессов; математические средства анализа данных; элементы СППР на базе ИАД; средства визуализации данных и объектов геометрического пространства; интеграция и взаимодействие системы с внешними объектами, включая БД.

Для реализации функционирования ВОО, требуется, в первую очередь, определиться с программной платформой для построения структуры ВОО в соответствии со сформированной моделью (рис. 1), а также – модульной архитектурой системы (табл. 1); встроенным лингвистическими средствами – для описания объектов и процессов функциональной логики и их взаимодействия, ИП системы; применяемой серверной и/или облачной СУБД для хранения и обработкой данных в БД; программными средствами отображения информации, и методами стилей; функциями импорта-экспорта данных системы и типами внешних систем (ИС, КИС); базовыми программно-аппаратными средствами, для функционирования и отображения графической, системной и другой информации; средства интегрируемыми с программными системами и web-средствами; базовая операционная система (ОС) среды разработки, с требуемым инструментарием; методы управления проектом [6].

Рассмотрим основные пункты критериев выбора составляющих элементов реализации комплексной системы ВОО в целом.

Выбор и обоснование платформы: для реализации ВОО, с требованиями к системе и функциям управления по сформированным бизнес-процессам, на базе выстроенной модели, можно условно выделить группу лидирующих

проприетарных платформ: «1С-Битрикс», «QlikView», «NetCat» и бесплатных: «PHP-Nuke», «XOOPS», «Drupal» и др.

Следует отметить, что применение бесплатных платформ, влечёт за собой следующие недостатки такие, как: отсутствие возможности объединения БД, включая интеграцию с внешними системами и/или web-ресурсами; недостаточную гибкость для формирования архитектуры ВОО; отсутствие функций использования технологий тиражирования и кластеризации, что актуально для разгрузки каналов связи ИП ВОО; ограниченность функциональности инструментов администрирования; отсутствие механизмов функционирования с группой серверов; отсутствие встроенных средств поддержки принятия решений; отсутствие механизмов загрузки файлов при распределённом доступе пользователей в ВОО.

При этом, основной группой положительных свойств коммерческих платформ является: их кроссплатформенность; масштабируемость, что актуально в реализации модели организации любого типа; кластеризация и наследование функций, а также объектов; наличие инструментов интеграции с внешними программными системами; наличие инструментов интеграции с внешними ХД и БД; наличие встроенных логических языков, для построения процессов в ВОО; наличие возможности формирования распределённой структуры ВОО; наличие элементов интеллектуализации и их развития; наличие функций распределённого доступа пользователей в ВОО, а также необходимым средством ЗИ, в результате интеграции ПО; наличие гибкости для формирования архитектуры ВОО; наличие механизмов функционирования с группой серверов. Согласно выдвинутым требованиям, очевидными преимуществами обладает решение «QlikView», широко используемое в анализе неструктурированных данных [2].

При выборе СУБД необходимо принимать во внимание, следующее: функционирование ВОО на любой платформе, с любыми программно-аппаратными средствами, архитектурой системы, ИП, объектами и их свойствами, требует взаимодействие с БД для хранения, обмена, обработки

данных, включая и сформированных элементов ИАД методов, с реализацией средствами SQL СУБД («Oracle», «MS SQL», «FreeBSD», «MySQL» и др.) [5]. Выбор СУБД регламентируется объёмами хранимых данных и нагруженностью ИС обращениями клиентских запросов, что при значительном количестве клиентов сети и, как следствие запросов к БД, исключает группу СУБД («MySQL» и др.), поскольку при возрастающем количестве хранимых записей и потоков обращений, функциональность БД теряет надёжность. В следствии, чего остаётся промышленная группа СУБД, а именно: «Oracle», «MS SQL», «FreeBSD», выбор которых зависит уже от коммерческих возможностей и маркетинговых интересов организации.

Средства реализации ЯВУ: при сформированной архитектуре и модели (рис. 1), реализованной оболочке и инструментальных средств, для построения внутренней логики функционирования системы ВОО, целесообразен внутренний язык скриптового типа такой, как «JavaScript», «ActionScript» и др. Для решения задачи визуализации и управление стилями (CSS) форм приложений в интеграции с другими программными инструментами используются ЯВУ Python или PHP, но являющиеся при этом самостоятельными средствами разработки, что, как правило, в явном виде не присутствует в бизнес-платформах.

