

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
ВВЕДЕНИЕ	4
Глава 1. РЕЗУЛЬТАТЫ ИНФОРМАТИЗАЦИИ ВУЗОВ.....	9
Глава 2. ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ СОЗДАНИЯ РЕГИОНАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СРЕДЫ ВУЗА.....	31
Глава 3. СОЗДАНИЕ РЕГИОНАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СРЕДЫ ВГУЭС И ФИЛИАЛОВ.....	52
Глава 4. МОДЕЛЬ ИНТЕГРИРОВАННОЙ КОРПОРАТИВНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СРЕДЫ ВУЗА.....	130
Глава 5. ПОСТРОЕНИЕ ИНТЕГРАЦИИ С ФИЛИАЛАМИ.....	232
Глава 6. ПРИЛОЖЕНИЯ И СЕРВЕРЫ КИС ВГУЭС	247
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ	295
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	297

Научное издание

Крюков Владимир Васильевич
Шахгельдян Карина Иосифовна

КОРПОРАТИВНАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СРЕДА ВУЗА

МЕТОДОЛОГИЯ, МОДЕЛИ, РЕШЕНИЯ

Монография

Редактор Л.И. Александрова
Корректор Л.З. Анипко
Компьютерная верстка М.А. Портновой

Лицензия на издательскую деятельность ИД № 03816 от 22.01.2001

Подписано в печать 12.01.07. Формат 60×84/16.
Бумага писчая. Печать офсетная. Усл. печ. л. 18,0.
Уч.-изд. л. 16,3. Тираж 600 экз. Заказ

ФГУП Издательство «Дальнаука» ДВО РАН
690041, г. Владивосток, ул. Радио, 7
Отпечатано в типографии ВГУЭС
690600, Владивосток, ул. Державина, 57

Министерство образования и науки Российской Федерации

Владивостокский государственный университет
экономики и сервиса

**В.В. КРЮКОВ
К.И. ШАХГЕЛЬДЯН**

КОРПОРАТИВНАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СРЕДА ВУЗА

МЕТОДОЛОГИЯ, МОДЕЛИ, РЕШЕНИЯ

Монография

Владивосток
Дальнаука
2007

ББК 65.9
К 85

Рецензенты: В.П. Кулагин, д-р техн. наук,
профессор, директор ФГНУ
«Госинформобр»;
И.Г. Игнатова, д-р техн. наук,
декан доп. и дистанц. обучения
Московского гос. института
электронной техники

Крюков В.В., Шахгельдян К.И.

К 85 КОРПОРАТИВНАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СРЕ-
ДА ВУЗА: МЕТОДОЛОГИЯ, МОДЕЛИ, РЕШЕНИЯ:
Монография. – Владивосток: Дальнаука, 2007. – 308 с.

ISBN 978-5-8044-0959-0

Рассматриваются вопросы проектирования и разработ-
ки корпоративной информационной среды вуза. Анализиру-
ются методы создания эффективной сетевой инфраструктуры
и задачи интеграции различного уровня – данных, приложе-
ний и бизнес-процессов.

Предназначена для научных, инженерно-технических
специалистов, занимающихся разработкой корпоративных
информационных систем, а также для руководителей, ответ-
ственных за разработку и применение информационных тех-
нологий.

ББК 65.9

Proceedings of 10-th International Conference of European University
Information Systems ENUS 2004. Slovenia 2004. Pp. 321–327.

113. Shakhgelydyan K., Kryukov V.. Middleware Components in
the Distributed Integrated University Environment // Proceedings of
the 10-th International Conference of European University Information
Systems (EUNIS 2005), UK.

114. Smith, H. & Fingar, P. (2002). Business Process Manage-
ment: The third wave. Meghan-Kifer Press.

115. SOAP – <http://www.w3.org/TR/soap/>

116. Stanton L., Townsend J. How was it for you? – The Oracle
student system and beyond // Proceedings of 10-th International Con-
ference of European University Information Systems ENUS 2004.
Slovenia 2004. Pp. 42–45.

117. Thompson Ch. Database Replication // DBMS. 1997.
Vol. 10. № 5. <http://www.dbmsmag.com/9705d15.html>

118. Wand Y., Wang, R. Anchoring Data Quality Dimensions in
Ontological Foundations // Communications of the ACM. 1996.
November. Pp. 86–95.

119. Wand Y., Weber R. An ontological model of an Information
System // IEEE Trans. Soft. Eng. 16, 11. 1990. Pp. 1282–1292.

120. Wang R., Storey V., Firth C. A framework for analysis of
data quality research // IEEE Trans. on Knowl. Data Eng. 1995.
№ 7, 4. Pp. 623–640.

121. Web Service Description Requirements. [http://www.w3.org/
TR/2002/WD-ws-desc-reqs-20020429/](http://www.w3.org/TR/2002/WD-ws-desc-reqs-20020429/)

122. Web Services/SOAP and CORBA. [http://www.xs4all.nl/~
irmen/comp/CORBA_vs_SOAP.html](http://www.xs4all.nl/~irmen/comp/CORBA_vs_SOAP.html)

123. XQuery 1.0: An XML Query Language, W3C Working Draft
15 November 2002, <http://www.w3.org/TR/2002/WD-xquery-20021115/>

ISBN 978-5-8044-0959-0

© Владивостокский
государственный университет
экономики и сервиса, 2007

ПРЕДИСЛОВИЕ

Авторы выражают глубокую признательность коллективу Владивостокского государственного университета экономики и сервиса, при активном участии которых в университете отрабатывались организационно-технические решения, направленные на создание корпоративной информационной среды университета. Понимание стратегической роли информационных технологий в развитии университета и постоянное внимание к вопросам использования информационных ресурсов в управлении и учебном процессе со стороны ректора Владивостокского государственного университета экономики и сервиса (ВГУЭС) профессора Лазарева Г.И. обеспечили условия для создания и внедрения на корпоративном уровне успешных ИТ-решений.

Инициатором разработки первых систем управления учебным процессом был проректор по учебной работе профессор Голиков С.Ю. В разработке и внедрении приложений и сервисов информационной среды ВГУЭС принимали участие программисты отдела информационных сервисов и корпоративных приложений, Приморского регионального ресурсного центра и Дальневосточного кадастрового бюро.

Большой вклад в обоснование методических положений, использованных авторами решений внес д-р физ.-мат. наук, профессор, зав. отделом Института автоматизации и процессов управления ДВО РАН Клещев А.С.

Корпоративная информационная среда разрабатывалась для всех сотрудников и студентов университета, заинтересованность и усердие которых в освоении передовых ИТ-решений сделали информационную среду востребованной и успешной.

98. IEEE 1484.12.1-2002. Learning Object Metadata standard. – New York: IEEE, 2002

99. IEEE P1484.1/D9, 2001-11-30 Learning Technology Learning Technology Systems Architecture – (LTSA) <http://edutool.com/ltsa>

100. IMS QTI v.1.2. <http://www.imsglobal.org>

101. Kimball, R. (1996) The Data Warehouse Toolkit: Practical Techniques for Building Dimensional Data Warehouses. John Wiley & Sons.

102. Kimball, R. The Data Webhouse Toolkit: Building the Web-Enabled Data Warehouse. John Wiley & Sons: 2000.

103. Kirsimae S..The User Management System for the University of Tartu // Proceedings of 10-th International Conference of European University Information Systems ENUS 2004. Slovenia 2004. Pp. 96–101.

104. Kohutkova J. Meta-Transformations in systems integration: the concept and the use // Proceedings of 10-th International Conference of European University Information Systems ENUS 2004. Slovenia 2004. Pp. 253–258.

105. Lenzirini, M. Data Integration: A theoretical perspective // *PODS*. 2002.

106. Offali R., Harkey D., Edwards J. Instant CORBA. Wiley, Inc.1997.

107. Ounapuu E. Web services and software agents usage in web-based educational systems // Proceedings of 10-th International Conference of European University Information Systems ENUS 2004. Slovenia 2004. Pp. 56–60.

108. Price R., Shanks G. A Semiotic Information Quality Framework // Proc. IFIP International Conference on Decision Support Systems (DSS2004): Decision Support in an Uncertain and Complex World, Prato. 2004.

109. Rita-Silva A., Santos P. An Integrated Strategy for the Development of Higher Education Institutions Information Systems // Proceedings of 10-th International Conference of European University Information Systems ENUS 2004. Slovenia 2004. Pp. 195–200.

110. Sandhu R.S., Coeney E.J., Feinstein H.L., Youman Ch. Role Based Access Control Model // *IEEE Computer*, Vol. 29. № 2. 1996. P. 38–47.

111. SCORM – <http://www.adlnet.org/>

112. Shakhgeldyan C.J., Kryukov V.V. Integration of University Information Resources into the Unified Information Environment //

ВВЕДЕНИЕ

Построение корпоративной информационной среды (КИС) вуза представляет в последнее время большой интерес для специалистов в области информационных технологий (ИТ) и всей университетской общественности. Развитие такой среды часто связывают с развитием собственно вуза как конкурентоспособного образовательного учреждения. Многие задачи в университете не только решаются с использованием информационных технологий, но и инициируются их развитием и внедрением.

Закон Российской Федерации «Об информации, информатизации и защите информации» 1995 г. [76] определяет информатизацию как организационный социально-экономический и научно-технический процесс создания оптимальных условий для удовлетворения информационных потребностей и реализации прав граждан, органов государственной власти, органов местного самоуправления, организаций, общественных объединений на основе формирования и использования информационных ресурсов. В настоящее время в литературе термин «информатизация» подчеркивает переход к информационному обществу, т.е. обществу, где информационные технологии не только поддерживают права граждан, но и определяют их обязанности [8, 19]. То есть информатизация рассматривается как процесс последовательного развития информационных ресурсов и способов их доставки потребителям [77].

Инновации в управлении образовательным учреждением на базе информационных технологий являются ключевым механизмом, который позволит создать преимущества в конкурентной среде. В этой связи основными мероприятиями в развитии информатизации становятся создание надежной и эффективной инфраструктуры, внедрение унифицированных способов доступа к корпоративным данным, улучшение управляемости всего комплекса информационных ресурсов, а также обеспечение соответствия инфраструктуры стратегическим целям вуза. Комплексная реализация данных мероприятий может быть увязана с формированием корпоративной информационной среды, что обеспечит интеграцию информационных ресурсов и позволит создать информационную инфраструктуру в соответствии с действующей

конференции «Открытое образование и информационные технологии». – Пенза, 2005. С. 368–371.

84. Шахгельдян К.И., Крюков В.В., Гмарь Д.В. Система автоматического управления правами доступа к информационным ресурсам вуза // Информационные технологии. 2006. № 2. С. 19–29.

85. Шахгельдян К.И., Садон Е.В. Проблемы развития и внедрения системы тестирования в высшем учебном заведении // Открытое образование. 2006. № 2. С. 28–40.

86. Шееп А-В. Бизнес-процессы. Основные понятия, теория, методы. – М.: Весть-МетаТехнолония, 2001. – 154. с.

87. Шовкун А. Как повысить прозрачность аналитических систем и снизить их ТСО // Директор ИС. 2005. № 5. (<http://www.osp.ru/text/302/173983.html>)

88. Якунин Ю.Ю. Оптимальное управление формированием штатов профессорско-преподавательского состава вуза: Автореф. дис. ...канд. наук. – Красноярск: КГТУ, 2005. С. 20.

89. Arkhipova E., Tingaev A., Shakhgelyan K. Testing Information System at Vladivostok State University of Economics // Proceedings of Distance Learning and Internet Conference. 2005. Russia. Pp. 108–112.

90. Berg A., Bode J., Bataille J. Integration of campus wide information systems using a hub and spoke architecture // Proceedings of the 10-th International Conference of European University Information Systems (EUNIS 2005), UK.

91. CalNet Active Directory. University of California, Berkeley. <http://calnetad.berkeley.edu/documentation/about.html>

92. Codd, E.F., Codd, S.B., & Salley, C.T. (1993). *Providing OLAP (on-line analytical processing) to user-analysts: An IT mandate*. Technical report.

93. Dublin Core – <http://dublincore.org/>

94. Grinev, M., & Kuznetsov, S. (2002). UQL: A Query Language on Integrated Data in Terms of UML. *Programming and Computer Software*, 28 (4), 189–196.

95. Halevy, A.Y., Ashish, N., Bitton, D., Carey, M.J., Draper, D., Pollock, J., Rosenthal, A., & Sikka, V. (2005). Enterprise information integration: challenges and controversies. *SIGMOD*.

96. Halevy, A. Y. Data Integration: A Status Report. 2003. *BTW*.

97. Hao He. What is Service-oriented Architecture. 2003. <http://www.xml.com/pub/a/ws/2003/09/30/soa.html>

71. Терехов А.Н. Кияев В.И. Комаров С.Н. Принципы информатизации системы управления в Санкт-Петербургском государственном университете // Вестник СПб. ун-та. Сер. 8. 2004. Вып. 2 (№ 16). С. 187–201 / СПб. ун-та. (<http://www.iti.spbu.ru/ru/labs/lisp/concept.asp>).

72. Требования к отраслевой информационной системе сферы образования Российской Федерации // Телекоммуникации и информатизация образования. 2002. № 1. С. 18–28.

73. Тюкавкин А.Л., Антошин С.В. Открытые интерфейсы сервисов в системах управления обучением // Докл. на международной конференции ИТО. – М., 2005.

74. Урманцев Ю.А. Общая теория систем: состояние, приложения и перспективы развития // Система, Симметрия, Гармония. – М.: Мысль, 1988. С. 38–124. (<http://www.sci.aha.ru/ots/index.htm>)

75. Хенкин В., Навроцкий С. Опознанные летающие объекты // Открытые системы. 1999. № 9. (<http://www.osp.ru/text/302/177852/>)

76. Федеральный закон «Об информации, информатизации и защите информации». Принят Государственной Думой 25 января 1995 г.

77. Фридланд А.Я. Об уточнении понятия «информатизация» // Интернет-конференция «Новые инфокоммуникационные технологии в социально-гуманитарных науках и образовании: современное состояние, проблемы, перспективы развития». 2002.

78. Черняк Л. Открытые системы и проблемы сложности // Открытые системы. 2004. № 8. <http://www.osp.ru/os/2004/08/060.htm>

79. Черняк Л. ВМР – близкие перспективы и далекие горизонты // Открытые системы. 2004. № 11. С. 23–29.

80. Шагурина Н. Web-службы: новая парадигма интеграции? // Сетевой. 2003. № 2.

81. Шахгельдян К.И. Корпоративная информационная среда: подход, основанный на понятиях // Информационные технологии моделирования и управления. 2006. № 4(29). С. 503–510.

82. Шахгельдян К.И. Модель обобщенного репозитория метаданных корпоративной информационной среды вуза // Системы управления и информационные технологии. 2006. № 2(24). С. 201–204.

83. Шахгельдян К.И. Опыт интеграции при разработке информационной среды вуза // Приложение к журналу «Открытое образование»: Материалы Всероссийской научно-методической

организационной структурой и принятыми бизнес-правилами. На современном этапе информационная среда из средства предоставления доступа к необходимой информации превратилась в обязательный компонент инфраструктуры управления вузом и совокупность интеллектуальных сервисов, без которых сегодня невозможно представить организацию управления и обучения в вузе.

Проекты по внедрению систем автоматизации управленческой деятельности традиционно охватывают широкий спектр задач от дополнительной формализации процедур сбора и хранения управленческой информации до осуществления изменений в организационной структуре управления и перераспределения обязанностей. Отличительной особенностью данного типа проектов является то, что от успеха или провала проекта может зависеть эффективность функционирования вуза в целом. По этой причине тщательное планирование и контроль не только технических, организационных, но и человеческих аспектов внедрения системы приобретают особую важность.

Пользовательская аудитория КИС вуза может быть различной – от среды, предназначенной только для верхнего уровня управления, до среды «для всех», в которой объем и глубина полномочий определяются ролью, которую пользователь играет в университете.

Концепции информатизации разработаны во многих вузах [37–39, 71]. Основные цели информатизации вуза определяются как «повышение эффективности управления, качества образования, качества научной деятельности и качества предоставляемых услуг одновременно со снижением риска принятия необоснованных решений, непроизводительных затрат и времени поиска необходимой информации» [71].

Анализ показывает, что в большинстве организаций, имеющих действующие информационные системы, персонал страдает вовсе не от нехватки нужной информации, а от избытка неадекватной информации и от большого числа корпоративных приложений, имеющих уникальный пользовательский интерфейс. Кроме того, многие сотрудники либо не знают, какие ресурсы и сервисы доступны, либо не понимают, как ими воспользоваться, а порой не имеют возможности это сделать (в подразделении не-

достаточно компьютеров общего пользования). У персонала нет возможности оперативно опубликовать неструктурированные данные и сделать их доступными определенной целевой группе (сотрудники, студенты, преподаватели). В учебном процессе явный дефицит качественных цифровых методических материалов, а те, которые есть, трудно «донести» до студента. Трудности и с обратным переносом материалов от цифры к аналоговому виду. Есть проблемы с идентификацией пользователей при доступе к ресурсам и управлением собственно информационными ресурсами. Нет информационной поддержки для ключевых задач управленческого учета и групповой работы пользователей. В вузах назрела потребность разделить вычислительную сеть и сеть доступа к данным. Авторы на личном опыте убедились, что создание и организация жизненного цикла корпоративных систем – это сложная организационная, техническая и технологическая задача, а взаимная увязка согласованной работы отдельных систем и интеграция данных – отдельная проблема, решение которой обеспечивает устойчивость среды и достигается путем функциональной, технической, программной и информационно-лингвистической совместимости. Обязательным этапом создания корпоративных систем должно быть документирование разработок на базе разумного применения стандартов, что гарантирует создание успешных систем.

Как можно определить основные задачи, которые должна решать информационная среда вуза? Деятельность любой компании (или организации) связана с обработкой информации и от того, насколько хорошо решены и организованы процессы хранения, обработки, передачи и использования информации, во многом зависит успешная деятельность компании. Деятельность вуза самым тесным образом связана с управлением бизнес-процессами и своевременным принятием решений, которые позволят унаследовать оптимальное отношение между потребностями и целями вуза. В любом вузе можно выделить три основных «элемента», между которыми существует тесная взаимосвязь, – это люди, процессы и данные.

Авторы понимают под информатизацией университета комплекс мер, направленных на улучшение деятельности университета как системы. Чтобы повысить эффективность работы уни-

ской научной конференции «Научный сервис в сети Интернет» (г. Новороссийск, 20–25 сентября 2004). – М.: МГУ, 2004. С. 165–167.

61. Новаков И.А. О внедрении системы «Университет» в Волгоградском государственном техническом университете. Единая образовательная информационная среда / И.А. Новаков, А.М. Дворянкин, Р.Л. Смелянский, И.В. Терехов // Журнал МО РФ <http://emag.integro.ministry.ru/cgi-bin/index.php?num=249>. 2004. Вып. № 2.

62. Поляков А.А., Смелянский Р.Л., Старых В.А. Концепция создания интегрированной автоматизированной информационной системы Минобразования России (проект) // Телекоммуникации и информатизация образования. 2002. № 1. С. 5–17.

63. Роганов Е.А. Интернет-технологии и свободное программное обеспечение в Московском государственном промышленном университете // Тр. Всероссийской научной конференции «Научный сервис в сети Интернет» (г. Новороссийск, 22–27 сентября 2003). – М.: МГУ, 2003. С. 355–358.

64. Рузанова Н.С. Развитие ИАИС как системы с распределенной обработкой данных // Тр. Всероссийской научно-методической конференции «IT-инновации в образовании». – Петрозаводск, 2005.

65. Рычихина Э.Н. Информационное обеспечение исследования системы управления образовательным учреждением // Инновации в образовании. 2003. № 6. С. 63–69.