Выбор операционной системы (ОС) в основном зависит от требований к применяемой платформе как инструмента построения сформированной архитектуры ВОО. Он также зависит от требований к самой среде функционирования ВОО по кроссплатформенности (Windows, Android, Mac OS и др.) и из-за иного применяемого или эксплуатируемого ПО учреждением на различных аппаратных платформах [6, 7].

Визуализация процессов включает в себя задачи отображения графической бизнес-информации, которую успешно решают множество инструментов, с поддержкой векторной и точечной графики, мультимедийных объектов, таких форматов как GIF, PNG, JPG, SWF и др. конструкторы для работы с растровыми изображениями, а также – программные платформы и

библиотеки для ЯВУ, такие как: «OpenGL», «QT» и др. Поддержка объектов учебного документооборота, может быть реализована различными генераторами отчётов такими, как: «CrystalReports», «FastReport», «Forms» и др., с возможностью конвертирования сформированного отчётного документа в PDF или иной формат документа и дальнейшей его обработки [11]. Построение моделей стилей целесообразно реализовывать на основе CSS таблиц. Применение иных инструментов для реализации графических задач, регламентировано встроенными средствами выбранных платформ и их ограничениями, а также – заложенными технологическими свойствами и библиотеками.

Взаимодействие ВОО с внешними объектами O_i^{PSi} (рис. 2), может быть разбито на основные четыре условных типа систем:

1. Самостоятельные – системы на программном и организационном уровне функционирования, не зависящие от внешних факторов воздействия, работающие по схеме: «получил - обработал – передал», без согласования внешних данных выгрузки-загрузки БД;
2. Полусамостоятельные – аналогичные в целом ПО п.1, но зависимые в обмене данных с другими системами этапом «согласовал-подтвердил», в силу организационных мероприятий и зон влияния фирм производителей ПО;
3. Распределённые – обеспечивающие группу какого-то либо функционала по обработке данных, но абсолютно зависимых в обмене данных с другими системами, как на входе – так и на выходе между БД, в силу организационных ограничений и распределённых зон влияния ответственных компаний;
4. Локальные – накопительная группа ИС, локального типа, установленного клиентского приложения на АРМ, экспортирующая данные в установленную БД, для дальнейшего применения системами пп.1-3.

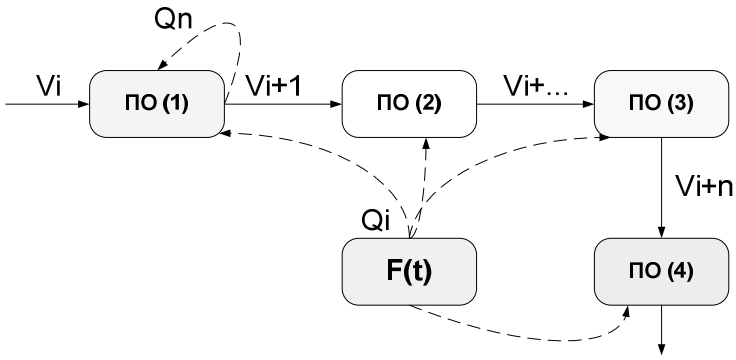

Рис. 2 – Общая схема автомата опроса ПО – объектов интеграции

Для взаимодействия с внешними системами и обработки получаемых данных предлагается модель, основанная на модели недетерминированных конечных автоматов (НКА), как разновидности базовой - конечных автоматов.

Выбор модели сводится к поиску единого подхода, удовлетворяющего решению функции взаимодействия с построенной архитектурой и свойствами систем, поскольку одной из приоритетных задач является определение состояний объекта O_i^{PSi}. Учитывая перечисленные типы внешних объектов взаимодействия систем с ВОО (рис. 2.) в результате интеграции со своей группой свойств, представим это в виде:

$$mO_i^{PSi} \in M\left(\delta\{q_1, a_1\}....\delta\{q_n, a_m\}\right); \quad (1)$$

$$\delta\{q_1, a_1\} = \{p_1, p_i, p_{i+1},..., p_n\}; \quad (2)$$

$$\mathrm{Pr}_i^{Oi} \in \{p_1, p_i, p_{i+1},..., p_n\} \Rightarrow \{N \times M\} = \begin{Bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{Bmatrix}, \quad (3)$$

где: $\delta\{q_1, a_1\}$– состояние системы - объекта O_i^{PSi};

Pr_{Oi} – свойства объекта O_i^{PSi} по состоянию системы $\delta\{q, a\}$.

q_i – параметр группы состояний объекта O_i^{PSi};

p_i – значение параметра множества свойств объекта O_i^{PSi};

$S(t)$ – состояние системы в момент времени t;

$Z(t)$ – определение состояний в момент времени t;

$X(t)$ – состояние сигналов системы;

$F(t)$ – функция опроса автомата НКА;

$\vec{V}_i$ – направление вектора опроса объектов автоматом в очереди;

$Q_{\mathrm{N}}^{\mathrm{Oi}}$ – функция повтора объекта не зависимо от очереди при $\vec{V}_i$;

O_i^{PSi} – объект системы, установленного типа Tp_{Oi};

Производя поочередный контакт с каждым из объектов O_i^{PSi} пространства, автомат $F(t)$ обеспечивает сбор информации с необходимой корректировкой действий $Z(t)$ в единицу времени и принятием решений, как повтор запроса $Q_{\mathrm{N}}^{\mathrm{Oi}}$ состояния $\delta\{q,a\}$.

Модель НКА способна переключаться между моделями Мили и Мора.

Для модели Мили: сигнал на выходе автомата $F(t)$ результата $Z(t)$, в рассматриваемый момент времени t зависит, как от внутреннего состояния $S(t)$, так и от состояния сигналов $X(t)$ объекта на входе автомата.

Для модели Мура: сигналы на $F(t)$ выходе полностью определяются состоянием автомата $S(t)$ в рассматриваемый момент времени и не зависят от сигналов $X(t)$, подаваемых на вход автомата.

Взаимодействие документов ИП, можно описать в формате HTML (рис. 3).

```
<html><head><meta http-equiv="Content-Type" content="text/html; charset=windows-1251">
</head>
<Title>Заголовок </ Title >
<Gride> Наименование "шапки" таблицы документа </Gride >
<table class="tb" align="center" bgcolor="white" border="0" cellpadding="5" cellspacing="0"
width="95%"><tbody><tr><td bgcolor="#EEEEEE"><table bgcolor="#
<table>Содержимое строки таблицы/документа</Table >
...
</body></html>
```

Рис. 3 – Общая структура документа в формате нотации HTML

Программно-аппаратные средства реализуются следующим образом. *Client* – работа пользователей автоматизированных рабочих мест (АРМ) ВОО, потребует возможное применения различных программно-аппаратных средств, как стационарного – так и мобильного типа. Устройством АРМ пользователя (рис. 3) может быть: ПК, ноутбук/нетбук, планшет, смартфоны различных типов и под управлением разных операционных систем. *Server* - для функционирования систем данного типа (рис. 4), с применением "облачных" технологий, требуются значительные серверные ресурсы. Подобных решений и предложений достаточное множество: от серверов минимизированных количеством массивов до серьёзных стоек слоёных серверов: "Acer", "Cisco", "Dell", "HP" и др. Кроме того, рынок предоставляет множество коммерческих решений, в том числе, от различных провайдеров. В силу отсутствия максимально возможной загрузки сервера организации, приемлем метод его виртуализации, что значительно расширяет возможности для функционирования ВОО. Главным плюсом данного подхода является факт независимости в эксплуатации сервера.

Интеграция с информационными системами (ИС) и web-средствами представляет собой интеграцию комплексов, с программно-аппаратными системами мониторингового и информационно-консультационного типа, что эффективно развивается в образовательных учреждениях, особенно, при интеграции с другими системами "облачных" технологий [5, 8]. Учитывая, что многие "open source" и "freeware"- платформы лишены функциональных средств импорта-экспорта БД в ВОО, то возможности создаваемой платформы, должны включать средства импорта и экспорта при обмене с внешними хранилищами данных (ХД) или БД (рис. 4). Задача обмена данными, может быть решена XML-средствами или выгрузкой/загрузкой самой БД SQL программным обеспечением (триггером) непосредственно в СУБД.