66. Смелянский Р.Л., Иевенко М.В. Возможности системы «Университет» компании Редлаб для формирования и реализации стратегии развития вуза // Университетское управление. 2004. № 3. С. 18–25.

67. Стандарт «Метаданные информационных образовательных ресурсов для Интернет-каталогов» / ГНИИ ИТТ «Информика». – М., 2004.

68. Старых В.А., Дунаев С.Б. Кросс-платформенные Web-решения интеграции информационных ресурсов и данных в организации взаимодействия гетерогенных информационных систем // Тр. Всероссийской научно-методической конференции «Телематика». – СПб., 2005. <http://tm.ifmo.ru/tm2005/src/020c.pdf>

69. Страссман П. Конец ERP // ComputerWorld, 2003, август.

70. Таненбаум Э., ван Стен М. Распределенные системы: принципы и парадигмы. – СПб.: Питер, 2003. – 877 с.

ной конференции «Научный сервис в сети Интернет» (г. Новороссийск, 20–25 сентября 2004). – М.: МГУ, 2004. С. 3–4.

51. Курмышев Н.В. Построение портала вуза на платформе WebSphere Portal. Концепция и опыт внедрения в Новгородском государственном университете / Н.В. Курмышев, В.В. Герасимов, С.В. Попов, А.Н. Прямыков, А.Н. Рыжков, М.И. Кривый // Тр. Всероссийской научно-методической конференции «Телематика». – СПб., 2005. <http://tm.ifmo.ru/tm2005/src/252c.pdf>

52. Линьков В.М., Линькова А.В. Вопросы автоматизации управления учебным процессом в вузе: ИТО. – М., 2003 <http://ito.edu.ru/2003/IV/IV-0-1862.html>

53. Липаев В.В. Системное проектирование сложных программных средств для информационных систем. – М.: СИНТЕГ, 2002. – 268 с.

54. Лобачев С.Л. Оптимизация процесса обновления ПО в территориально-распределенной информационно-образовательной среде открытого образования // Информационные технологии. 2004. № 2. С. 47–52.

55. Лобачев С.Л. Структуризация информационно-методического обеспечения информационно-образовательной среды открытого образования // Информационные технологии. 2005. № 2. С. 64–70.

56. Лобачев С.Л. Оптимизация. Система обслуживания информационных потребностей // Тр. Всероссийской научной конференции «Научный сервис в сети Интернет» (г. Новороссийск, 20–25 сентября 2004). – М.: МГУ, 2004. С. 139–141.

57. Материалы по созданию интегрированной информационной среды сферы образования <http://www.informika.ru/text/inftech/iais/>

58. Михайлов С. КИАС: слагаемые успеха при создании и внедрении // СЮ. 2004. № 4 (http://www.bi.lanit.ru/events/cio_2004-04.htm)

59. Морозов В.П. Модель оценки влияния информационных воздействий на качество информации в автоматизированных системах управления / В.П. Морозов, А.В. Неволин, О.Г. Никитин, В.А. Скляр // Телекоммуникации. 2004. № 10. С. 35–39.

60. Нестеренко А.К. Интеграция информационных потоков посредством координирующих рабочих процессов / А.К. Нестеренко, Т.М. Сысоев, А.А. Бездушный, А.Н. Бездушный // Тр. Всероссий-

ского университета, нужно комплексно воздействовать на систему в целом – стратегию, сетевую инфраструктуру, организационную структуру, систему управления, систему оплаты, корпоративную культуру.

Основной технологический процесс, позволяющий достичь эффекта от информатизации, – улучшение управляемости корпоративными данными и процессами, чего невозможно достигнуть без создания корпоративной информационной среды университета. Полноценная корпоративная информационная среда вуза дает возможность управлять знаниями, что позволит: развивать инновации, улучшать восприимчивость персонала (быстрее решать возникающие проблемы), увеличивать производительность труда (сокращать время поиска нужного решения в управлении и объема выполненных работ в учебном процессе), развивать компетентность персонала.

Можно рассматривать информатизацию вуза как процесс перехода к такому состоянию корпоративной информационной среды, при котором пользователи получают доступ к необходимой, актуальной, полной, корректной и непротиворечивой информации, а сами ИТ-решения так вплетены в основные деловые процессы вуза, что персонал и студенты уже не могут обходиться без сервисов, предоставляемых информационной средой. При этом должностные обязанности выполняются персоналом с большей эффективностью, а обучение студентов ведется с лучшим качеством, что делает инвестиции в ИТ экономически оправданными.

На фоне предстоящего сокращения числа вузов, консолидации различных уровней образования под эгидой вузов, сокращения набора и усиливающейся конкуренции в ближайшем будущем успешными станут вузы, которые способны быстро реагировать на внешние изменения, имеют гибкие бизнес-модели, рассматривают информационные технологии как основу эффективного управления, средство достижения конкурентных преимуществ и неотъемлемую часть общекорпоративной стратегии. Передовые бизнес-модели и инновации станут главными конкурентными преимуществами университета в течение ближайших лет. Одновременно с этим возрастет роль информационных технологий, т.к. передовые ИТ-решения будут основным фактором реализации стратегических целей университета, усиления инно-

вационных изменений и укрепления целостности образовательной деятельности как бизнеса.

В связи с предстоящим вступлением в ВТО и связанной с этим глобализацией образовательных услуг формируется набор требований к национальной системе образования. Одним из основных таких требований является способность работы на подвижном, быстро меняющемся рынке образовательных услуг. Такая способность может быть обеспечена в вузах с процессно-ориентированной структурой управления и автоматизированными (а значит и управляемыми!) бизнес-процессами. Без единой ИТ-стратегии, привязанной к бизнес-целям университета, трудно надеяться на создание эффективной модели управления как учебным процессом, так и университетом в целом.

Развитие технологий, а технологии автоматизированного управления бизнес-процессами вуза в числе первых – это ключ к решению проблемы конкурентоспособности вуза.

38. Концепция информатизации Новгородского государственного университета. <http://www.admin.novsu.ac.ru/uni/uni.nsf/all/CDB009FFF00F7D3AC32568AF004B51D8!open>

39. Концепция информатизации Ростовского государственного университета на 2001–2005 годы / Под ред. Л.А. Крукиер. – Ростов-н/Д: Изд-во РГУ, 2001. – 149 с.

40. Крюков В.В., Шахгельдян К.И. Информационная среда как элемент управления вузом // Контроллинг. 2005. № 2(14). С. 46–55.

41. Крюков В.В., Шахгельдян К.И. Информационные технологии в управлении вузом // Университетское управление: практика и анализ. 2005. № 2. С. 85–94.

42. Крюков В.В., Шахгельдян К.И. Развитие информационной инфраструктуры вуза для решения задач управления // Университетское управление: практика и анализ. 2004. № 4. С. 67–77.

43. Крюков В.В., Шахгельдян К.И. Типовые организационные и технологические решения для создания региональной информационной среды вуза и филиалов // Открытое образование. 2004. № 5.

44. Крюков В.В., Шахгельдян К.И. Проблемы интеграции данных и унификации доступа к приложениям в единой информационной среде вуза // Тез. докл. международной конференции. – СПб.: Телематика, 2004.

45. Крюков В.В., Шахгельдян К.И. Проблемы создания интегрированной информационной среды вуза // Телекоммуникации и образование. 2005. № 6. С. 56–68.

46. Крюков В.В., Майоров В.С., Шахгельдян К.И. Алгоритм баланса нагрузки для обеспечения режима реального времени в распределенной системе сбора и обработки данных // Информационные технологии. 2004. № 7. С. 11–17.

47. Крюков В.В., Шахгельдян К.И. Интеграция образовательных ресурсов в единый корпоративный портал // Тр. конференции ИТО. – М., 2003.

48. Крюков В.В., Шахгельдян К.И. Развитие информационной среды вуза // Тр. ТИПВСИТ. – М., 2005. С. 298–303.

49. Курганская Г.С. Модели, методы и технология дифференциального обучения на базе Интернет: Автореф. дис. ... д-ра наук. – М., 2001.

50. Курганская Г.С., Пескова Л.А., Юдалевич Н.В. Организация коллективной работы в Интернет // Тр. Всероссийской науч-

основе процессно-ролевого подхода»: Автореф. дис. ... д-ра наук. – М., 2005.

29. Игнатова И.Г., Соколова Н.Ю. Электронный учебный план как основа интеграции компьютерных средств обучения в системе ОРОКС // Открытое образование. 2004. № 3. С. 51–54.

30. Иевенко М.В. Использование встроенных методик ERP-решений при внедрении системы «Университет» // Университетское управление. 2004. № 1. С. 96–104.

31. Интернет-технологии – образованию / Под ред. В.Н. Васильева, Л.С. Лисицыной. – СПб.: Питер, 2003. – 464 с.

32. Карауш А.С. Модели тиражирования библиографических баз данных // Формирование современной информационно-библиотечной среды: Сб. науч. тр.: Автореф. дис. ... д-ра наук. – Новосибирск ГПНТБ СОРАН, 2004. С. 180–197.

33. Кияшко Т.М. Разработка информационного программного комплекса вуза на базе технологий и продуктов корпорации ORACLE / Т.М. Кияшко, В.А. Кондратенко, О.Д. Орехова, Л.А. Пищак // Тр. Всероссийской научной конференции «Научный сервис в сети Интернет» (г. Новороссийск, 22–27 сентября 2003). – М.: МГУ, 2003. С. 73–75.

34. Кияшко Т.М. Возможность поддержки бизнес-процессов вуза с помощью информационного интегрирующего комплекса / Т.М. Кияшко, В.А. Кондратенко, О.Д. Орехова, Л.А. Пищак // Тр. Всероссийской научной конференции «Научный сервис в сети Интернет» (г. Новороссийск, 20–25 сентября 2004). – М.: МГУ, 2004. С. 73–75.

35. Кияшко Т.М. Разработка подсистемы «учебно-методическое обеспечение учебного процесса» в рамках информационного программного комплекса вуза / Т.М. Кияшко, В.А. Кондратенко, О.Д. Орехова, Л.А. Пищак, Р.Н. Селин // Тр. Всероссийской научной конференции «Научный сервис в сети Интернет» (г. Новороссийск, 20–25 сентября 2004). – М.: МГУ, 2004. С. 146–147.

36. Кондратенко В.А. Управление доступом к ресурсам и сервисам в интегрирующем информационном комплексе РГУ / В.А. Кондратенко, Л.А. Пищак, Р.Н. Селин // Тр. Всероссийской научной конференции «Научный сервис в сети Интернет» (г. Новороссийск, 22–27 сентября 2003). – М.: МГУ, 2003. С. 304–306.

37. Концепция информатизации Казанского государственного университета. http://www.kcn.ru/tat_ru/uni/index.htm

Глава 1. РЕЗУЛЬТАТЫ ИНФОРМАТИЗАЦИИ ВУЗОВ

Состояние информатизации в вузах анализируется с точки зрения формирования корпоративной информационной среды на основе опубликованных материалов и сведений, доступных в Интернете на сайтах университетов. Достаточно упрощенно КИС вузов можно разделить на две группы: в одну включены среды, которые используют единое технологическое решение, в другую – среды, которые строятся на базе интеграции различных технологий и систем управления базами данных (СУБД).

1.1. ИТ-решения на базе единой технологии

В этот раздел включены вузы, в которых используются информационные системы собственной разработки на единой технологической основе, а также в которых в качестве ядра информационной среды используются коммерческие решения класса систем управления ресурсами предприятия – Enterprise Resources Planning (ERP).

В Московском государственном институте электронной техники (МИЭТ) создана информационная среда поддержки образовательного процесса (<http://www.mocnit.miee.ru/mocnit/ishi.html>) [23–29]. Первоначально система ОРОКС разработана для поддержки дистанционного обучения, а затем была преобразована в систему управления образовательным процессом в целом. Среда ОРОКС интегрирует управление учебным процессом (формирование учебных планов, учет контингента студентов, создание расписания, учет успеваемости) и поддержку учебного процесса (формирование учебных материалов курса, создание тестовых заданий, лабораторных работ, проведение тестирования, обмен сообщениями). Особенностью среды ОРОКС является поддержка стандартов на описание электронных обучающих ресурсов и на электронные документы (IMS и Dublin Core) [28]. В среде созданы электронные ресурсы по 80 дисциплинам для дистанционной технологии обучения. В полной мере среда ОРОКС внедрена в институте дистанционного образования.

Развитие информационной системы Иркутского государственного университета (ИГУ) ведется на российско-американском факультете (<http://www.hecadem.irk.ru:8100>). Система «Гекадем» предназначена для поддержки учебного процесса высшего учебного заведения на базе телекоммуникационных технологий [49, 50]. Система разработана с использованием технологии РНР и СУБД Postgres. В системе интегрированы управление образовательным процессом и информационная поддержка проведения учебного процесса. Система «Гекадем», так же как и система ОРОКС, разрабатывалась как система, ориентированная на контент (информационная поддержка образовательного процесса), а затем доработана до системы управления. Подсистема Деканат в «Гекадем» позволяет создавать учебные программы, формировать учебные планы и учебные группы, организовывать учебный процесс. Конструктор курсов обеспечивает поддержку размещения курсов преподавателями вуза. Обязанностью тьютеров является сопровождение курса, работа со студентами (консультации, проверка отчетов по лабораторным и практическим заданиям, организация тестирования).

Отличительной особенностью реализации системы «Гекадем» в ИГУ является то, что все преподаватели факультета, на котором внедрена система, являются ее активными пользователями. Комплексно система внедрена на российско-американском факультете ИГУ, где административно регулируется использование ресурсов системы, – каждый преподаватель факультета обязан в своей работе использовать систему «Гекадем», а деканат факультета полностью контролирует учебный процесс, используя систему. Результатом является хорошо организованный, контролируемый и обеспеченный электронными ресурсами учебный процесс факультета. В настоящее время система «Гекадем» используется при обучении по 70-ти курсам (общее число курсов 250). Система применяется в Бурятском государственном университете и Иркутском государственном медицинском университете.

Информационная среда Московского государственного индустриального университета (МГИУ) строится на базе свободно распространяемого программного обеспечения с использованием РНР, Perl и СУБД Postgres (<http://www.chair36.msiu.ru>). Информа-

18. Даничев А.А. Методы и алгоритмы обработки данных в порядковых шкалах для систем поддержки принятия решений: Автореф. дис. ... канд. наук. – Красноярск: КГТУ, 2005. С. 20.

19. Еременко Т.В. Информатизация вузовских библиотек в России и США: сравнительный анализ: Монография. – М., 2003. – 333 с.

20. Журавлев В.М. Автоматизированная информационная система «Учебное планирование» / В.М. Журавлев, А.М. Даничев, Н.А. Шубина // Бюллетень "CAD/CAM/CAE/CALS". 2(5). – Красноярск: КГТУ, Научно-образовательный центр интегрированных компьютерных технологий, 2004. С. 10–32.

21. Запрягаев С.А. Развитие информационно-образовательной среды Воронежского госуниверситета / С.А. Запрягаев, С.Д. Курлагин, А.П. Тостобров // Тр. Всероссийской научной конференции «Научный сервис в сети Интернет» (г. Новороссийск, 22–27 сентября 2003). – М.: МГУ, 2003. С. 113–115.

22. Запрягаев С.А. Создание иерархической системы представительства портала виртуального университета / С.А. Запрягаев, С.Д. Курлагин, А.П. Тостобров // Тр. Всероссийской научной конференции «Научный сервис в сети Интернет» (г. Новороссийск, 20–25 сентября 2004). – М.: МГУ, 2004. С. 238–240.

23. Игнатова И.Г. Организация разграничения доступа на основе семантических уровней взаимодействия пользователей с информационной средой // Информационные технологии. 2005. № 7. С. 2–7.

24. Игнатова И.Г. Подходы к созданию системы поддержки функционирования репозитория портала // Интернет-порталы: содержание и технологии: Сб. научн. ст. Вып. 1. – М.: Просвещение, 2003. С. 559–583.

25. Игнатова И.Г. Принципы образовательной и научно-технической информатизации вуза // Высшее образование сегодня. 2004. № 11. С. 55–56.

26. Игнатова И.Г. Электронная среда информационного взаимодействия в рабочих процессах вуза // Высшее образование сегодня. 2004. № 9. С. 60–62.

27. Игнатова И.Г. Система полномасштабного электронного обучения в вузе // Высшее образование сегодня. 2004. № 10. С. 56–58.

28. Игнатова И.Г. Корпоративные электронные информационные среды поддержки научно-образовательной деятельности на

9. Васильев В.Н. Модели управления вузом на основе информационных технологий. – Петрозаводск: ПетрГУ, 2001. С. 100.

10. Васильев В.Н. ИАИС как корпоративная система управления вузом / В.Н. Васильев, Н.С. Рузанова, О.Ю. Насадкина, И.А. Попова, Я.Е. Штивельман // Тр. Всероссийской научно-методической конференции «Телематика». – СПб., 2005. http://tm.ifmo.ru/tm2005/db/doc/get_thes.php?id=339

11. Васильев В.Н., Стафеев С.К. Компьютерные информационные технологии – основа образования XXI века // Сб. ст. «Современные образовательные технологии». – СПб., 2001.

12. Васильев В.Н. Федеральный естественнонаучный образовательный портал как часть единой Интернет-системы «Российское образование» / В.Н. Васильев, С.К. Стафеев, А.П. Мельничук // Тр. Всероссийской научной конференции «Научный сервис в сети Интернет» (г. Новороссийск, 22–27 сентября 2003). – М.: МГУ, 2003. С. 341–342.

13. Гайдамакин Н.А. Количественные характеристики и методы анализа индивидуально-группового разграничения доступа к компьютерным системам / НТИ Сер. 2. // Информационные процессы и системы. 2003. № 4. С. 16–24.

14. Глухих И.Н. Корпоративная информационная система университета // Университетское управление. 2005. № 5. С. 68–76.

15. Голубев А.В. Внедрение международного стандарта LOM (IEEE) в практику метаописания ресурсов регионального образовательного портала республики Карелия / А.В. Голубев, О.Ю. Насадкина, Е.В. Фотина // Тр. Всероссийской научно-методической конференции «Телематика». – СПб., 2005. http://tm.ifmo.ru/tm2005/db/doc/get_thes.php?id=339

16. Гридина Е.Г. О состоянии и направлениях развития информационного содержания и регламента взаимодействия в распределенной системе образовательных порталов / Е.Г. Гридина, Д.А. Иванников, И.И. Чиннова // Тр. Всероссийской научной конференции «Научный сервис в сети Интернет» (г. Новороссийск, 22–27 сентября 2003). – М.: МГУ, 2003. С. 20–21.

17. Гринев М. Особенности СУБД Sedna. XML-СУБД Sedna: технические особенности и варианты использования / М. Гринев, С. Кузнецов, А. Фомичев // Открытые системы. 2004. № 8.

ционная среда МГИУ поддерживает работу нескольких служб университета и обеспечивает автоматизацию следующих процессов: управление персоналом и оргструктурой вуза, управление учебным процессом (формирование учебных планов, приемная комиссия, расчет нагрузки, учет контингента, учет успеваемости, составление расписания), управление библиотекой (учет литературы, подготовка информации по обеспеченности литературой дисциплин вуза) [63]. Информационная среда МГИУ включает портал вуза, который поддерживает только функции просмотра данных.

Достоинством информационной среды МГИУ является то, что среда используется как корпоративная во всем вузе. К недостаткам можно отнести ориентацию на технологии с открытым кодом, что ограничивает интеграцию с промышленными ИТ-решениями.