Целесообразна интеграция ВОО с модульным функционалом портала госуслуг общего и среднего образования, а также системами дистанционного обучения. Взаимодействие с другими приложениями ИС, а также портальной

группой образовательных госуслуг таких, как «Электронный дневник школьника», «Результаты ЕГЭ», в сети Internet – портал госуслуг: ПГУ. Объектами интеграции могут быть и различные внешние системы ИС локального или сетевого функционирования и аппаратные средства на различных платформах ОС [9, 10]. Очевидно, в интеграции с ВОО, может участвовать и функциональное ПО, такое как: «1С», «Best» и др., пересекаясь с данными ИП.

В управлении проектами – существует много схем, с различными методами планирования и организацией работ. В данном случае наиболее оптимальными являются каскадные и спиралевидные методы управления проектом, с учётом объёма работ и затрачиваемого времени, отражённого в диаграмме Ганта [6]. Реализация и развитие систем в соответствии с ЖЦ, ТЗ[2] и требованиями ПМИ, где обязательным пунктом испытания комплекса, выступает процесс нагрузочного тестирования в режиме 24/7/356, в соответствии с утверждённым количеством одновременного подсоединения пользователей и выполняемых запросов клиентов любого звена. Применяемая платформа ВОО, должна удовлетворять следующей группе критериев: простота инсталляции приложения; кроссплатформенность; модульность при модернизации и модифицируемости комплекса; безопасность клиентов приложения и простота в обучении; гибкость архитектуры и функционирования; масштабирование приложения в случае тиражирования; наличия сервисной группы функционала; наличие средств поддержки принятия решений; поддержка «облачной» технологии (рис. 2) [9, 10]; интегрируемость с другими внешними программными и программно-аппаратными решениями, включая как БД, так и объекты БД.

Работа руководящего звена всех уровней, требует мониторинга процессов, с возможными запросами в любую единицу времени и по любому объекту применения различных функциональных элементов СППР, в целях поддержки принятия решений, основанных на ИАД методах (рис. 4). В

[2] ИСО/МЭК 12207-99; ГОСТ 34601 по РД 50-34.698

качестве функционального применения ИАД методов и модулей (табл. 4), может быть рассмотрен вариант, как включения их в сам объект изучения, так и анализа текущей информации, для получения выводов со стороны руководителя, а именно: семантический анализ хранимой информации в БД, включая ИП, УМКД и др.; построение логики решения задач по аналогичным раннее выполненным; определение форм знаний, в целях интеграции с образами объектов внешних систем; анализ слабо структурированных данных в ходе жизненного цикла системы; игровая форма обучения по различным сценариям логических схем, с целью функционального развития обучающихся и параллельным выявлением динамики изменений в их подготовке, заложенных свойствах обучаемости, знаний и других факторов; определение и анализ структурных изменений ВОО в ходе эксплуатации, с целью выявления отрицательных тенденций в микросреде образования.