Интегрированная автоматизированная информационная система управления вузом Пензенского государственного педагогического университета включает следующие компоненты: управление организационной структурой вуза и персоналом, управление учебным процессом (формирование дисциплин, учебных планов, расчет нагрузки, управление контингентом студентов, учет успеваемости, автоматизация приемной комиссии), управление научно-исследовательскими работами (учет научно-исследовательских работ, контроль выполнения научно-исследовательских работ) [52]. Система разработана на Delphi, используется архитектура клиент-сервер, все данные хранятся в единой базе данных Oracle. В системе отсутствует веб-интерфейс, что свидетельствует об ограниченном числе пользователей и затрудняет удаленный доступ к ресурсам среды. Недостатком системы является отсутствие информационных ресурсов и сервисов поддержки проведения учебного процесса.

В Петрозаводском государственном университете (ПетрГУ) с 2002 года ведется разработка и поэтапное внедрение информационной среды на основе СУБД Oracle. В настоящее время автоматизированы бухгалтерский учет и финансовое планирование, управление персоналом, управление учебным процессом (приемная кампания, формирование учебных планов, расчет нагрузки, учет успеваемости, учет контингента студентов, учет проживания

в общежитии), научная деятельность, маркетинговые исследования и хозяйственные операции [9, 10, 64]. Вычислительная сеть ПетрГУ объединяет четыре филиала, которые используют режим работы on-line с подсистемами управления учебным процессом и договорами. Ресурсы информационной среды ПетрГУ используют небольшое количество пользователей (145 пользователей при персонале 2500), что обусловлено преобладанием в системе учетных процедур, ориентированных в большей степени на руководящее звено вуза.

В Московском государственном университете (МГУ) на факультете вычислительной математики и кибернетики (ВМиК) и Волгоградском государственном техническом университете (ВолГТУ) внедрена система «Университет», разработанная компанией RedLab на базе SAP R/3 [61]. Внедрены подсистемы управления персоналом (оргструктура, персонал, заработная плата), финансовой деятельностью (бухгалтерский учет и расчет стипендии), учебным процессом (приемная комиссия, учет студентов, формирование учебных планов, учет успеваемости), научно-исследовательской работой (публикации сотрудников, поисковая система «Конференции, выставки, семинары, симпозиумы») [30, 66]. Система «Университет» внедряется в настоящее время и в Уральском государственном университете (УрГУ) (<http://www.redlab.ru/?did=1605>).

В Санкт-Петербургском государственном университете информационных технологий, механики и оптики (СПбГУ ИТМО) разработана и внедрена «Информационная система университета», которая используется в деканатах, отделе кадров, бухгалтерии [11, 31]. Информационная система университета поддерживает управление персоналом, управление учебным процессом (учет контингента студентов, формирование учебных планов, учет учебно-методического обеспечения дисциплин, учет успеваемости, формирование расписания). Создан портал СПбГУ ИТМО для доступа к информационным ресурсам университета (хранилища данных и информационные системы). Пользователи имеют возможность не только получать доступ к информационным ресурсам, но и размещать свои материалы в портале, управлять собственными страницами и страницами подразделений. Например, преподаватели имеют возможность разместить учебные материа-

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Антипин К.В. Оперативная интеграция данных на основе XML: системная архитектура BizQuery / К.В. Антипин, А.В. Фомичев, М.Н. Гринева, С.Д. Кузнецов, Л.Г. Новак, П.О. Плешачков, М.П. Рекуц, Д.Р. Ширяев // Тр. Института системного программирования РАН 2004 г. <http://www.citforum.ru/internet/xml/bizquery/>
2. Архипова Е.Н. Интегрированная обучающая среда Аванта / Е.Н. Архипова, А.В. Гладкий, В.В. Крюков, В.С. Кулагин, М.А. Мамаев, К.И. Шахгельдян. – РОСПАТЕНТ. Свидетельство №2000611195 от 01.08.2000.
3. Архипова Е.Н. Информационно-обучающая среда на основе Java-технологии и сервисов Интернет / Е.Н. Архипова, В.В. Крюков, К.И. Шахгельдян // Дистанционное образование. 1999. № 5. С. 11–17.
4. Архипова Е.Н., Крюков В.В., Шахгельдян К.И. Разработка и внедрение интегрированных Интернет-сред обучения и тестирования // Proceedings of IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies, Kazan, Russia, 2002, pp. 312–314.
5. Бездушный А.А., Бездушный А.Н., Серебряков В.А. Схемы метаданных ЕНИП: практика применения OWL в ЕНИП // Сб. ст. «Информационное обеспечение науки. Новые технологии». – М., 2005. С. 155–182. http://www.benran.ru/Magazin/cgi-bin/Sb_05/pr_05.exe?!17
6. Бездушный А.А. Интеграция научных информационных систем по средствам механизма рабочих процессов / А.А. Бездушный, А.Н. Бездушный, А.К. Нестеренко, Т.М. Сысоев, И.О. Ярошук // Сб. статей «Информационное обеспечение науки. Новые технологии». – М., 2005. С. 183–198. http://www.benran.ru/Magazin/cgi-bin/Sb_05/pr_05.exe?!18
7. Булгаков М.В. Система федеральных образовательных Интернет-порталов: направления развития и интеграции / М.В. Булгаков, Е.Г. Гридина, Д.А. Иванников, И.И. Чиннова // Тр. Всероссийской научной конференции «Научный сервис в сети Интернет» (г. Новороссийск, 20–25 сентября 2004). – М.: МГУ, 2004. С. 265–266.
8. Васенин В.А. Информационные технологии в практике научных исследований и высшей школы. – М., 1997. – 300 с. (Рукопись диссертации).

ГИС – геоинформационные системы
ИПК – идентификационная пластиковая карта
ИТ – информационные технологии
КИС – корпоративная информационная среда
МОЛ – материально ответственное лицо
ОРМД – обобщенный репозиторий метаданных корпоративной среды вуза
СЕРУПП – система единой регистрации и управления правами пользователей
СУБД – системы управления базами данных
СУЭД – система управления электронным документооборотом.

лы в портале, привязав их к дисциплине, специальности и группе. Достоинством портала СПбГУ ИТМО является предоставляемая пользователям возможность управлять страницами подразделений и персональными страницами. К недостаткам портала следует отнести отсутствие ресурсов и сервисов, ориентированных на задачи управления вузом, и недостаточно гибкая система управления доступом к ресурсам портала, что усложняет процесс сопровождения.

Как видно из приведенных примеров, основными недостатками КИС, построенных на базе единой технологии, являются

1) невозможность обеспечить разнообразные функциональные требования; какой бы ни была технология разработки, всегда возникнет потребность в функциональности, выходящей за рамки используемой технологии; развитие КИС силами исключительно сотрудников вуза уменьшает возможности поддержки различных сфер деятельности вуза;

2) невозможность связать сетевую, организационную инфраструктуру в единое целое для эффективной поддержки задач управления;

3) ограниченность использования – в некоторых случаях по отдельным подразделениям (факультетам/институтам), в других случаях по пользователям (системы, ориентированные на управляющий персонал).

Конечно, не все эти недостатки одновременно присущи всем КИС, разработанным с использованием единой технологии. Тем более что все перечисленные КИС могут быть в дальнейшем интегрированы с другими системами с целью обеспечения необходимой функциональности или для повышения эффективности процедур управления и вовлечения новых категорий пользователей.

1.2. ИТ-решения на базе различных технологий

Информационная среда Воронежского государственного университета (ВГУ) автоматизирует финансово-хозяйственную деятельность (управление персоналом, начисление заработной платы, бухгалтерский учет, стипендия, учет договоров), управление учебным процессом (приемная комиссия, формирование учебных планов, расчет нагрузки, учет успеваемости). Информа-

ционная среда ВГУ имеет веб-интерфейс, разработанный с помощью технологии PHP [21, 22]. Для реализации дистанционной технологии обучения в ВГУ используется среда Lotus Learning Space. Особенностью информационной среды ВГУ является то, что среда интегрирует разнородные информационные системы.

В Ростовском государственном университете (РГУ) ведутся работы по развитию интегрирующего информационного комплекса (ИИК) на базе СУБД Oracle [33, 34]. Комплекс содержит информацию, полученную либо из учетных систем РГУ, либо введенную в подсистемах комплекса. ИИК РГУ представляет собой отчетную систему по данным, полученным из других систем и имеющую свою подсистему управления доступом на основании некоторого множества полномочий [36]. Кроме этого ИИК автоматизирует ведение персональной информации (включая публикации), управление учебной нагрузкой (ввод данных) и ее утверждение деканами и заведующими кафедрами, контроль исполнения распоряжений, работу диссертационного совета и обеспечивает поддержку учебно-методического обеспечения учебного процесса [35].

В Новгородском государственном университете (НовГУ) информационная среда строится на основе технологии WebSphere [51]. WebSphere позволила интегрировать базы данных Oracle, Lotus Notes, 1С бухгалтерия. В университете функционируют информационные системы управления учебным процессом (приемная комиссия, учет контингента студентов), административное управление (персонал и приказы), управление финансами (начисление стипендии, бухгалтерский учет). Интегрирующая технология WebSphere позволила развернуть сервисы (электронная почта, форум, поисковая система, каталог и библиотека образовательных ресурсов, сервер новостей, баннерная система и другие). В настоящий момент портал НовГУ (<http://www.novsu.ru/wps/portal>) предоставляет доступ к информации о подразделениях, телефонному справочнику, поиску сотрудников и студентов, расписанию занятий для отдельных институтов. Рубрикация каталога образовательных ресурсов НовГУ соответствует разработанному Министерством образования и науки стандарту. Реализована гибкая система поиска по каталогу и экспорт мета-описаний из системы федеральных образовательных порталов. Библиотека портала со-

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

- AD – Active Directory – служба каталогов Microsoft
- BPM – Business-processes Management – концепция управления бизнес-процессами
- BPMS – Business Process Management System – системы управления бизнес-процессами
- CORBA – Common Object Request Broker Architecture – объектно-ориентированная технология построения распределенных приложений
- DCOM – Distributed Component Object Model – технология построения распределенных объектов от Microsoft
- ERP – Enterprise Resources Planning – системы управления предприятием на основании планирования ресурсов
- IMS – глобальный консорциум обучения, занимающийся разработкой спецификаций на программное обеспечение и данные образовательного процесса
- IMS QTI – IMS Question & Test Interoperability – IMS спецификация на формирование тестов и вопросов
- J2EE – Java 2 Platform Enterprise Edition – стандарт для разработки многокомпонентных систем масштаба предприятия
- LOM – Learning Object Model – модель обучающих объектов
- LTSA – Learning Technology System Architecture – стандарт на архитектуру обучающих систем
- OAS – Oracle Application Server
- OLAP – On-line Analytic Processing – технология создания и обработки агрегированных данных
- SCORM – Sharable Content Object Reference Model – модель разделяемых объектов образовательного контента
- SOA – Service-Oriented Architecture – архитектура, ориентированная на сервисы
- SOAP – Simple Object Access Protocol – простой протокол доступа к объектам
- WSDL – Web-service Definition Language – язык описания веб-служб
- БП – бизнес-процессы
- ВАК – Высшая аттестационная комиссия

указанной последовательности. Этап считается законченным, когда все приказы подписаны всеми вышеперечисленными лицами. На заключительном этапе происходит автоматическое начисление стипендии в приложении расчета стипендии.

Автоматизация этого процесса позволяет облегчить труд деканата по созданию проектов приказов и бухгалтерии по вводу информации о стипендии, уменьшить ошибки при начислении стипендии.

Для запуска БП автоматического расчета стипендии разработана веб-служба, получающая данные об успеваемости студентов из системы успеваемости и преобразующая эти данные в XML документ по схеме, определенной в проекте BizTalk. Поскольку вся интеграция в BizTalk построена на базе XML, то для всех типов документов созданы XML схемы. Результатом работы веб-службы является информация об успеваемости всех студентов очной формы обучения.

В Microsoft BizTalk Server реализованы интегрированные друг с другом система автоматизации формализованных БП (оркестровка) и система обработки сообщений. На данном этапе для обмена сообщениями с КИС ВГУЭС используется протокол SOAP и файловая система. БП реализован в оркестровке с использованием графического интерфейса, напоминающего построение схем в Visio.

Этап расчета стипендии использует настраиваемые бизнес-правила, написанные в интерпретаторе бизнес-правил BizTalk. Редактор бизнес-правил BizTalk позволяет создавать правила первого уровня вложенности, при этом на этапе разработки автоматизации БП разработчик совместно с экспертом в области данного БП должен разработать и реализовать систему терминов этого БП, которыми будет оперировать аналитик при создании и модификации бизнес-правил. Бизнес-правила соответствуют приказу о порядке начисления стипендии. Например, для студентов, успешно закончивших семестр и имеющих за все дисциплины «отлично», сумма стипендии устанавливается в 1170 рублей.

Процедура сбора подписей приказов о начислении разработана с использованием ASP.NET. На этом этапе бизнес-правила используются для установки личности сотрудников, обладающих требуемыми ролями БП расчета стипендии (директор института, гл. бухгалтер, ректор). На заключительном этапе формируются приказы в формате XML, отсылаемые веб-службе, которая записывает данные о начисленной стипендии в приложение расчета стипендии.

держит полнотекстовые учебные материалы (курсы лекций, пособия, методические рекомендации, статьи и официальные документы). Новгородский образовательный портал интегрирован как с региональными серверами, так и с системой федеральных образовательных порталов «Российское образование» <http://www.edu.ru>. Специфические функции портала реализованы с помощью самостоятельно разработанных в НовГУ портлетов (Java2EE). Часть разработанных портлетов размещена в открытой библиотеке портлетов IBM и доступна для тиражирования.

В Красноярском государственном техническом университете (КГТУ) разработаны и внедрены автоматизированные информационные системы управления учебным процессом (приемная комиссия, учет контингента студентов, учет успеваемости, планирование и принятие решений) и управления финансами (начисление стипендии) [20]. Информационная среда КГТУ объединяет СУБД Gupta SQL Base, MS SQL Server, Borland IB, Lotus Notes, средства и технологии разработки клиентских и серверных приложений (Centura, Delphi, J2EE, CORBA). Отличительной особенностью информационной среды КГТУ является то, что она используется на всех факультетах, в деканатах, учебном управлении, бухгалтерии, отделе кадров. Достоинством среды КГТУ является ее способность к интеграции. Реализована интеграция данных через репликации (из 1С кадры в программы управления учебным процессом) и на основе логической связи между данными, хранящимися в Cache и Lotus Notes. Еще одной особенностью информационной среды КГТУ является повышенное внимание разработчиков к задачам поддержки принятия решений [18, 88].

В Таганрогском государственном радиотехническом университете (ТГРУ) разработан корпоративный портал, которым пользуются около 2 тыс. человек. Портал опирается на информацию о сотрудниках и студентах из автоматизированной системы университета. Автоматизированные системы ТГРУ покрывают задачи учета персонала, управления учебным процессом (приемная комиссия, формирование учебных планов, учет контингента студентов, расчет нагрузки на кафедру и назначение нагрузки на преподавателя, поддержка работы аспирантуры, формирования расписания, успеваемость студентов, расчет стипендии). Достоинством среды ТГРУ является то, что большинство модулей сре-

ды имеют веб-интерфейс и используются на корпоративном уровне. В настоящее время в среде ТГРУ внедряется электронный документооборот на основе коммерческого продукта PayDox.

Ливерпульский университет с 2000 г. разрабатывает систему управления учебным процессом на базе технологии Oracle e-Business Suite [116]. Система интегрирована с библиотечной системой, системой пластиковых карт, системой регистрации и авторизации с помощью процедур импорта/экспорта данных.

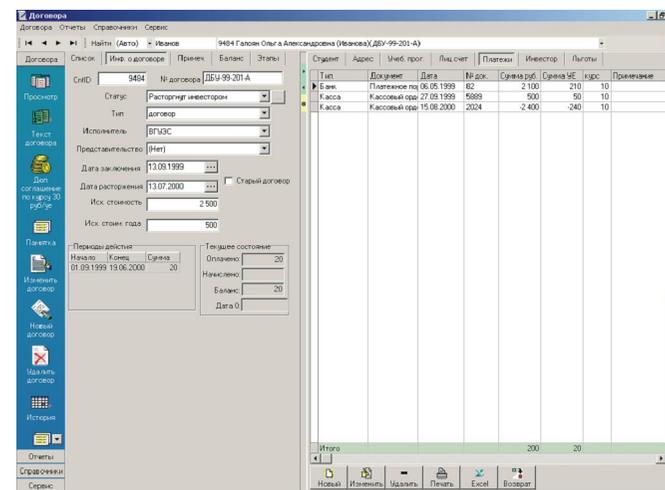
Технический университет Лиссабона разрабатывает КИС на основе идеи интеграции коммерческих решений и собственных разработок, используя коммерческие решения для задач административного управления, а собственные разработки – для задач управления учебным процессом и систем управления контентом [109].

КИС Амстердамского университета строится на базе интеграции различных, в том числе и коммерческих, решений с помощью технологии Oracle Interconnect [90]. Университет Беркли разрабатывает КИС на базе систем, поддерживающих интеграцию с использованием веб-служб [91]. КИС Беркли поддерживает управление учебным процессом, персоналом, библиотекой, пластиковыми карточками, общежитием и сетью. КИС на базе концепции интеграции с помощью веб-служб разрабатывает и университет Гарту [107].

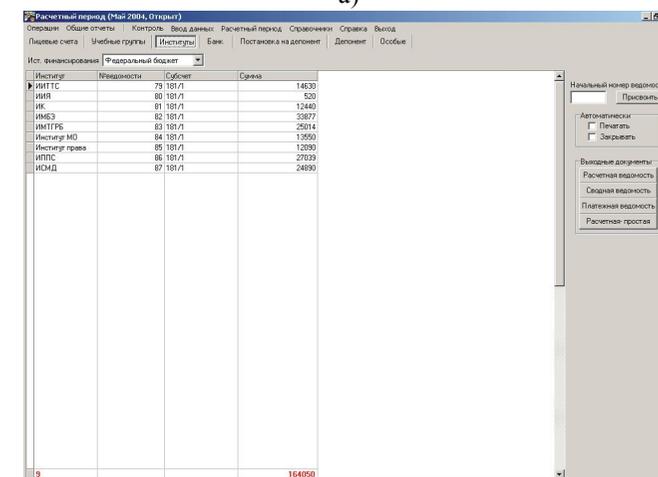
Как видно из приведенных примеров, КИС, разработанные на базе концепции интеграции, включая интеграцию данных и приложений, охватывают различные сферы деятельности, открывают доступ к ресурсам для большого числа пользователей, обычно являются средой всего вуза, а не отдельных его подразделений, а также позволяют связывать вместе и согласовывать работу различных приложений.

1.3. Проблемы интеграции ресурсов при создании КИС

Вопросы интеграции занимают все большее место в исследованиях ученых при развитии информационных систем. Можно выделить несколько направлений интеграции. Во-первых, это



а)



б)

Рис. 6.12. Системы поддержки студенческого финансирования: а) система «Договор»; б) система «Стипендия»

На основании стипендиальных начислений формируются проекты приказов по институтам. Следующим этапом является согласование проектов приказа директорами институтов, проректором по учебной работе, главным бухгалтером, ректором в

6.6.2. Управление договорами со студентами и расчет стипендии

Система учета договорной деятельности «Договор» позволяет автоматизировать процесс заключения договора на обучение, расчет и перерасчет начислений, учет платежей (рис. 6.12,а). Система разработана на Delphi и MS SQL Server и использует данные по студенческому составу и учебным программам.

Данные о платежах реплицируются 1 раз в день из программы «Флагман», модуль «Бухучет». Импорт данных выполняется по завершении выполнения кассиром бухгалтерской проводки. Данные о студентах, договорах, инвесторах экспортируются во «Флагман» каждые полчаса.

На основе данных системы создан сервис портала, который позволяет студентам просматривать данные о начислениях и платежах по их договорам, а также предоставляет возможность директорам представительств, расположенных в городах и районах Дальнего Востока, контролировать прохождение платежей.

Система «Договор» зарегистрирована в ОФАП, свидетельство №3051 от 15.12.2003 г.

Расчет стипендии и её начисление в данный момент осуществляются вручную в системе «Стипендия» (рис. 6.12,б), хотя в системе успеваемости имеются все данные для автоматического расчета стипендии.

Задача расчета стипендии представляет собой БП, состоящий из нескольких этапов. Первым этапом является непосредственный расчет суммы стипендии для каждого студента по правилам, определенным действующим приказом, исходя из данных, полученных из системы успеваемости. Соответственно при изменении приказа правила необходимо обновлять.

Второй этап предполагает корректировку стипендиальных начислений на основании данных, которых нет в корпоративной базе данных. К таким данным относится повышенная стипендия за достижения в научной деятельности, за активное участие в спортивных или культурных мероприятиях и т.п.

интеграция данных. Проблема интеграции возникает там, где допускается использование нескольких СУБД. Вопросы интеграции данных в КИС вуза обсуждаются, например в работах [83, 90, 104]. Во-вторых, это – интеграция приложений, которая является результатом попытки объединить различные технологии в интегрированной КИС и решить проблемы сопровождения сложных систем. Работы [5, 6, 60, 68, 73, 90, 107, 113] посвящены проблеме интеграции приложений на основе веб-служб. В-третьих, особое внимание в ближайшем будущем будет уделено вопросам интеграции бизнес-процессов (БП) [79], что позволит создать эффективную среду управления университетом на основе автоматизации, перейдя от учетных систем к системам поддержки принятия решений и управления БП. Общие вопросы использования понятия автоматизации БП приведены в работе [86].

Особенностью интеграции в КИС вузов является интеграция контентов образовательных ресурсов [24, 68]. В рамках Федеральной целевой программы «Развитие единой информационно-образовательной среды» разработано несколько порталов с единым центром www.edu.ru [7, 12, 16, 32]. Важным здесь является поддержка стандарта на описание ресурсов, на основе которого и возможна интеграция [55]. Так интеграция порталов осуществляется на основании согласованной модели метаописания ресурсов, основанной на модели LOM, а также разработанных общих рубрикаторах и классификаторах, скриптах, взаимодействующих с центральным сервером [15].

1.4. Уровни информатизации

Анализ развития КИС различных вузов и собственный опыт авторов позволил классифицировать этапы в развитии КИС и обосновать соответствующие им уровни информатизации. Автоматизация бизнес-процессов вуза на своем первом уровне развития обеспечивала независимую (обособленную) автоматизацию каждого отдельного процесса со своей областью данных. На этом уровне каждое приложение работает с локальной базой данных (рис. 1.1).



Рис 1.1. Автоматизация вузов на первом уровне информатизации

Такой подход прошли многие вузы, перейдя на более высокие уровни информатизации (МГУ, КрГТУ, ТГРУ, ВГУЭС и др.). В настоящее время этот подход еще присутствует в некоторых университетах, но в целом можно говорить о втором и выше уровнях информатизации российских вузов.

Второй уровень характеризуется сменой архитектуры как на уровне базы данных, так и на уровне приложений. Данные интегрируются в единую СУБД, и приложения становятся клиент-серверными (рис. 1.2). Они могут основываться на двух- или трех-уровневой архитектуре или использовать компонентный подход, но в любом случае присутствует единая СУБД и множество клиентов. Таким образом, основной отличительной чертой второго уровня является единая база данных и работающие с ней напрямую приложения (такой подход свойственен МИЭТ, ИГУ, ПетрГУ, РГУ, МГИУ). Часто в такой архитектуре систему называют интегрированной, что не совсем корректно. Здесь можно говорить о единой, а не интегрированной системе, так как интеграция подразумевает двух и более участников.

Развитием второго уровня является выделение бизнес-логики в отдельный процесс (сервер приложений). Для решения задач управления вузом выбирается некоторое ERP-решение, которое обеспечивает автоматизацию основных управленческих задач и позволяет собственными средствами развивать и настраивать систему под конкретное учебное заведение. Решение подразумевает использование единой базы данных и единого сервера приложений (рис. 1.3). Такой путь выбрали МГУ (ВМиК), ВолГТУ, БелГУ на базе SAP R\3.

The screenshot shows a web browser displaying a table titled 'Средняя по подразделениям' (Average by department). The table has columns for 'Подразделение' (Department), 'Месяц' (Month), 'Общая сумма ФОТ' (Total FTE sum), 'Количество ставок' (Number of positions), 'Количество человек' (Number of people), 'Средняя на ставку' (Average per position), 'Средняя на человека' (Average per person), and 'Средняя на основную ставку' (Average per main position). The data is organized by department, including 'Компьютерный центр', '1012 - ОБСЛП', '1013 - ОБСТС', '1014 - ОПТО', '1015 - ОПИТП', '1016 Диспетчерская', '102 - ДРЕБ', and '104 - ПриемРЦ'.

а)

The screenshot shows a web browser displaying a salary calculation sheet for 'Шагелъдян Карина Иосифовна' (Karina Iosifovna Shagel'dyan) for the year 2003/1. The sheet includes a warning: 'Внимание! Расчеты предоставлены по осен вашим ставкам!' (Attention! Calculations are provided based on your autumn rates!). Below this is a table with columns for 'Код И/У' (Code), 'Наименование/Удержание' (Name/Retention), 'Расчетный Период' (Calculation Period), 'Ист. фин.' (Source of funds), 'Сумма' (Sum), and 'Периододел' (Period share). The table lists various items like 'Плательная оплата', 'За литературу', 'За доплата совм.', 'РК', 'Кoeffициент 10%', 'ДВ', 'Фиксированная надбавка', and 'Итого начислено' (Total accrued).

б)

Рис. 6.11. Сервисы контура финансов: а) сервис отчетов по заработной плате сотрудников; б) расчетный лист сотрудника

сотрудников по счетам своих подразделений. Сервис также позволяет плановому отделу настраивать различные отчеты для анализа заработной платы сотрудников в зависимости от различных характеристик (подразделений, должностей, наличие степеней, ставок, статусов, смет, периода и т.п.) (рис. 6.11,а).

- Расчетный лист пользователя – сервис позволяет сотрудникам ВГУЭС просматривать свои расчетные листы со своих рабочих мест (рис. 6.11,б).

- На основании OLAP технологии построены: расчетно-платежная ведомость, перечисления в банк, переданные материалы и т.п.

Бухгалтерский учет автоматизирует работу бухгалтерии: расчетного, финансового, материального отделов, кассы, управления планирования. На основании данных о материальных ценностях строится управленческий учет:

- сервис для материально ответственных лиц (МОЛ), который позволяет МОЛ контролировать подотчетные материальные ценности и их размещение в помещениях вуза;

- качественное описание материальных ценностей для анализа и дальнейшего принятия управленческих решений по приобретению/распределению компьютерной и оргтехники;

- внедрение идентификационного учета на основании штрихкодирования;

- сервис расчета себестоимости образовательной программы на основании данных о стоимости материальных ценностей в аудиториях, где проводятся занятия (в учете себестоимости, конечно, используются и данные из заработной платы преподавателей и сотрудников, данные по учебным планам, платежи и многое другое);

- финансовая отчетность.

Данные о платежах по кассе и банку реплицируются из системы Флагман в систему:

- Договор в качестве платежей за обучение
- Общежитие в качестве платежей за проживание
- Платный Интернет-трафик в качестве оплаты за использование Интернет.



Рис. 1.2. Автоматизация вуза на втором уровне информатизации



Рис. 1.3. Структура среды вуза с единым сервером приложений

Реализовать все в одной базе данных невозможно, поскольку для различных задач используются не только разные СУБД, но и разные технологии и архитектуры. Например, учет персонала может быть реализован на базе некоторого ERP-решения, а доступ в корпоративную информационно-вычислительную сеть сотрудников организован с помощью службы каталогов Active Directory (AD).

Существенным фактором, препятствующим созданию информационной среды вуза на базе монолитного ERP-решения, является то, что в каждом вузе используются различные программные среды, накоплен большой объем корпоративных данных и некоторые системы уже неплохо себя зарекомендовали, а персонал привык с ними работать (с этой проблемой столкнулись специалисты компании RedLab при внедрении системы «Университет» в некоторых вузах России). Эти программные системы функционируют с разными СУБД и разработаны с применением различных инструментальных технологий. Интегрировать это гетерогенное окружение с помощью монолитной ERP-системы трудно либо невозможно в разумный интервал времени при оправданных трудозатратах.

Серьезным недостатком решений, основанных только на ERP-системах, с точки зрения информатизации вуза является, как нам кажется, нацеленность этих систем исключительно на учетные задачи управления ресурсами. Информационная среда вуза должна быть, прежде всего, средой для всех, она должна интегрировать множество видов деятельности и быть открытой и демократичной, в этом смысле наследуя лучшие черты высшего учебного заведения как организации. Поэтому использование решений класса ERP в вузе целесообразно, если разработчики и команда внедрения понимают необходимость использования наряду с ERP-решениями других решений (других СУБД, других приложений). Кроме того, пока остается неясным возможность интеграции ERP-решений с научно-образовательным контентом, во всяком случае, примеров успешной интеграции авторы не нашли. Обсуждение недостатков ERP-решений для крупных организаций можно найти в работах [14, 69, 80].

Область автоматизации расширяется, охватывая все больше и больше задач, в результате чего в информационной среде вуза функционируют несколько баз данных, логически связанных ме-

Система учета учебно-методических материалов

Система учета учебно-методических материалов (<http://study.vvsu.ru/umk/>) позволяет учитывать обеспеченность дисциплин различными учебно-методическими материалами (рис. 6.10,б). Дисциплины сгруппированы в учебно-методические комплексы. В один комплекс объединяются дисциплины, по которым используется одинаковое учебно-методическое обеспечение.

По каждому комплексу создается подборка учебно-методических материалов из различных источников – системы цифровых полнотекстовых материалов, прошедших издательство, СИТО, Аванта, каталог библиотеки. Все материалы ассоциируются с лекционными, практическими или лабораторными занятиями.

С точки зрения студента система позволяет получать сведения о расположении необходимых студенту учебно-методических ресурсов.

6.6. Управление финансами и управленческий учет

Управление финансами предполагает поддержку расчета заработной платы, бухгалтерского и налогового учета, управления материальными ценностями, начисления стипендии, управления договорами студентов.

Управленческий учет достаточно близко примыкает к финансовому, но преследует другие цели. В большей степени он относится к качественному учету, учету с целью поддержки принятия управленческих решений, а не для обеспечения отчетов внешним органам как бухгалтерский и налоговый учеты.

6.6.1. Расчет заработной платы и бухгалтерский учет

Для расчета заработной платы и организации бухгалтерского учета используется информационная система «Флагман», модули «Зарплата» и «Бухучет». Оба эти модуля базируются на MS SQL Server и используют в полной мере данные модуля «Персонал».

На основе данных из модуля «Зарплата» в портале ВГУЭС реализовано несколько сервисов:

- Средняя заработная плата – сервис, обеспечивающий руководителям подразделений просмотр заработной платы своих

ла. Доступ к материалам открыт для всех студентов ВГУЭС, включая студентов филиалов и тех, кто обучается по дистанционной технологии. Доступ открыт и для сотрудников ВГУЭС, включая, конечно, преподавателей. Для внешних пользователей доступ регламентируется администратором системы по заявке. Доступность материалов издательства для всех студентов вуза позволяет повысить качество образовательного процесса. Поиск на сайте осуществляется по любой из характеристик цифрового материала.

В настоящее время в КИС ВГУЭС разрабатывается новая версия системы, которая строится на основе стандарта [67]. Этот стандарт основан на LOMv1.0 [98] и позволяет описывать информационный ресурс в различных классификаторах. К классификаторам, которые используются для описания информационного ресурса учебного и научного назначения, можно отнести: коды ББК, УДК, ГРНТИ, специальности ВАК, специальности и направления высшего и среднего образования, дисциплины, читаемые вузом, типы учебных и научных изданий, предметные области и т.п.

Система позволит размещать цифровые материалы различных вузов, создавая Интернет-репозиторий учебно-методических информационных ресурсов вузов-партнеров, организаторов Интернет-репозитория.

С помощью системы управления правами в качестве публикаторов материалов могут выступать и пользователи вузов-партнеров. Они же могут самостоятельно управлять правами доступа к цифровым материалам своих вузов.

Цифровая полнотекстовая библиотека

В цифровой полнотекстовой библиотеке (<http://www.vvsu.ru/infotech/books/emc/site/>) размещено около 2 тыс. информационных ресурсов, полученных из внешних источников (большую часть составляют материалы из Интернет). Цель создания библиотеки – обеспечить студентов дополнительными учебно-методическими материалами. В библиотеку попадают материалы, рекомендованные преподавателями для изучения дисциплины.

жду собой, архитектура приложений фактически остается неизменной, т.е. она может быть двух- или многоуровневой (рис. 1.4). Логически интегрированные гетерогенные данные являются отличительной чертой третьего уровня. Третий уровень информатизации характерен для ТГРУ, КрТГУ, частично ВГУЭС. На этом уровне информатизации приходится в настоящем и придется в будущем решать задачи, связанные с проблемами обеспечения качества информации и данных. Кроме того, при больших масштабах КИС придется решать проблему описания всех логических связей между данными.

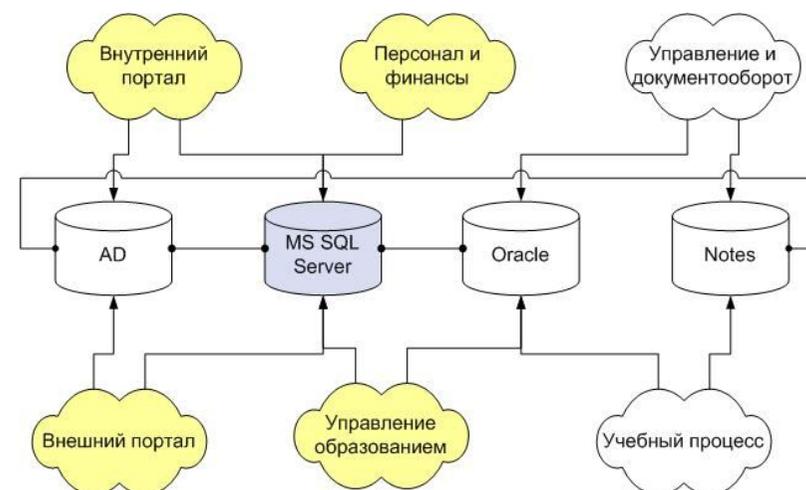


Рис. 1.4. Архитектура клиент-серверных приложений третьего уровня информатизации – интеграция данных

Использование разрозненных программных продуктов создаст большие сложности на этапе сопровождения. Необходимость изменения структуры данных на одном из серверов приводит к необходимости изменения кода большого числа программ (рис. 1.4, желтым цветом обозначены приложения, которые необходимо корректировать при изменении одной базы данных).

Интеграция данных – это только первый этап на пути построения интегрированной КИС вуза. Объединение приложений на основе единой архитектуры (а не с применением концепции единого сервера приложений) является основой четвертого уров-

ня. В информационной среде вуза функционируют разные СУБД, технологии, архитектуры, тем не менее, все они связаны между собой посредством некоторых механизмов и правил. Эти механизмы и правила должны быть понятны большинству используемых в настоящем, и возможно, в будущем технологий. Эти механизмы должны обеспечивать поддержку процессов развития КИС вуза. Четвертый уровень информатизации является логическим следствием третьего – от интеграции данных к интеграции приложений. По пути развития КИС на основе идеи интеграции приложений пошла ВГУЭС, НовГУ.

Последние годы охарактеризовались повышенным вниманием к проблеме интеграции. Появилась новая концепция интеграции на основе веб-служб (Web Services) [121]. Концепция веб-служб позволяет объединить различные технологии в единую информационную среду и обеспечить новый уровень интеграции (рис. 1.5). Концепция веб-служб – это реализация архитектуры корпоративных приложений на основе сервисов – Service-Oriented Architecture (SOA) [97].

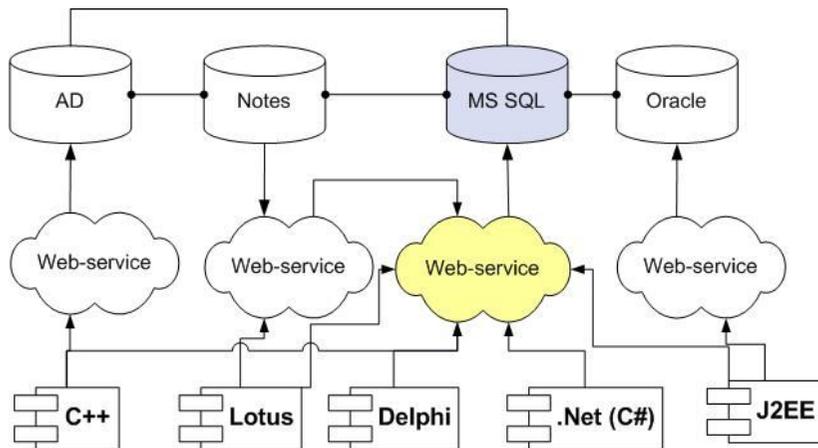
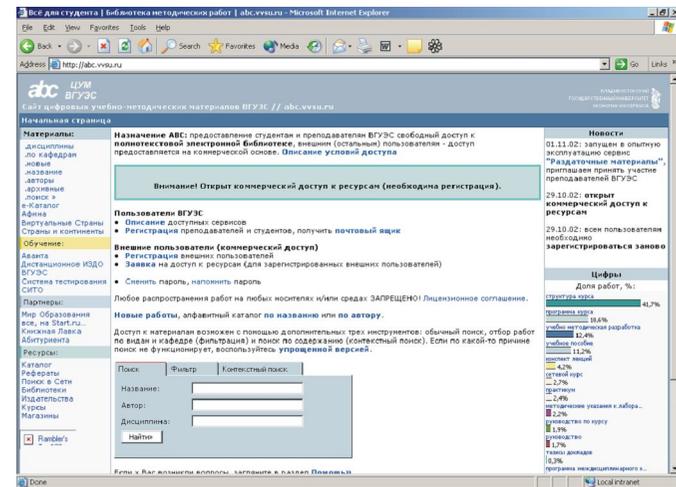
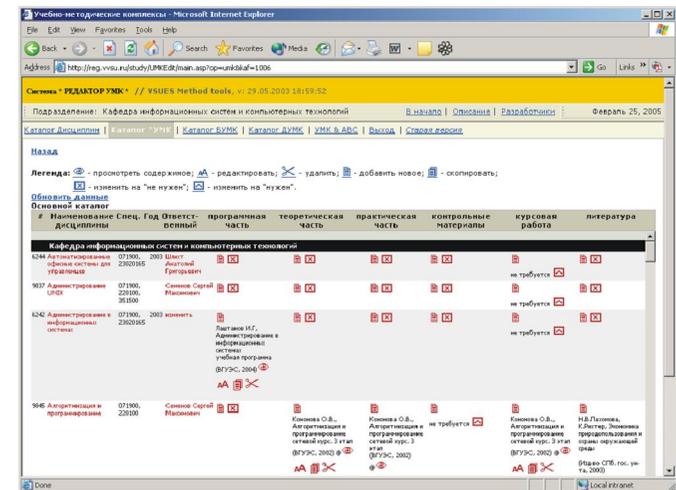


Рис. 1.5. Создание информационной среды на основе концепции web-служб

Смысл SOA состоит в том, что информационные системы – это совокупность сервисов, которые выполняют единицу работы, и клиентов, которые обращаются к этим сервисам по простому



а)



б)

Рис. 6.10. Системы поддержки учебного процесса: а) система полнотекстовых цифровых учебных материалов ВГУЭС; б) система учета учебно-методической поддержки

Публикацию материалов на сайте выполняют сотрудники издательства одновременно с изданием бумажной версии материа-

преподавателей есть повод проанализировать особенно внимательно такие дисциплины.