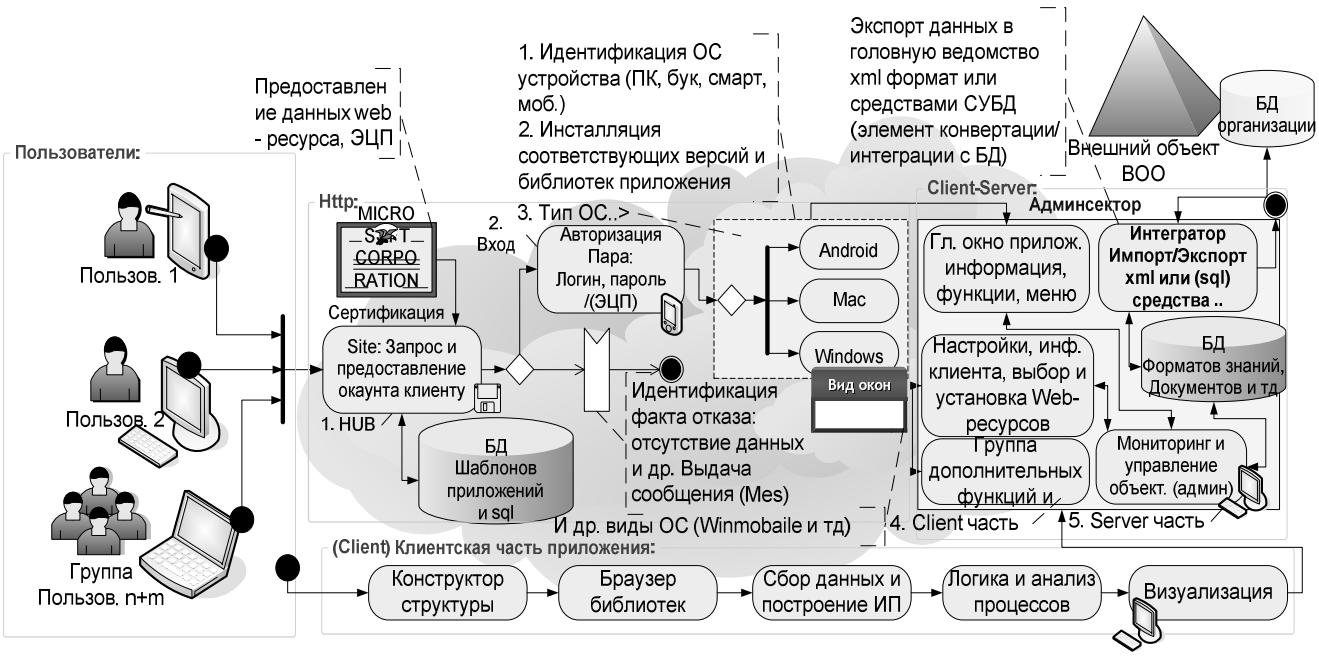

Рис. 4 – Общая схема диаграммы деятельности ВОО в процессе пользовательских сессий (UML) на основе архитектуры Client/Server

В качестве примера применения ИАД методов, может быть предложен алгоритм коммивояжера[3], с целью поиска кратчайших путей следования объектов в рамках ИП ВОО. Метод достаточно эффективно работает при

[3] Труды Horowitz & Sahni, 1978 г.

оптимизации процесса функционирования документооборота, в целях исключения дублирования «витков» движения документов на всех стадиях регистрации, к чему приводит не корректное построение бизнес-процессов со стороны сотрудников менеджер группы [3]. Методы могут применяться совместно с другими ИАД методами такими, как алгоритм Дейкстры и др. Эффектом работы ИАД метода, в данном случае, является факт обнаружения «лишних витков» движения документов в ИП бизнес-процессов[4]. Положительные тенденции ИАД методов, наблюдаются и в случае обычной адаптации бизнес-процессов к требуемой информационной модели (рис. 1) функционирования организации, не зависимо от её типа. Возможно применение группы математических методов, как для обработки статических и динамических данных, полученных в процессе образования, как учащихся – так и обучающих.

Таблица 1

Программные модули системы ВОО

№	Функциональные модули системы	Описание	Комментарий
1	Конструктор формирования структуры организации;	Построение архитектуры	На базе выстроенной модели (рис. 1.)
2	Конструктор построения логики объектов;	Определение связей и функциональных элементов	В рамках выстроенной модели и методов
3	Анализ динамики процессов;	Математических и логический (ИАД)	Комбинированные подходы анализа
4	Визуализация процессов и отображения данных;	Графическая информативность	Поднятие данных с БД
5	Интеграция с внешними БД;	Экспорт/импорт (xml, txt, SQL и др.)	ODBC, OJBC, OLE/COM, SQL и др.
6	Интеграция с программно-аппаратными и web - приложениями	Экспорт/импорт данных	Взаимодействия данных с другими устройствами
7	Отчётно-информационные объекты	Отчёты, запросы, формы	Построение запросов для отображения
8	Администрирование	Управление функционированием серверной части системы	Работоспособность, резервирование, загрузка/выгрузка

[4] Колосов С.П. Применение метода построения моментальных состояний в мониторинге производственно-технологических процессов в интеграции с СППР, в целях оптимизации документооборота// ЮЗГУ - СКГУ - Варнский ЭУ (Болгария)/ Курск, 25 ноября 2011 г., С. 154 – 163.