Еще одним показателем, который анализируется по результатам тестирования, является дисперсия отклонения между субъективным и объективным фактором:

$$\rho = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \left(\frac{x_i^{(1)} + x_i^{(2)}}{Max^{(1)} + Max^{(2)}} - \frac{x_i^{(3)}}{Max^{(3)}} \right)^2.$$

Здесь $Max^{(k)}$ – определяет максимальный рейтинговый балл по k -й аттестации. Большая дисперсия показывает, что по данной дисциплине есть большие расхождения между объективной и субъективной составляющей оценки. Это может быть свидетельством недостаточного качества тестовых заданий, так и качество преподавания дисциплины, а также и субъективности преподавателя.

К важнейшим достоинствам систем электронного тестирования следует отнести оперативность при подведении итогов и их опубликовании, беспристрастность оценок, меньшую трудоемкость при редакции тестов, простоту и экономичность их тиражирования, возможность осуществления самоконтроля, дистанционное взаимодействие с обучающимся. Применение Интернет-технологий в электронном тестировании не просто расширяет географические рамки, но, прежде всего, представляет дополнительный инструмент оценки взаимодействия с обучаемым. Интернет-тестирование не является альтернативой личному участию обучающегося в формах итогового контроля, а является инструментом, который расширяет и дополняет средства контроля знаний обучаемых.

6.5.3. Сайт цифровых учебно-методических материалов

Система цифровых полнотекстовых материалов ВГУЭС (<http://abc.vvsu.ru>) позволяет публиковать полнотекстовые цифровые материалы в html формате, автоматически преобразуя в него документ, подготовленный в MS Word, и просматривать материалы пользователям портала (рис. 6.10,а).

документированному протоколу. Концепцию SOA, кроме веб-служб, реализует и спецификация CORBA [106]. С некоторой натяжкой к этой концепции можно привязать и технологию Distributed Component Object Model (DCOM) (общедоступность, которая определяется для сервисов в SOA, ограничена операционной системой Windows для DCOM).

При таком подходе возможно сосуществование различных технологий, СУБД и приложений. Изменения в структуре одной базы не влекут к изменению в структуре многих программ, требуется лишь изменения той службы, которая отвечает за измененную базу. Это позволяет намного упростить процесс разработки и сопровождения корпоративного программного обеспечения.

Использование интегрирующей технологии веб-служб является привлекательным и с точки зрения интеграции с внешними к вузу организациями – с другими вузами, с научно-исследовательскими институтами и с органами управления образованием. Но несмотря на свою привлекательность веб-службы имеют и недостатки:

- низкая производительность по сравнению с другими технологиями интеграции (CORBA, сокет, DCOM);
- неполная совместимость веб-служб от разных производителей (веб-службы от Microsoft и Sun могут иметь проблемы при интеграции).

Тем не менее, веб-службы наиболее привлекательная технология интеграции для внешних задач. Для внутренних задач в большинстве случаев можно использовать веб-службы наряду с другими технологиями, например, CORBA. Поэтому в дальнейшем мы будем называть сервисы, реализующие некоторую работу, серверными компонентами, имея в виду, что они могут быть разработаны на базе любой технологии интеграции (CORBA, веб-службы, DCOM).

Особенности информационных систем университета позволяют развить интеграцию приложений и направить усилия на интеграцию функциональных возможностей систем в специализированных подсистемах. Выделение общих частей с единой реализацией и реализация специфики гетерогенными средствами позволяет перейти на 5-й уровень автоматизации.

Большинство информационных систем КИС имеют несколько одинаковых по функциональности модулей. Почти все информационные системы требуют наличия модуля регистрации и управления правами пользователей, модуля создания справочни-

ков и модуля отчетности. Собственно процент нового кода, за которым новая функциональность системы (специфическая часть системы), составляет от 30 до 80% разработки.

Привлекательным является выделение общих частей – регистрации и управления правами, составление справочников и отчетности в отдельные модули, которые доступны из всех информационных систем КИС и которые, будучи разработанными однажды, позволяют сократить время разработки на 20–70% (рис. 1.6).



Рис. 1.6. Особенность автоматизации вуза на пятом уровне

Пятый уровень автоматизации не противоречит четвертому, а мирно с ними сосуществует. Еще одной важной характеристикой этого уровня является возможность интеграции бизнес-процессов, что в настоящее время присуще в основном специализированным системам класса Business Process Management System (BPMS), но в некоторой степени поддержка управления бизнес-процессами существует в системах класса ERP. В направлении выделения функций в отдельные системы движется ВГУЭС, имея единую систему регистрации и управления правами пользователей ко всем ресурсам КИС, систему справочников и отчетности, систему создания и управления бизнес-процессами, а также ПетрГУ, разрабатывая систему управления доступом.

мация о назначениях пользователю теста. Информация же о результатах тестирования сохраняется под неизвестным пользователем для выполнения статистического анализа оценки качества тестовых заданий.

2. Удаление дисциплины в корпоративной базе приводит к тому, что в системе тестирования происходит разрыв связи между курсами СИТО и дисциплинами корпоративной базы данных. Такие курсы доступны для администрирования только главному администратору среды.

3. Удаление или изменение учебных планов не меняет ничего в уже назначенных и пройденных тестах. При назначении новых тестов на группы будут учитываться новые учебные планы.

То, что в СИТО не требуется дополнительно вести информацию о пользователях, учебных планах и группах, значительно облегчает процесс сопровождения системы и ее массового внедрения в учебный процесс ВГУЭС.

Еще одним интересным результатом можно считать высокую степень корреляции между оценками, выставленными преподавателями, и теми, которые получены при тестировании.

Семестр во ВГУЭС имеет 3 аттестации, последняя из которых проводится в форме экзамена. $x_i^{(k)}$, $k \in \{1, 2, 3\}$, $i = 1, \dots, N$ – результат i -го студента в k -ю аттестацию. Экзамен в тестовой форме описывается 3-й аттестацией. Корреляцию между объективными и субъективными факторами будем искать следующим образом:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^N ((x_i^{(1)} + x_i^{(2)}) \cdot x_i^{(3)})}{\sqrt{\sum_{i=1}^N (x_i^{(1)} + x_i^{(2)})^2 \cdot \sum_{i=1}^N (x_i^{(3)})^2}}$$

Конечно, в ходе экзаменационной сессии достаточно часто имеют место ситуации, когда студенты, успешно сдавшие промежуточные аттестации, получают при тестировании невысокий балл. Такая ситуация может быть признаком того, что либо тесты составлены неудачно, либо в оценке студента слишком большой вес имел субъективный фактор. В любом случае для методистов и

ся слишком большие усилия, если система тестирования является отдельным, не связанным с другими системами продуктом. В этом случае возникает необходимость вести данные непосредственно в системе тестирования. К таким данным относятся: учебные планы, дисциплины, учебные группы, студенты, преподаватели, пользователи, успеваемость. Сопроводить такую систему сложно.

Для решения этой проблемы необходимо, чтобы система тестирования была интегрирована с КИС вуза. Все данные, которые не относятся непосредственно к тестам и тестированию должны быть получены из КИС.

Данные по:

- учебным планам и дисциплинам формируются в системе управления учебными планами;
- студентам и учебным группам получены из системы учета контингента студентов;
- оргструктуре и преподавателям формируются в системе управления персоналом;
- пользователям КИС получены из системы единой регистрации и управления правами;
- результаты тестирования могут быть экспортированы в систему успеваемость.

В КИС ВГУЭС разработана и внедрена система единой регистрации и управления правами пользователей (на основании технологий .Net, MS SQL Server, Active Directory). Зарегистрированные пользователи получают доступ в СИТО на основании ролей. Система СИТО разработана на основе технологий Oracle Application Server, J2EE, СУБД Oracle. Системы управления учебным процессом разработаны на основании технологий MS SQL Server, .Net, Delphi, OAS Java2EE.

Связь между данными системы тестирования и данными КИС осуществляется на основании логической интеграции данных, когда данные расположены в разных базах данных и интегрируются «по требованию», т.е. в режиме реального времени. Ситуации, которые требуют вызова процедуры актуализации, возникают при работе с данными КИС:

1. Удаление пользователя КИС – данные о результатах могут быть частично удалены. В базе данных СИТО удаляется инфор-

Таблица 1.1. и рис. 1.7 иллюстрируют сравнительные характеристики уровней автоматизации задач университета.

Таблица 1.1

Сравнительная характеристика уровней интеграции

Уровни интеграции	Базы данных	Приложения	Технологии
1-й уровень	Локальные	Локальные	Различные, неограниченный набор
2-й уровень	Единая база данных	2 и 3-уровневые	Единая
3-й уровень	Различные, неограниченный набор	2 и 3-уровневые	Различные
4-й уровень	Различные, неограниченный набор	Многоуровневые, компонентные (web-службы или др.)	Различные неограниченный набор
5-й уровень	Различные, неограниченный набор	Любые, включающие только специфичные для приложений функции, настраиваемые бизнес-процессы	Различные, неограниченный набор

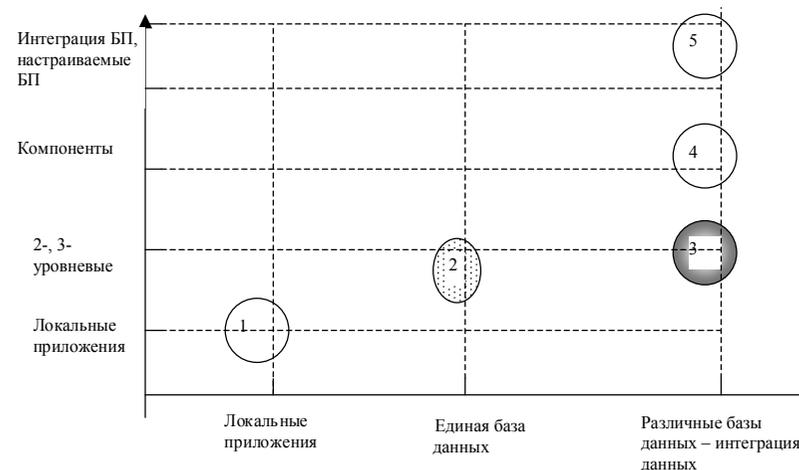


Рис. 1.7. Уровни интеграции приложений и данных в информационной среде вуза

1.5. Перспективы развития

Дальнейшее развитие КИС вузов будет идти в направлении решения одной из сложнейших проблем больших систем – проблемы сопровождения. Плохо управляемая среда в определенный момент становится не двигателем и поддержкой прогресса, а его стопором. Поэтому сопровождение системы – ее способность поддерживать быструю смену контингента пользователей, своевременную автоматизацию вновь появившихся бизнес-процессов и изменений в существующих выходит на первый план вопросов развития КИС. Это направление сейчас только намечается в КИС вузов, но станет одним из важнейших в ближайшие годы.

Еще одним из ключевых направлений развития КИС станет направление развития модулей поддержки принятия решений. В этой области добился успехов КрГТУ, который активно занимается решением этих вопросов в блоке менеджмента качества. Вузы, внедряющие ERP-систему (МГУ ВМиК, ВолГТУ), в которую встроены модули поддержки принятия решений, имеют преимущество в этом вопросе перед другими вузами.

КИС вузов будут стремиться объединить все сферы деятельности вуза, соединяя собственно учебный процесс с управлением учебным процессом и научными исследованиями, финансами и материальными средствами, строя среду для всех. Работы в этом направлении ведут МИЭТ, ИГУ, ПетрГУ, НовГУ, ТГРУ, ВГУЭС, ВГУ. Особенно важным станет интеграция задач управления учебным процессом и собственно проведение учебного процесса, включая подготовку электронных информационных научно-образовательных материалов и средства доступа к ним.

КИС, построенные на принципах интеграции, в скором времени будут решать проблемы поддержания качества информации. Этому вопросу будет уделено повышенное внимание, что уже можно наблюдать в КИС ВГУЭС. Важным вопросом станет проблема интеграции данных из различных источников. Построение специализированных серверов интеграции станет необходимым решением для КИС.

Следующим уровнем информатизации будет, скорее всего, уровень поддержки управления и интеграции бизнес-процессов. Это ожидаемо, так как вуз как инновационная структура подде-

Во время сдачи теста студенту на экране доступен всегда только один вопрос. Если в тесте разрешено возвращаться назад, то студенты могут вернуться к любому вопросу теста. В некоторых случаях время на тестирование ограничено. Это в основном практикуется для экзаменов и промежуточных аттестаций. В случае, если студент не успел ответить на все вопросы теста, тест прекращается и засчитывается результат тех вопросов, на которые был дан ответ (точнее те вопросы, которые были представлены студенту для ответа). Для всех остальных вопросов баллом за ответ является минимально возможный балл вопроса.

Все попытки сдачи теста сохраняются в базе данных, включая ответы на все вопросы. Результатом сдачи теста является либо суммарное число баллов, либо дополнительно к числу баллов оценка.

Для контроля над успеваемостью обучаемых реализован режим просмотра отчетов по успеваемости. Система предоставляет возможность получения отчетов студентами по их личной успеваемости и сводных отчетов для пользователей, имеющих права на просмотр отчетов. Реализованы следующие виды отчетов:

- успеваемость группы и индивидуальных студентов по текущей дисциплине,
- статистический сводный отчет о сдаче тестов,
- подробный отчет по ответам на вопросы теста студентами,
- рейтинговые отчеты.

Для проведения анализа качества тестовых заданий используются семантический и статистический анализы. Статистическая обработка результатов анализа включает расчет различных статистических характеристик – среднего, дисперсии, коэффициентов асимметрии и эксцесса. Для анализа зависимостей вопросов внутри теста вычисляются корреляционные матрицы.

6.5.2.6. Механизмы интеграции системы с корпоративной информационной средой вуза

Разработка или приобретение системы тестирования в вузе – это лишь первая задача на пути построения системы мониторинга. Если вуз предполагает развернуть систему мониторинга в широком масштабе, то требуется планомерное сопровождение системы тестирования. В вузе для сопровождения могут понадобиться

4. Если $\sum_{j=1}^M p_j > S$:

- а. упорядочиваем подмножество Q_M по возрастанию сложности (p_M – максимальная сложность);
- б. выполняется поиск вопроса со сложностью $p_M - 1$ среди тех вопросов, которые не вошли в выбранные ($\overline{Q_M}$). Если такой вопрос найден, то заменяем им вопрос с максимальной сложностью и возвращаемся к пункту 3. Если такого вопроса нет, то выполняется поиск вопроса со сложностью $p_M - 2$ и т.д., поиск продолжаем до тех пор, пока вопрос не будет найден или не будет достигнута максимальная сложность из дополнения $\overline{Q_M}$;
- с. если вопрос не найден, прекращаем поиск и считаем имеющееся множество искомым (так как в этом случае не существует ни одного вопроса, которым можно было бы уменьшить ошибку).

5. Если $\sum_{j=1}^M p_j < S$:

- а. упорядочиваем подмножество Q_M по убыванию сложности (p_M – минимальная сложность);
- б. выполняется поиск вопроса среди тех вопросов, которые не вошли в выбранные ($\overline{Q_M}$), вопрос со сложностью $p_M + 1$. Если такой вопрос найден, то заменяем им вопрос с минимальной сложностью и возвращаемся к пункту 3. Если такого вопроса нет, то ищем вопрос со сложностью $p_M + 2$ и т.д., поиск продолжаем до тех пор, пока вопрос не будет найден или не будет достигнута максимальная сложность из дополнения $\overline{Q_M}$;
- с. если вопрос не найден, прекращаем поиск и считаем имеющееся множество искомым (так как в этом случае не существует ни одного вопроса, которым можно было бы уменьшить ошибку).

Идея интеграции вряд ли в ближайшее время сойдет с первых страниц. Интеграция ERP-систем с другими системами и других систем между собой станет неотъемлемой частью развития КИС вуза. Ниже приведены проблемы, которые будут решаться в ближайшем будущем.

Идея интеграции вряд ли в ближайшее время сойдет с первых страниц. Интеграция ERP-систем с другими системами и других систем между собой станет неотъемлемой частью развития КИС вуза. Ниже приведены проблемы, которые будут решаться в ближайшем будущем.

1. Интеграции данных по требованию из различных источников. Здесь важным станет решение проблемы низкой производительности универсальных серверов интеграции данных. Еще одним важным вопросом, который будет необходимо решать, станет проблема качества информации.

2. Интеграция приложений. Здесь большой простор для различных технологий интеграции, в том числе и для SOA. В настоящее время основным решением, поддерживающим SOA, является технология веб-служб. Это не значит, что веб-службы подойдут для большинства задач, так как низкая производительность при больших массивах передаваемых данных делает его непривлекательным в некоторых областях. Но в целом SOA сейчас является наиболее популярной концепцией интеграции.

3. Интеграция бизнес-процессов. Возможность компоновать общее действие из атомарных активностей. Сейчас эти идеи реализуются в системах ВМPS и в дальнейшем будут развиваться.

4. Поддержка меняющихся бизнес-процессов. Разработка программного обеспечения, для которого изменения в реальной

жизни не приводят к изменению кода, а требуется лишь перенастройка аналитиками-предметниками.

5. Поддержка блока принятия решений. Развитие подходов, методик и алгоритм по разработке блока поддержки управленческих решений сферы образования.

6. Развитие системы информационно-образовательных ресурсов должно двигаться в сторону стандартизации, где в качестве базового стандарта могут быть выбраны, например, стандарт LOM для метаописания обучающего ресурса [98], Dublin Core [93] – стандарт на метаописания информационного ресурса, стандарты SCORM [111], IMS Content Package и IMS [100] для содержимого обучающих систем и систем тестирования, или стандарт IEEE LTSA [99] для архитектуры системы. Но если стандарт на архитектуру – это скорее личное дело каждого отдельного вуза, то стандарт на содержимое и метаописание – это путь к интеграции ресурсов, к возможности обмена, организации виртуальных библиотек, общего поиска и т.п. ГОС НИИ «Информика» на основании стандарта LOM предложила спецификацию для российских университетов. Спецификация LOM – Learning Object Model – метаописание обучающих сущностей, которые могут использоваться для обучения, образования и тренинга. Использование стандартов стало обязательным во многих университетах [24, 56]. В работе [68] рассматривается решение по созданию хранилища метаописаний ресурсов на основе различных стандартов.

Процесс развития КИС вузов шел с разных сторон. В МИЭТ и ИГУ этот процесс начался с автоматизации основной деятельности вуза – образовательной и затем захватил область управления, поэтому эти процессы автоматизации интегрированы очень плотно. В некоторых вузах (МГИУ, ВорГУ, МГУ) процессы автоматизации образовательной деятельности и управления идут параллельно, практически не пересекаясь. И, наконец, третья группа вузов (ВГУЭС) – это те вузы, где эти процессы интегрированы, несмотря на то, что они развивались параллельно до некоторого времени.

В 2000–2005 гг. Министерством образования выполнялся проект разработки интегрированной информационной системы Министерства образования и отраслевой информационной системы. В работах [57, 62, 72] определены требования к среде. В рам-

Необходимо заметить, что важным требованием к системе тестирования является производительность. Поэтому для выбора вопросов используется простой алгоритм, не обеспечивающий глобального минимума ошибки.

1. Упорядочиваем вопросы по возрастанию сложности.

2. Выбираем вопросы до тех пор, пока $\sum_{j \in \{1, N\}} p_j < S$. Выбор

осуществляется методом золотого сечения (чтобы уравновесить присутствие сложных и простых вопросов в тесте).

3. Если $\sum_{j \in \{1, N\}} p_j = S$, то искомым набор вопросов найден.

4. Если $\sum_{j \in \{1, N\}} p_j > S$:

a. вычислим ошибку $e = \sum_{j=1}^M p_j - S$;

b. если внутри выбранного подмножества $Q_M = \{q_i\}_{i=1}^M \in Q$ есть вопрос со сложностью, равной e , то удаляем его из множества;

c. если такого вопроса нет, то выполняется поиск вопроса со сложностью $e \pm 1$, при нахождении такого вопроса он будет удален. Оставшееся множество вопросов является искомым. Если такого вопроса нет, то выполняется поиск вопроса со сложностью $e \pm 2$;

d. процесс продолжается до тех пор, пока не будет найден вопрос, который должен быть исключен;

e. результирующее множество будет иметь $M-1$ вопросов, где M – число вопросов, полученных при выборе.

Но в некоторых случаях ограничения на выбор вопроса включают также и ограничения на число вопросов. Рассмотрим выбор вопросов для случая, когда требуется выбрать M вопросов с общей сложностью теста S . Алгоритм выбора в СИТО следующий:

1. Упорядочиваем вопросы по возрастанию сложности.

2. Выбираем M вопросов ($Q_M = \{q_i\}_{i=1}^M \in Q$) по методу золотого сечения.

3. Если $\sum_{j=1}^M p_j = S$, то искомым набор вопросов найден.

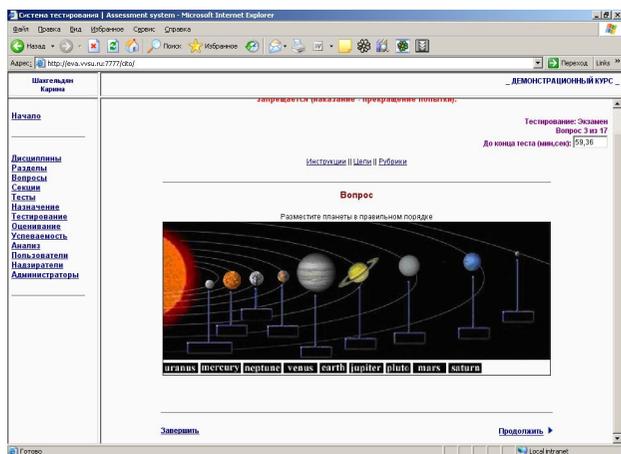


Рис. 6.9. Режим тестирования в СИТО

Пусть $Q = \{q_i\}_{i=1}^N$ – множество вопросов, которое может быть в тесте (секции) на основании заданных ограничений (это множество не совпадает со всем множеством вопросов курса, оно представляет собой выборку тех вопросов, которые удовлетворили явным ограничениям, накладываемым на тест¹); p_i – сложность i -го вопроса; S – требуемая сложность теста (секции). Выполняется условие $S < \sum_{i=1}^N p_i$. Необходимо выбрать такие q_j из Q , чтобы ошибка $e = \left| S - \sum_{j \in \{1, N\}} p_j \right|$ была минимальной.

Если $S > \sum_{i=1}^N p_i$, то, следовательно, не существует необходимого множества вопросов и следует либо добавить вопросы к курсу, либо изменить (ослабить) ограничения теста.

¹ К явным ограничениям можно отнести те, которые позволяют выбрать вопросы независимо от других параметров. Например, заданное автором теста множество вопросов, ограничение по сложности, ограничение по привязке к разделу. Ограничения, которые связаны не с вопросом, а с другими параметрами, например суммарная сложность теста, общее число вопросов и т.п., можно отнести к неявным ограничениям.

ках проекта разработана концепция информационной системы Министерства образования России [72].

В настоящее время в качестве рекомендации к построению КИС вуза в функциональном смысле мы могли бы сформулировать этапы, которые необходимо пройти:

- 1) автоматизация задач управления персоналом и организационной структурой;
- 2) автоматизация управления сетью – создание единой системы регистрации и управления правами пользователей, корпоративного портала как единой точки входа;
- 3) автоматизация задач управления учебным процессом в части формирования учебных программ и планов, приемной комиссии, учета контингента студентов;
- 4) автоматизация деятельности бухгалтерии (расчет заработной платы, учет материальных ресурсов, касса, налоги и т.п.), которую можно проводить параллельно с предыдущим пунктом;
- 5) автоматизация учебного процесса – создание систем поддержки обучения, контроля, общения студентов и преподавателей, поддержка работы библиотеки, формирование цифровых полнотекстовых материалов; данный пункт может выполняться параллельно с предыдущим;
- 6) автоматизация финансовой деятельности, связанной с учебным процессом, – учет договоров и начисление стипендии, учет проживающих в общежитии;
- 7) автоматизация управления учебным процессом – расчет нагрузки на кафедру и формирование поручений, а также сбор отчетности, учет успеваемости, формирование индивидуальных планов студентов, формирование расписания, учет обеспеченности учебно-методическими материалами дисциплин вуза;
- 8) поддержка научно-исследовательской деятельности вуза – учет публикаций, контроль аспирантов, организация хранилища научных работ и внешних, и внутренних, организация групповой работы по проекту, учет научно-исследовательских работ, заявок; данный пункт может выполняться параллельно с предыдущим;
- 9) развитие корпоративного портала с возможностью групповой работы с документами, развитием системы анкетирования, формированием отчетов, управление доступом к телематическим

сервисам и т.п.; данный пункт может выполняться параллельно с предыдущим;

10) автоматизация работы с помещениями и управление доступом в помещения, включая работу вахт, пропуск в общежития, в аудитории и т.п.; данный пункт может выполняться параллельно с предыдущим;

11) автоматизация электронного документооборота, включая учет входящей и исходящей корреспонденции, формирование поручений, планирование и отчетность деятельности подразделений; данный пункт может выполняться параллельно с предыдущим;

12) постановка управленческого учета, включая расчет себестоимости программ, качественный учет материальных средств, внедрение менеджмента качества и системы сбалансированных показателей.

Для решения отдельных задач могут привлекаться сторонние информационные системы. Так во ВГУЭС пункты 1 и 4 решаются с помощью системы «Флагман» фирмы Инфософт, в ТГРУ используется система электронного документооборота PayDox, в КрГТУ используется 1С для задач пункта 1. Основное требование к сторонним системам, чтобы они поддерживали интеграцию или на уровне данных, или на уровне приложений.

На первом этапе инструктор (или администратор подразделения) назначает тест группе студентов или отдельным студентам. Это можно делать в начале семестра и в любое другое время. Тест на самопроверку и обучающий тест становится доступен студентам группы и тем пользователям, которым он назначен персонально.

Студент может быть не допущен к итоговой или промежуточной аттестации. Чтобы обеспечить прохождение теста только допущенным к тесту студентам, необходимо выполнить второй этап назначения. Во втором этапе тест должен быть назначен персонально каждому студенту. Работник деканата, администратор подразделения или наблюдатель могут назначать тест студентам только тех групп, которым назначен тест на первом этапе. Наблюдатель вправе не дать возможность пройти тест конкретному студенту в связи с его отсутствием в аудитории в момент экзамена.

6.5.2.5. Тестирование

Студенту доступны для тестирования те тесты, которые удовлетворяют условию:

- тест является самопроверкой или обучающим тестом и назначен или группе студентов или студенту персонально, при этом временной диапазон легитимен;
- тест является итоговой или промежуточной аттестацией, назначен персонально студенту, временной диапазон легитимен и имеется, по крайней мере, одна неиспользованная попытка.

Студент выбирает курс, тест и начинает тестироваться (рис. 6.9). Если тест имеет временные ограничения, то информация об использованном времени отображается на экране. В СИТО учитывается только «чистое» время без времени на передачу и на отображение вопросов.

При необходимости кроме содержания вопроса и утверждений студент может просмотреть содержимое рубрики и целей вопроса. Если автор курса задал Обратную связь, то она будет доступна после ответа на вопрос.

во вопросов в этом случае всегда ограничено. Такой тип отображения необходим, когда имеются связанные друг с другом вопросы.

2. Вопросы могут выбираться случайно. Это правило отображения доступно и для ограниченного и для неограниченного множества вопросов.

3. Вопросы могут отображаться по возрастанию баллов. Правило позволяет из заданного множества вопросов формировать последовательность с возрастающей сложностью.

Большинство правил могут объединяться. Например, в тест можно выбрать вопросы с баллом от 5 до 10 в количестве 17 штук из неограниченного множества вопросов так, чтобы суммарная сложность теста не превышала 115 и вопросы ранее не должны были быть заданы студенту. При этом вопросы отображаются по возрастанию сложности.

Использование секций с различными правилами выбора позволяет формировать тесты в зависимости от задачи. Например, несколько однотипных вопросов могут быть объединены в секцию, в которой установлено правило: случайный выбор одного вопроса. Таким образом обеспечивается гарантированное представление пользователю не более одного однотипного вопроса. Промежуточные аттестации по дисциплине могут быть организованы из секций, в которые выбраны вопросы, принадлежащие определенным разделам. Поскольку секции могут быть вложены друг в друга, то возможна тонкая настройка теста.

Результатом теста является суммарное число баллов, полученных за каждый вопрос. Но итоговая оценка может быть представлена не только в баллах, но и в привычных оценках: «неудовлетворительно», «удовлетворительно», «хорошо» и «отлично». Соответствие баллов и оценок определяет автор теста по относительным соотношениям набранного числа баллов к общему числу баллов теста.

Назначение тестов зависит от типа теста. Для самопроверок и обучающих тестов назначение выполняется в один этап. Для промежуточной и итоговой аттестации назначение двухэтапное для студентов, обучающихся в группе, и одноэтапное для остальных пользователей.

Глава 2. ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ СОЗДАНИЯ РЕГИОНАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СРЕДЫ ВУЗА

2.1. ВУЗ как объект информатизации

Университет как объект информатизации – это организационно-сложное учреждение, имеющее несколько особенностей, отличающих его от другого рода организаций.

1. Университет – это большая иерархическая структура, имеющая удаленные представительства и филиалы с постоянно меняющимся штатом сотрудников и студентов (в среднем 30% студентов и сотрудников меняются за один год).

2. Университет – это организация, имеющая широкий спектр видов деятельности (образовательная, научно-исследовательская, оказание разнообразных платных услуг и т.д.).

3. Университет – это инновационная структура, в которой нововведения происходят достаточно часто и могут приводить к изменениям бизнес-процессов, организационной структуры, функций подразделений, документооборота и т.д.

4. Университет – это открытое образовательное учреждение, которое должно иметь возможность обмениваться информацией с внешним миром.

5. Университет – это демократичная структура, имеющая множество центров влияния, и достаточно сложный механизм выработки управленческих решений.

Деятельность современного вуза носит многопрофильный характер. Можно выделить несколько проблемных областей деятельности вуза: административное управление и управленческий учет, финансы, управление учебным процессом, управление информационными ресурсами, собственно образовательный процесс, научные исследования и т.п. (рис. 2.1).

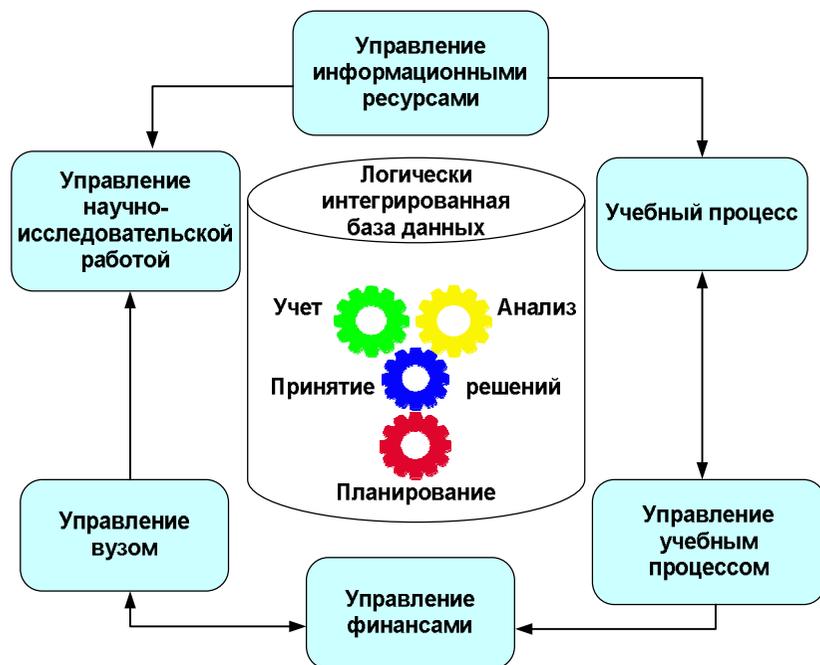


Рис. 2.1. Проблемные области деятельности вуза

Рассмотрим более детально эти области.

- Управление вузом включает:
 - формирование стратегии развития;
 - управление персоналом и организационной структурой;
 - управление недвижимостью и помещениями (в том числе ремонтом, строительством и т.п.);
 - управленческий учет материальными ресурсами;
 - управление доступом в помещения;
 - планирование и отчетность работы подразделений;
 - документооборот (входящие, исходящие, контроль исполнения поручений, заявки и т.п.);
 - управление общежитием;
 - интеграция с филиалами вуза, а также взаимодействие с органами управления образованием;
 - формирование отчетов различного назначения;
 - управление групповой работой над проектами;

узнать правильный ответ, получить подсказку или решение. При прохождении теста – экзамен или промежуточный контроль, просмотр решения или подсказки запрещен.

Согласно стандарту IMS QTI тест в СИТО состоит из секций. Но при создании теста можно использовать мастер, который создаст тест без явного создания секций (что не мешает секциям быть созданными автоматически согласно правилам). Для редактирования теста необходимо использовать режим, в котором редактируются секции и правила их вхождения в тест.

Правила выбора вопросов включают: правила выбора и правила отображения. Выбор вопросов в секцию осуществляется согласно следующим правилам.

1. Вопросы могут выбираться из некоторого постоянного заданного множества вопросов. Это правило позволяет гарантировать, что в секцию войдут только определенные пользователем вопросы.

2. Вопросы могут выбираться из некоторого (возможно) непостоянного множества вопросов. Это правило позволяет автоматически включать в секцию вновь созданные вопросы.

3. Вопросы могут выбираться по достижению секции (теста) определенного суммарного балла. Это правило позволяет формировать секции (тесты) с заданной сложностью, независимо от того, сколько вопросов в него входит.

4. Вопросы могут быть выбраны по принадлежности к определенному разделу курса.

5. Вопросы могут выбираться по достижению некоторого количества вопросов в секции (тесте).

6. Вопросы могут выбираться с учетом балла. Правило позволяет задавать допустимую сложность вопроса (меньше, в диапазоне, больше).

7. Вопросы могут выбираться с учетом того, были ли они предложены ранее этому студенту или входит ли данный вопрос в самопроверку или обучающий тест.

Правила отображения вопросов регламентируют вывод: порядок представления вопросов студентам.

1. Вопросы могут отображаться последовательно. Это правило позволяет отображать вопросы в заданном порядке. Множест-

просу. Рубрики могут содержать методические или технические указания для ответа на вопрос. Цели и рубрики состоят из текста, рисунков, аудио-, видеоинформации, апплетов и приложений. Обратная связь – это набор подсказок, решений или информации, которая отображается после ответа на вопрос. Подсказка, решение и отображение после ответа могут состоять из набора текстов, рисунков, звука, видеоинформации, апплетов и приложений. Цели, рубрики и обратные связи имеют привязку к роли пользователя и могут отличаться для разных ролей.

В вопросе также описываются правила обработки ответа пользователя. В зависимости от выбора разного набора утверждений пользователь может получать и разные баллы. Обработка ответов пользователей может проходить по двум алгоритмам.

Первый состоит в обработке ответа так, как он есть. То есть в вариантах обработки должны быть описаны все случаи ответов и количество баллов, получаемое тестируемым при выборе каждого случая. Отсутствие введенного варианта приводит к установлению минимально возможного балла для вопроса (в СИТО разрешено использовать отрицательные баллы, что позволяет в этом случае установить отрицательный балл за ответ).

Второй алгоритм предполагает агрегирование баллов за каждый выбор в ответе. Агрегирование может представлять собой как суммирование, так и вычитание, умножение, деление и присваивание.

Специальный мастер СИТО с веб-интерфейсом позволяет создавать вопросы в двух режимах: автоматическом и ручном. Автоматический режим создания вопроса представляет собой набор последовательных действий, в процессе прохождения которых, создается вопрос. Режим предназначен для человека, не знакомого с идеологией IMS QTI. Ручной режим предназначен для более подготовленных пользователей и предоставляет возможность редактирования всех объектов вопроса произвольным образом.

6.5.2.4. Тесты

Система поддерживает четыре типа тестов: самопроверка, обучающий тест, экзамен и промежуточный контроль. В процессе выполнения самопроверки или обучающего теста студент может

- управление взаимодействием с работодателями и с родителями студентов;
- система менеджмент качества как образовательной, так и управленческой деятельности;
- поддержка принятия решений;
- учет заявок и контроль исполнения.
- Учебный процесс:
 - проведение учебных занятий;
 - контроль знаний студентов;
 - обеспечение средств доставки учебно-методических материалов от преподавателя к студенту;
 - поддержка ведения курсовых и дипломных работ;
 - поиск литературы в библиотечном каталоге и наличие полнотекстовой библиотеки материалов, разработанных преподавателями вуза и полученных из других источников;
 - функционирование библиотеки;
 - создание мультимедийных материалов;
 - организация обмена образовательным контентом между вузами.
- Управление учебным процессом:
 - формирование учебных программ и учебных планов;
 - приемная комиссия;
 - учет контингента студентов;
 - расчет учебной нагрузки на кафедру;
 - формирование штатного расписания;
 - формирование учебных поручений кафедре, составление индивидуальных планов преподавателей и контроль их выполнения;
 - учет успеваемости;
 - формирование индивидуальных учебных планов студентов;
 - формирование расписания;
 - учет учебно-методического обеспечения дисциплин.
- Управление финансами и управленческий учет:
 - расчет заработной платы сотрудников вуза;
 - материальный учет;
 - управленческий учет материальных ценностей;
 - бухгалтерский и налоговый учет;
 - учет договорной деятельности;
 - начисление стипендии;

- вычисление себестоимости учебных программ;
- финансовый анализ.
- Управление научно-исследовательской деятельностью
 - управление аспирантами и докторантами;
 - управление работой диссертационных советов;
 - учет публикаций, диссертаций, научно-исследовательских работ, грантов, заявок и т.п.;
 - поддержка проведения конференций;
 - управление качеством научных исследований;
 - поддержка обмена научным контентом между вузами;
 - поддержка научно-исследовательской работы студентов.
- Управление информационной средой:
 - управление учетными записями пользователей информационной среды;
 - управление правами пользователей;
 - управление доступом к телематическим сервисам (Интернет и электронной почте);
 - управление доступом к проектам через единую точку входа – корпоративный портал;
 - управление информационной средой как объединением проектов, компонентов, пользователей, серверов и данных;
 - управление качеством данных и информации;
 - управление развитием инфраструктуры сети (компьютеры, связь, телекоммуникационное оборудование, серверы);
 - обучение персонала.

Информационные технологии являются одним из основных средств, которые позволят вузу повысить эффективность всех сфер деятельности и поэтому ключевым мероприятием становится создание надежной и эффективной корпоративной информационной среды вуза.