Исключением не является и подход в комбинировании методов, где в функционировании системы участвует не один, а группа методов, в том числе, и математические, где критериями выбора, выступают такие параметры, как: время и результаты сдачи работ обучающихся, с последующим сравнительным анализом с предыдущими и интервалами времени для определения причин прогресса или регресса в динамике обучения [4].

Применение дополнительных статистических методов, позволяет, помимо прочего, провести частичный анализ на предмет качества предоставляемого в учреждениях образования, а также эффективности усвоения получаемых знаний, с получением необходимых выводов.

Комплексное решение ВОО оценивается по экономической и практической эффективности, что подтверждается группой таких факторов, как: повышение эффективности функционирования системы в рамках образовательной организации, минимизацией затрат времени и организационных мероприятий для достижения аналогичного результата без комплексного решения ВОО; повышение эффективности контроля и реакции руководящим составом в принятии мер по факту событий во всём учебном процессе; снижение затрат на персонале, с высвобождением ресурсов для других задач. Данный подход в реализации ВОО, позволяет обеспечить высоко функциональный комплекс, с требуемыми элементами СППР для эффективного управления учебными процессами руководителей учреждения всех звеньев. Констатируя, что как концептуальное – так и программное решение по реализации системы ВОО, с данным функциональным набором, как стандартных функций, так и интеллектуальных, говорит об отличительных свойствах и особенностях комплекса от других виртуальных систем образовательного направления, что и подтверждает научную новизну предлагаемого решения.

Исходя из изложенного, можно констатировать, что отсутствие функционального управленческого и мониторингового инструмента в рамках образовательной организации, приведёт к значительным информационным,

технологическим, финансовым и временным потерям, при снижении прозрачности процесса и обеспечения возможности своевременного принятия решений со стороны руководителей всех уровней.

Библиографический список

1. Буч Г., Якобсон А., Рамбо Д. UML. 2-е изд. Классика CS.СПб.: 2005 г. – 756с.

2. Жуков Г., Маневич О. QlikView – калейдоскоп управленческих возможностей/ профессиональный журнал о технологиях страхового рынка// №1/2011 г., С. 8-15.

3. Колосов С.П. Реализация решений проблем обработки документооборота, в рамках внутренней функциональной деятельности ИТ компаний, средствами применения комбинированных методов / Автоматизация и ИТ в энергетике // №1 (54) январь 2014 г., С.11-22.

4. Колосов С.П. Интегрирование методов анализа иерархий и построения моментального состояния, с целью повышения функциональности диагностики систем в управлении оборудованием / Автоматизация и ИТ в нефтегазовой области // №1 (19) январь-март 2015 г., С.4-12.

5. Скотт Урман, Oracle 9i. Программирование на языке PL/SQL. Разработка эффективных приложений с помощью PL/SQL – М.: «Лори», 2008 г., – 528 с.

6. Фатрелл Р. Т., Шафер Д. Ф., Шафер Л. И. Управление программными проектами. Достижение оптимального качества при минимуме затрат.: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2003 г., – 1136 с.

7. Климов А.П., Программирование для мобильных устройств под управлением Windows Mobile. Библиотека программиста. – СПб.: Питер, 2009 г. – 336 с.

8. Майер Р., Android 2: программирование приложений для планшетных компьютеров и смартфонов: [пер. с англ.] / Рето Майер. – М.: Эксмо, 2012 г. – 672 с.

9. Манахов П.А., Ковшов Е.Е. Модели и методы интерактивного взаимодействия с вычислительными устройствами нового поколения // Прикладная информатика. №3. 2012. С. 71-81.

10. Ковшов Е.Е., Мартынов П.Н. Разработка информационной системы для управления инновациями на основе «облачных» программных технологий // Научно-методический журнал «Межотраслевая информационная служба», № 4. – М.: ФГУП «ВИМИ», 2012. – С. 37-42.

11. Шемякина Е.В. Построение модели и структуры системы поддержки принятия решений руководителя виртуальной образовательной организации // Российский экономический интернет-журнал [Электронный ресурс] / ОАО «ИТКОР» – Электрон. журн. – М.: ИТКОР, 2016 – №2. – Режим доступа: http:// www.e-rej.ru/upload/iblock/317/317a2851e0488a71e0612f39813124bf.pdf, свободный – Загл. с экрана.