2.2. Оценка КИС вуза

В работе [119] дано определение информационной системы как представления системы реального мира, если состояние системы реального мира на любой момент времени может быть отражено в информационной системе в то же самое или в иное время. Определим понятие информационной среды как сложной ин-

13. Результаты тестирования могут быть экспортированы в систему «Успеваемость» с нормированием по баллам рейтинговой системы оценки знаний студентов.

14. По результатам тестирования может быть выполнен статистический анализ с целью повышения качества тестовых заданий автором курса, психометристом и методистом.

6.5.2.3. Тестовые вопросы

Спецификация IMS QTI позволяет формировать большое разнообразие типов вопросов. Для простоты работы пользователей в системе выбраны наиболее значимые типы. СИТО поддерживается 16 типами вопросов:

- один вариант из нескольких предложенных;
- несколько вариантов;
- выбор единственного варианта на рисунке;
- выбор нескольких вариантов на рисунке;
- выбор области на рисунках;
- определение порядка следования объектов (текста или рисунков);
- соединение точек на рисунке;
- перетаскивание объекта в нужное место экрана;
- ввод слова, фразы или нескольких слов (фраз);
- составление эссе;
- ввод числа;
- выбор числа на слайдере;
- установка числа с помощью слайдера;
- установка соответствия между группами утверждений;
- составные вопросы – например, выбор единственно верного + ввод слова.

Вопросы состоят из названия, максимально и минимально возможных баллов, временных ограничений, содержания вопроса, утверждений, целей, рубрик, обратных связей. Собственно утверждения и содержание вопроса могут состоять из объектов различных типов – текст, рисунки, аудио- и видеoinформация, апплеты, приложения, расположенные в различном порядке.

Цель вопроса – это определение того, зачем создан данный вопрос. Рубрика – некоторая дополнительная информация по во-

лиза тестовых заданий. Анализ позволяет выявить вопросы, текст которых содержит некорректные выражения с точки зрения правил анализа. Анализ может быть выполнен автором курса или методистом.

7. Администратор подразделения или инструктор учебных групп может назначить тесты учебным группам. При этом администратор подразделения может назначать тест всем группам, которые в своих учебных планах включают данную дисциплину, а инструктор – только тем группам, где он позиционируется как инструктор. При необходимости инструктор группы может из существующих вопросов создать новые тесты со своими правилами выбора и отображения вопросов.

8. Тест на самопроверку и обучающие тесты назначаются студенту вместе с назначением группе, где он учится. Тесты промежуточной и итоговой аттестаций требуют дополнительных ограничений на время и место проведения теста. Для этого выполняется назначение теста студенту группы с указанием периода проведения тестирования. Назначения выполняются администратором подразделения или работниками деканата. Администраторы подразделения могут назначать тесты не только группам студентов, но и отдельным студентам, у которых в индивидуальных планах присутствует дисциплина, а также любым другим пользователям, которые могут и не являться студентами вуза (данная возможность позволяет назначать тесты абитуриентам, слушателям курсов и т.п.).

9. Студент получает доступ к тесту автоматически на основании назначений и в период, определенный при назначении (период может быть и неограниченным).

10. На тестировании возможно присутствие наблюдателя, т.е. пользователя, который имеет право менять число попыток сдачи теста всем студентам в СИТО.

11. Вопросы типа эссе, которые необходимо оценивать вручную, просматривают и аттестуют инструктор группы и контролер. Первый проверяет результаты студентов групп, второй оценивает всех студентов, не связанных с группой.

12. Результаты тестирования становятся доступными студентам, инструктору группы, контролеру, работнику деканата и администратору подразделения.

формационной системы, которая не только является образом реального мира на область ИТ, но и влияет на системы реального мира, при этом это влияние носит обязательный характер. То есть информационная среда – это сложная информационная система с обратной связью.

В этом определении заложено фундаментальное понимание информационной среды как активной проекции деятельности вуза на область ИТ. Проекция будет эффективна тогда, когда она помогает повысить качество основных сфер деятельности вуза, а не тогда, когда она наиболее точно отражает деятельность и структуру высшего учебного заведения. Отличительной особенностью современных требований к КИС вуза является активное воздействие информационных технологий на процессы, которые уже сформированы в вузе, и эффективное участие в постановке новых процессов.

С точки зрения управления процессами деятельности вуза прикладное программное обеспечение КИС подразделяется на:

- 1) системы учета (сбора и накопление информации);
- 2) системы обработки и анализа;
- 3) системы планирования;
- 4) системы принятия решений.

Пользовательская аудитория КИС может быть различной: от среды, предназначенной только для руководителей верхнего звена, до среды «для всех», в которой объем и глубина полномочий определяются ролью, которую пользователь играет в университете. В последнем случае пользователями КИС являются не только верхний менеджмент вуза, но и студенты, сотрудники, в том числе и преподаватели.

Эффективность КИС оценивается по тому, насколько она позволяет достигать стратегических и тактических целей. Оценить достижения стратегических целей достаточно сложно и такие оценки, скорее, дело будущего, чем настоящего. Но оценить КИС с точки зрения того, насколько она обеспечивает решение насущных задач вуза, насколько она стала действительным инструментом работы и учебы возможно. Для этого можно рассмотреть несколько показателей [40]:

- 1) насколько полно КИС покрывает области деятельности вуза;

2) насколько полно КИС решает задачи управления – поддерживает ли только сбор и хранения информации, выполняет анализ или позволяет обеспечивать режимы планирования и принятия решений;

3) насколько широка пользовательская аудитория КИС;

4) насколько КИС устойчива к постоянно изменяющемуся штатному и студенческому составу вуза;

5) насколько КИС открыта для интеграции различных технологий и подходов;

6) насколько КИС проста для модификации информационных систем, автоматизирующих меняющиеся бизнес-процессы вуза;

7) насколько КИС способна обеспечить качественную информацию и насколько прост к ней доступ;

8) насколько КИС открыта для интеграции с внешним миром.

Первый пункт определяет необходимость сравнения эталонных сфер деятельности вуза, которые мы рассмотрели выше, и тех сфер, которые автоматизированы в отдельной КИС. Такие сферы мы далее будем называть контурами информатизации. При этом следует учитывать не только наличие автоматизации, но и глубину ее реализации. Например, учет успеваемости может состоять в вводе результирующих семестровых оценок, или покрывать весь бизнес-процесс, от создания ведомости в деканате, выставления оценок преподавателем, утверждения зав. кафедрой до результирующего утверждения деканом. В последнем случае степень автоматизации будет значительно глубже. Поэтому в этом пункте выделяются уровни покрытия контуров информатизации:

- фиксация фактов (к таким системам можно отнести многие учетные системы);

- автоматизация части БП (вышеприведенный пример в этом случае может рассматриваться только на уровне создания ведомости и занесении в нее оценок в деканате на основании бумажных ведомостей);

- полная автоматизация бизнес-процесса, когда все участники БП выполняют свои функции именно с помощью КИС.

Оценка поддержки задач управления – обработки и анализа, планирования и принятия решений может быть формализована

ции и тесты, оценивать вопросы типа эссе, просматривать результаты тестирования студентов, закрепленных за ним групп, назначать тесты группам и определять число попыток;

- наблюдатель за процессом тестирования (сотрудник центра мониторинга) может назначать попытки тестирования студентам;

- работник деканата может просматривать успеваемость и назначать тесты группе студентов и отдельным студентам;

- контролер оценивает ответы на вопросы типа эссе для студентов, обучающихся вне группы (абитуриенты, студенты с индивидуальным графиком, слушатели курсов и т.п.);

- методист – это пользователь, имеющий возможность оценивать качество теста;

- психометрист назначает сложность вопросу и максимальную длительность тесту, имеет право тестировать и анализировать качество тестовых заданий;

- администратор подразделения назначает роли пользователям, а также имеет возможности, схожие с возможностями инструктора группы.

Схема работы в СИТО следующая.

1. Главный администратор СИТО должен создать дисциплину, по которой предполагается разрабатывать тесты.

2. Дисциплина может быть сопоставлена с дисциплиной учебного плана, читаемого вузом или оставаться вне плана. В первом случае сопоставление курса в СИТО с дисциплиной учебного плана автоматически приводит к привязке дисциплины к некоторому учебному подразделению (кафедре). Данные о дисциплине и подразделениях хранятся в КИС ВГУЭС.

3. Главный администратор назначает администратора того подразделения, к которому привязана дисциплина.

4. Администратор подразделения должен назначить роль автора курса тому пользователю, который будет создавать вопросы по курсу.

5. Автор курса в СИТО создает темы и при необходимости размещает теоретический материал; создает вопросы, присоединяя их к темам, формирует секции и тесты.

6. После того, как вопросы и тесты готовы, курс в СИТО может быть передан для проведения учебного процесса. Перед использованием теста возможно выполнение семантического ана-

- тесты – это набор секций, объединенных по некоторому правилу, где секции могут быть из разных курсов (для составления междисциплинарных экзаменов);

- подразделение – это учебное подразделение, которое является собственником курса, а следовательно, и вопросов курса.

В соответствии с назначением СИТО обеспечивает:

- создание, удаление и редактирование разделов и материалов курса, содержащих информацию с текстом, графикой, аудио- и видеoinформацией, с возможностью встраивания апплетов и приложений;

- создание, удаление и редактирование 16-ти различных типов вопросов;

- создание, удаление и редактирование секций и тестов;

- назначение тестов;

- прохождение тестирования;

- сохранение результатов тестирования и получение отчетов об успеваемости;

- оценивание качества вопросов и тестов на основе семантического и статистического анализов;

- администрирование системы, позволяющее назначать роли пользователям и связывать пользователей с курсами и подразделениями, а также лицензировать курсы другим подразделениям.

6.5.2.2. Роли пользователей и схема функционирования системы

При работе в СИТО пользователь имеет одну или несколько ролей. Роли в СИТО основываются на стандарте IMS QTI, но адаптированы к российскому вузу. Это могут быть следующие роли:

- студент – обучаемый, который имеет возможность проходить тестирование, если ему назначен тест напрямую или через группу;

- автор курса – пользователь, который имеет право в СИТО создавать, редактировать и удалять темы и теоретические материалы курса, вопросы, секции и тесты, проходить тестирование, анализировать качество тестовых заданий;

- инструктор группы – пользователь, который закреплен за группой студентов; имеет право создавать и редактировать сек-

таким же образом. Во-первых, необходимо описать задачи обработки и анализа, возникающие при управлении вузом, а также рассмотреть задачи планирования, моделирования и блока принятия решений. После их описания необходимо выполнить сравнение с реализацией их в КИС.

Оценить широту использования КИС можно по относительным числовым показателям пользователей КИС. Здесь следует отдельно сравнивать относительное число сотрудников, использующих КИС в своей работе, преподавателей, студентов очной формы высшего образования, студентов неочной формы высшего образования и прочих студентов (среднего и дополнительного образования).

Для оценки эффективности КИС с точки зрения поддержки меняющегося штата сотрудников и студентов следует оценить относительное число работы, которое необходимо выполнить вручную администраторам или иным сотрудникам вуза в КИС, чтобы настроить ее на увольнение/отчисление/прием/зачисление сотрудников/студентов. При этом следует учитывать уровни автоматизации «ручных изменений». Если пользователю в связи с увольнением необходимо вручную удалять права в некоторой системе управления правами, то такая процедура не будет полностью ни автоматизированной, ни ручной. Поэтому в этом пункте следует выделять три состояния: ручная обработка/полуавтоматическая/полная автоматизация.

Оценить открытость КИС для интеграции различных технологий и подходов можно по тому, сколько и какие технологии интегрируются в КИС вуза и с какими возможна интеграция. Здесь же следует оценить, насколько легко реализовать интеграцию, на каких уровнях она может выполняться:

- на уровне импорта/экспорта данных через обменные форматы;

- на уровне репликаций данных;

- на уровне интеграции данных налету – интеграции по требованию;

- на уровне интеграции приложений;

- на уровне интеграции бизнес-процессов.

Также следует учесть возможность настраивать сторонние системы на учетные записи пользователей КИС и их права в КИС.

Оценить объем изменений, которые выполняют программисты, когда происходят изменения в моделях образовательного процесса вуза, в бизнес-процессах, наиболее сложно. Можно рассмотреть несколько бизнес-процессов в вузе, которые были автоматизированы, затем изменены, при этом определить, сколько чел.-дней потребуется для внесения изменений в код программы. Работа аналитика по поддержке изменений, не затрагивающая код, в данном пункте не измеряется.

Примеры таких меняющихся моделей и процессов:

1. Переход на поддержку модели Болонского процесса:
 - a) переход от оценочной шкалы к балльной;
 - b) введение нескольких аттестаций в течение семестра;
 - c) поддержка индивидуального плана студента, отличного от учебного плана его группы;
 - d) формирование временных групп из студентов разных учебных планов для прохождения одной дисциплины;
 - e) поддержка двухступенчатой модели обучения (бакалавр + магистр);
 - f) поддержка многоступенчатой образовательной программы с одновременным освоением программ разных уровней образования.
2. Поддержка модели обучения 2+2, 1+4, 3+2 и т.п., в которой одну образовательную программу проводят несколько институтов (факультетов) и даже несколько вузов (возможно из разных стран).
3. Ведение образовательной программы на основе проектного подхода.
4. Интеграция информационных ресурсов с филиалами.

Способность КИС обеспечить качественную информацию является одним из ключевых требований к среде. Оценка качества может выполняться по основным составляющим: корректности, полноте, непротиворечивости, достоверности, актуальности и доступности.

Уровень открытости КИС можно оценить по возможности среды предоставлять информацию для внешних потребителей и органов управления и интегрироваться с КИС других вузов (в том числе с филиалами вуза). В этом пункте также следует рассмотреть способность среды к обмену научно-образовательными

действиями проводить глубокий анализ качества образовательной деятельности. Наличие процедур анализа тестовых заданий позволяет оценить качество тестов и выдать рекомендации по его повышению.

Одной из особенностей СИТО является ее интеграция с КИС ВГУЭС. Необходимость этого связана с неудачным опытом использования закрытых систем, которые требовали больших усилий по сопровождению и не могли поддержать широкомасштабное внедрение системы мониторинга.

Система СИТО разработана в соответствии со стандартом QTI (Question and Test Interoperability) консорциума IMS [100]. Стандарт IMS QTI является общепринятым для систем тестирования; его поддерживают все основные обучающие среды (Learning Space, TopClass, WebCT, BlackBoard, среди российских систем ОРОКС [29]). Поддержка данного стандарта делает возможным обмен тестовыми материалами между различными системами. В частности, ВГУЭС и МИЭТ совместно отработали механизм обмена тестовыми заданиями между системами СИТО и ОРОКС.

Система СИТО доступна по адресу <http://cito.vvsu.ru> для всех пользователей. Для работы с системой требуется навигатор Internet (поддерживаются навигаторы IE и Opera).

6.5.2.1. Функциональные возможности системы

Система СИТО оперирует следующими основными понятиями, большинство из которых базируются на стандарте IMS QTI 1.2:

- курс – это объединение теоретического материала и тестовых заданий, которые могут содержать любые объекты – текст, графику, музыку, видео, приложения и т.д.; теоретический материал может быть структурирован по разделам курса;
- вопросы – это единица тестирования, которая может быть привязана к конкретному разделу курса или к курсу в целом; вопрос в СИТО состоит из формулировки, которая может содержать любые объекты, а также из формы представления и правил обработки ответов на вопрос;
- секции – это набор вопросов и других секций, объединенных по некоторому правилу (одновременно могут использоваться несколько правил);

- управление данными о подразделениях, пользователях, курсах, расписании занятий, результатах обучения;
- обеспечение возможности изучать материалы курса, выполнять индивидуальные задания и проходить тестирование при отсутствии доступа в Интернет;
- обеспечение взаимодействия преподавателя с обучаемыми через E-mail, Интернет-пейджер, конференции (off-line) и виртуальные семинары (on-line);
- обеспечение контроля уровня знаний обучаемых с помощью тестов;
- поддержка высокого уровня интерактивности и интеграции всех режимов управления в единую информационную обучающую среду.

6.5.2. Система интерактивного тестирования обучаемых

Система тестирования СИТО [2, 4, 85, 89] предназначена для мониторинга знаний с помощью тестовых заданий. Система поддерживает следующие аспекты тестирования:

- 1) тестирование по различным дисциплинам, по отдельным разделам (множеству разделов) дисциплины;
- 2) тестирование с различными целями (промежуточная и заключительная аттестации, самопроверка, обучающее тестирование);
- 3) тестирование различных категорий пользователей (студенты очной и заочной форм обучения, студенты экстерната и обучающиеся по дистанционной форме, студенты филиалов, школьники, слушатели курсов, абитуриенты).

СИТО имеет веб-интерфейс для всех режимов работы и поэтому применяется и в Интернете и в корпоративной сети. Это позволяет использовать одни и те же тесты для студентов очной, заочной и дистанционной форм обучения, а также для студентов филиалов. В то же время СИТО имеет возможность тонкой настройки проведения тестирования, что позволяет адаптировать тесты к таким разным целевым аудиториям, как студенты очной и дистанционной форм обучения. Большое разнообразие типов вопросов обеспечивает проверку различных уровней усвоения материала. Удобные инструменты создания и редактирования вопросов позволяют создавать обширный банк тестовых заданий. Развитая система представления результатов тестирования позво-

ресурсами: их метаописаниями и контентом. Способность среды к обмену определяется двумя факторами – поддержкой стандартов на метаописания и на контент и наличием интеграционных механизмов в КИС.

2.3. Сложность КИС

КИС вуза – это сложная система. Согласно общей теории систем [74, 78] сложная система – это такая система, в которой:

- 1) поведение системы определяется не только компонентами ее составляющими, но и их взаимоотношением;
- 2) связи между компонентами достаточно короткие, т.е. информация поступает от ближайшего соседа;
- 3) система может быть неустойчивой, т.е. небольшие изменения в одном месте могут привести к значительным изменениям в другом;
- 4) ни один из элементов системы не владеет всей информацией в целом, система является открытой;
- 5) система подвергается постоянным изменениям;
- 6) иерархическая модель используется наряду с сетевой для описания взаимоотношения компонентов.

КИС, которую мы рассматриваем в этой работе, удовлетворяет всем критериям сложных систем. Развитие сложных систем требует от участников процесса значительных затрат. По словам вице-президента IBM П. Хорна, «Помехой на пути дальнейшего развития является сложность. Преодоление барьера сложности становится одной из важнейших задач ИТ-индустрии. Это наша новая великая цель».

Еще одной характеристикой сложности системы, как нам кажется, является необходимость описания ее разными моделями. Сложная система является многомерной, а все модели, которыми мы описываем систему, – двумерные. Следовательно, мы в любой модели можем рассматривать лишь некоторый срез, проекцию системы на некоторую область. Отсюда следует, что ни одна модель сложной системы не даст полного о ней представления, и лишь в совокупности эти модели позволяют описать сложную систему с достаточной точностью.

Проектирование сложных технических систем – это отдельная область, которая изучается в научных и технических центрах и лабораториях, в частности в отделении технических систем Массачусетского технологического института (МИТ) и НИИ Системного программирования РАН. Приведем цитату из документа, подготовленного сотрудниками МИТ.

«Главной проблемой сложных технических систем является требование интегрированного подхода. Системы следует рассматривать не по частям, а в целом. Природа технических систем нового поколения может быть различной, но при этом они могут обладать близким по характеру поведением. Для лучшего понимания особенностей в поведении новых технических систем и способов их проектирования требуется разработка новых методов и теорий.

Сложность технических особенностей объясняется рядом причин. Например, интеграция различных компонентов или подсистем создает единую систему, обладающую более высокой сложностью, чем ее составляющие. Случается, что каждый из системных компонентов и каждая из подсистем могут быть доступны для понимания, а собранные вместе они образуют систему с труднопредсказуемым поведением и неожиданными проявлениями. Или же внесение изменений в процессе эксплуатации постоянно повышает ее сложность, со временем становится затруднительной дальнейшая модификация и изменение поведения системы. Для того чтобы понять устройство большой и сложной системы, требуется целостный взгляд на систему».

Вопросу построения целостного взгляда на сложную систему – корпоративную информационную среду вуза – и посвящена данная работа.

Обсуждение вопросов проектирования сложных систем можно также найти в [53].

2.4. Цели и требования к КИС вуза

Стратегические цели, которые помогают достичь правильно построенная КИС, – это:

- улучшить качество образовательных услуг;
- повысить эффективность управления университетом;

мость» разработана на OAS J2EE, зарегистрирована в ОФАП, свидетельство №5084 от 12.08.2005 г.

6.5. Поддержка учебного процесса

6.5.1. Интегрированная обучающая среда Аванта

Система Аванта (<http://avanta.vvsu.ru>) [2–4] разработана в 1999 г. и предназначена для поддержки всех форм обучения, в том числе дистанционной. Аванта содержит все основные элементы обучения – предоставление теоретического материала, глоссария, тестов, индивидуальных практических заданий, обсуждение тем в форуме и чате и с помощью электронной почты, формирование ответов на часто задаваемые вопросы, учет успеваемости по тестам и практическим заданиям.

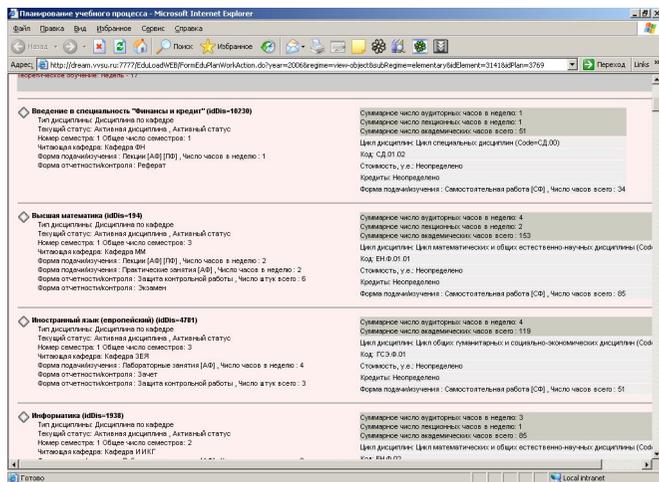
Система Аванта в настоящее время не интегрирована с КИС ВГУЭС. Это приводит к сложностям управления системой, пользователями, правами, учебными группами и т.п. В результате в системе сейчас сформировано около 50 курсов, что составляет лишь 4% от общего числа дисциплин ВГУЭС.

Архитектура ИОС представляет собой трехуровневую систему типа клиент-сервер. Клиентское приложение – это навигатор Интернет. Средний слой – это приложения на Java, обеспечивающие обработку запросов пользователей на стороне сервера. Сервер СУБД предназначен для управления цифровыми материалами, которыми оперирует ИОС. В текущей версии ИОС веб-сервер Apache и сервер СУБД Oracle функционируют на сервере Sun.

Учебный материал курсов разбит на модули, включающие теоретический материал, тесты на самопроверку, тесты-упражнения и задания на самостоятельную работу. Модуль может заканчиваться семинаром (on-line) и телеконференцией (off-line). Результаты каждого обучаемого регистрируются в системе. Несколько модулей могут завершаться промежуточной аттестацией (тест по нескольким модулям). В конце курса обучаемые проходят заключительную аттестацию.

К основным функциональным возможностям, которые поддерживает ИОС, следует отнести:

- управление информационными, учебно-методическими и демонстрационными материалами учебных курсов;



а)

Студенты	Аттестация текущая (глав-0)			Промежуточная (семестровая) аттестация (глав-08)			Баллы (глав-09-00-100)		Итоговые оценки	Студенты
	Статус	Баллы	Досяга	Статус	Баллы	Досяга	Балло	Статус		
1. Аносова М. С.	Должен	80	В	Должен	80	В	78 (90.0%)	В	Хорошо	Аносова М. С.
2. Булдаев А. С.	Должен	80	В	Должен	81	В	81 (89.0%)	В	Хорошо	Булдаев А. С.
3. Гаринцев А. А.	Должен	80	В	Должен	8	В	36 (36.0%)	В	Не аттестован	Гаринцев А. А.
4. Голованов Р. И.	Должен	80	В	Должен	80	В	79 (90.0%)	В	Хорошо	Голованов Р. И.
5. Жилин В. А.	Должен	85	В	Должен	80	В	83 (83.0%)	В	Хорошо	Жилин В. А.
6. Ковалева А. М.	Должен	85	В	Должен	80	В	71 (91.0%)	В	Хорошо	Ковалева А. М.
7. Либодан К. В.	Должен	85	В	Должен	81	В	69 (86.0%)	В	Хорошо	Либодан К. В.
8. Малахов С. С.	Должен	80	В	Должен	81	В	71 (91.0%)	В	Хорошо	Малахов С. С.
9. Малахов А. А.	Должен	80	В	Должен	80	В	79 (90.0%)	В	Хорошо	Малахов А. А.
10. Мещанин А. В.	Должен	85	В	Должен	8	В	36 (36.0%)	В	Не аттестован	Мещанин А. В.
11. Мишин А. Ю.	Должен	80	В	Должен	80	В	78 (90.0%)	В	Хорошо	Мишин А. Ю.
12. Прохин В. К.	Должен	82	В	Должен	80	В	82 (82.0%)	В	Отлично	Прохин В. К.
13. Соколов С. В.	Должен	80	В	Должен	79	В	49 (49.0%)	В	Не аттестован	Соколов С. В.
14. Сыроманов П. В.	Должен	85	В	Должен	80	В	71 (91.0%)	В	Хорошо	Сыроманов П. В.
15. Торкин А. А.	Должен	85	В	Должен	80	В	84 (84.0%)	В	Хорошо	Торкин А. А.
16. Федорова Д. А.	Должен	83	В	Должен	80	В	82 (82.0%)	В	Отлично	Федорова Д. А.

б)

Рис. 6.8. Системы управление учебным процессом: а) планирование учебного процесса; б) успеваемость

Система «Успеваемость» также поддерживает интеграцию с системой тестирования СИТО на базе импорта результатов тестирования в качестве оценок за аттестацию и в части возможностей назначения тестов при создании ведомости. Система «Успеваемость»

- улучшить качество информационных сервисов и их доступности для пользователей.

Определим основные цели построения КИС вуза:

- предоставление регламентированного доступа к ресурсам вуза всем категориям пользователей, в том числе преподавателям и студентам, работодателям и родителям студентов, независимо от местонахождения кампуса, формы обучения студентов и т.п.;

- обеспечение пользователей среды необходимой им актуальной, достоверной, непротиворечивой информацией, касающейся всех сфер деятельности вуза;

- обеспечение сотрудников вуза инструментом труда, уменьшающего долю рутинного бумажного труда с одновременным увеличением возможностей для обоснованного анализа, планирования и принятия решений;

- предоставление возможности студентам средств и технологической обучения.

Основные требования к формированию КИС получены на основании обеспечения целей и достижения высоких параметров эффективности КИС.

1. Общие требования

- КИС должна строиться на основании концепции развития, которая учитывает предыдущий опыт информатизации, требования сегодняшнего дня к уровню, качеству информации и направлена на достижение стратегических целей вуза.

- Модель КИС включает архитектуру, технические решения интеграции и распределения данных и приложений в среде, учитывает требования по развитию среды в будущем.

2. Требования к функционированию

- предоставление доступа к информационным системам с ограниченной областью видимости данных авторизованным пользователям в соответствии с их ролью в организационной структуре вуза;

- пользователями среды являются все сотрудники, преподаватели, студенты, независимо от местонахождения, а также сторонние пользователи, в том числе работодатели, родители, контролирующие органы и многие другие;

- информационные системы КИС должны поддерживать основные контуры информатизации вуза (обучение, управление, исследования и т.д.);

- системы КИС поддерживают все уровни функциональности от сбора и хранения до анализа, планирования и поддержки принятия решений.

3. Технические требования

- в КИС организовано автоматическое управление пользователями среды и их правами ввиду большого числа пользователей и частым их обновлением;

- поддержка внедрения в КИС различных технологий и систем, созданных различными группами внутри одного университета или приобретенными для решения широкого спектра задач, решаемых в университете;

- поддержка внедрения в среду унаследованных приложений;

- высокая степень автоматизации процедур поддержки качества данных и информации;

- поддержка интеграции КИС с другими удаленными средами;

- поддержка интеграции распределенных данных и приложений, ведение обобщенного репозитория метаданных КИС;

- обеспечение развития и масштабирования информационной среды, упрощение процедур создания и сопровождения информационных систем и сервисов КИС за счет отделения общих функций информационных систем среды в отдельные модули, покрывающие взаимосвязанную группу деловых процедур или информационных сервисов.

4. Технологические требования

- использование надежных и масштабируемых аппаратно-программных платформ и технологий различного назначения (СУБД, систем управления электронным документооборотом (СУЭД), геоинформационных систем (ГИС), технологий Интернет, веб-служб, виртуальных сетей, распределенных вычислений и т.д.);

- построение системы безопасности среды, периодическое исследование системы защиты, использование цифровых подписей, защищенных каналов для важной информации, использование межсетевого экрана, электронных механизмов аутентификации;

должен подавать заявку на создание дисциплины, согласовывать ее или утверждать.

Аналогичная процедура реализована и для формирования учебных рабочих и типовых планов. Любые изменения учебных планов должны быть согласованы и утверждены в соответствии с БП, описанном в системе бизнес-аналитиком. В зависимости от того, о каком плане идет речь, БП создания и изменения различаются и могут быть изменены аналогично БП управления дисциплинами.

Информационная система управления дисциплинами и учебными планами разработана на основе OAS J2EE. Система использует управляющие веб-службы и прикладные веб-службы для работы с базой данных.

6.4.5. Контроль успеваемости студентов

Процесс проведения аттестационных мероприятий автоматизируется с помощью системы «Успеваемость» (рис. 6.8,б). В соответствии с рейтинговой системой оценки знаний в течение семестра возможно несколько аттестаций, за которые студент может получать баллы. Общее число баллов, полученных студентом за дисциплину, может соответствовать некоторой оценке. В настоящее время поддерживаются обе составляющие оценки.

Система «Успеваемость» автоматизирует процесс создания ведомостей (с определением преподавателей, принимающих аттестацию в группе или у отдельного студента, и допуска студентов) на любую аттестацию в любой подходящей системе оценивания (или в обеих), позволяет преподавателям выставлять оценки, подписывать ведомости зав. кафедрам и деканам, осуществлять процедуры перезачета дисциплин и ВГУЭС и других вузов.

В системе «Успеваемость» работают сотрудники деканатов, в том числе деканы, преподаватели, заведующие кафедрами, сотрудники учебного управления, которые анализируют отчеты индивидуальными и статистические.

нии/включении дисциплин в его индивидуальный рабочий план с последующим рассмотрением и утверждением, а лишь позволяет фиксировать изменения в учебной траектории студента сотрудниками деканата.

Из студентов, которые изучают дисциплину согласно своей индивидуальной траектории, формируются «дисциплинарные» группы, которые затем используются для создания электронных ведомостей и формирования расписания. Дисциплинарные группы распадаются по завершению семестра. Формирование дисциплинарных групп реализуется с помощью системы «Планирование групп» с полной поддержкой БП – от составления заявки до согласования и утверждения.

6.4.4. Планирование учебного процесса

Система планирования учебного процесса включает управление дисциплинами и учебными планами, плановыми учебными и дисциплинарными группам, расчет нагрузки на кафедру (рис. 6.8,а). Система разработана на основе ОРМД и управления БП. В системе обеспечивается автоматизация процесса создания, согласования и утверждения типовых и рабочих планов, расчета нагрузки на кафедру с учетом изменений правил формирования нагрузки. Система поддерживает управление основными понятиями – *Дисциплина, Учебный план, Образовательная программа, Нагрузка по дисциплине на кафедру* и т.п. Для планирования групп обеспечивается автоматизация БП планирования учебных и дисциплинарных групп в деканатах с утверждением учебным управлением.

Расчет нагрузки позволяет автоматически сформировать потоки из учебных и дисциплинарных групп и назначить на них учебную нагрузку.

Составление индивидуального плана преподавателя и поручений на кафедру находится в стадии разработки технического проекта.

Создание дисциплин во ВГУЭС в настоящий момент осуществляется согласно схеме на рис. 4.16. Данная схема не является окончательной. Информационная система имеет возможность реализовывать любую схему, которая описана бизнес-аналитиками вуза. В зависимости от назначенных ролей пользователь

- использование индикаторов эффективности, позволяющих оценивать востребованность приложений, быстродействие среды в целом и ее отдельных частей, использование механизмов распределения нагрузки для достижения максимальной эффективности;

- использование документированных процедур резервного копирования, архивирования и восстановления данных, защита резервных копий от несанкционированного доступа.

Среда, удовлетворяющая этим требованиям, может быть названа интегрированной корпоративной информационной средой (ИКИС) вуза.

2.5. Организационные мероприятия

Целью информатизации вуза является разработка КИС с вышеописанными требованиями, поэтому все действия должны быть направлены на ее развитие. Плановые, систематизированные мероприятия начинаются обычно с решения организационных вопросов [45].

Ключевым мероприятием в развитии ИТ является создание надежной и эффективной инфраструктуры информатизации, внедрение унифицированных способов доступа к корпоративным данным, улучшение управляемости всего комплекса информационных ресурсов, а также обеспечение соответствия ИТ-инфраструктуры тактическим целям вуза. Комплексная реализация данных мероприятий может быть увязана с формированием КИС и должна учитывать организационную структуру вуза. Многие вузы имеют филиалы, расположенные в пределах одного региона. Интеграция информационных ресурсов филиалов в корпоративную информационную среду головного вуза требует формирования региональной информационной сети и существенного пересмотра архитектуры и функциональности корпоративных информационных сервисов и программных приложений.

Рассмотрим мероприятия, проводимые в вузе в рамках информатизации, которые направлены на построение инфраструктуры среды с вышеописанными требованиями.

менов и ведомости. Электронные ведомости заполняются учебным управлением. На основании результатов экзаменов и заключенных договоров формируется приказ на зачисление, подпись которого автоматически переводит абитуриентов в студенты ВГУЭС.

Студенты ВГУЭС могут быть позже отчислены, переведены, оставлены на второй год, из студентов формируются группы и т.п. Но, к сожалению, в ИСУСС автоматизирована только процедура приема студентов, все дальнейшие перемещения студентов хоть и сопровождаются приказами, но не инициируются ими. То есть основной активный пользователь ИСУСС – это учебное управление. Деканаты и кафедры имеют только возможность просматривать данные по своим студентам.

Информационная система «ИСУСС» зарегистрирована в ОФАП, свидетельство №3052 от 15.12.2003 г.

6.4.3. Ведение контингента студентов

Ведение информации по студенческому составу включает:

- 1) управление перемещением студентов в течение всего пребывания во ВГУЭС – зачисление, отчисление, перевод, оформления академических отпусков и т.п.;
- 2) формирование студенческих групп;
- 3) формирование приказов по студенческому составу;
- 4) печать различных документов (справок, дипломов и т.п.);
- 5) формирование отчетов по студенческому составу по ходу приемной кампании и т.п.

ИСУСС разработан на базе технологии Delphi и СУБД MS SQL Server. В связи со вступлением в Болонский процесс изменилась не только модель образовательных программ, но и модель организации обучения. Во-первых, студенты получили возможность формировать индивидуальную траекторию обучения. Во-вторых, студенты разных образовательных программ посещают некоторые дисциплины вне своей учебной группы. Для организации такого подхода необходимо обеспечивать возможность студентам менять их рабочие учебные планы, добавляя и удаляя некоторые дисциплины.

Отдел технического обеспечения отвечает за наличие и исправное состояние компьютерной техники в подразделениях. Существование такой централизованной службы вполне оправдано в небольшом, компактно расположенном вузе. В больших университетах, особенно имеющих множество зданий, разбросанных по городу, желательно выделять несколько секторов для большей оперативности по ремонту и обеспечению компьютерной техники.

Одной из сложных задач информатизации является работа преподавателей по созданию электронных ресурсов. Сотрудники вуза обычно достаточно быстро осваивают компьютер в объемах, необходимых им для работы. Например, во ВГУЭС внедрение системы управления доступом в помещения требовало использования компьютеров на вахтах, где работают сотрудники пенсионного возраста, ранее не знакомые с компьютерной техникой. Внедрение прошло в течение 2 месяцев, и все вахтеры прекрасно справляются с необходимыми им операциями. Несколько иначе дело обстоит с преподавателями. Во-первых, это связано с высокими требованиями, предъявляемыми к разработчикам электронных ресурсов, во-вторых, с занятостью преподавателей. Решением этих проблем занимается специальный отдел по использованию информационных технологий в учебном процессе.

Когда информационная среда становится инструментом деятельности большинства сотрудников вуза, то возникает необходимость в службе, в которую могут обратиться пользователи среды с любым вопросом, связанным с ИТ. Пользователи КИС часто не в состоянии выяснить место и причину неисправности, и соответственно они не знают, к какой службе обращаться. Первичной работой с пользователями занимается диспетчерская, которая идентифицирует неисправность и передает запрос в соответствующий отдел. Она же занимается контролем выполнения заявок.

Анализ организационной структуры информационно-технических подразделений Российских вузов показал, что часто проекты по созданию и развитию КИС решаются Центром информационных технологий (ЦИТ), Центром новых информационных технологий или Региональным ресурсным центром (РРЦ), созданными при участии федеральных органов образования. По мнению авторов, использование ЦИТ, ЦНИТ и РРЦ в работах по

развитию КИС целесообразно, но они не могут являться базовыми подразделениями информатизации вуза. Вектор их интересов чаще направлен на развитие внешних проектов, а развитие КИС вуза требует большой концентрации на внутренних проблемах. Поэтому ЦИТ, ЦНИТ и РРЦ не могут заменить информационно-технические подразделения вуза.

2.5.2. Организационные мероприятия по развитию КИС

Первоочередным мероприятием по развитию КИС является разработка проекта развития корпоративной информационно-вычислительной сети вуза и его реализация. Проект включает три этапа. На первом этапе формируется аппаратная часть инфраструктуры сети, на втором – определяется схема логического управления сетью, на третьем – выполняется автоматизация управляющих схем.

Одним из важных организационных мероприятий является подготовка нормативно-регламентирующих документов КИС. К таким документам можно отнести: концепцию развития КИС, положения о корпоративно-вычислительной сети, положение о сайте, паспорта серверов, регламенты использования ресурсов, обслуживания и т.п.

Мероприятия, связанные с программно-техническими вопросами развития КИС, предполагают создание моделей информационной среды вуза – логической, информационной, функциональной, физической, математической. В соответствии с этими моделями определяются этапы, технологии, платформы разработки и внедрения программного обеспечения.

Периодическими организационными мероприятиями являются переоборудование учебных классов и библиотеки. Для офисов учебных подразделений разрабатываются нормативы, учитывающие реальную потребность преподавателей и сотрудников, а также финансовые возможности университета. Административные и обеспечивающие подразделения оснащаются в зависимости от роли подразделения.

Постоянной работой ИТ и некоторых учебных подразделений являются учебные мероприятия по использованию КИС вуза. К таким мероприятиям относятся периодические курсы повышения квалификации по использованию компьютерной техники, спе-

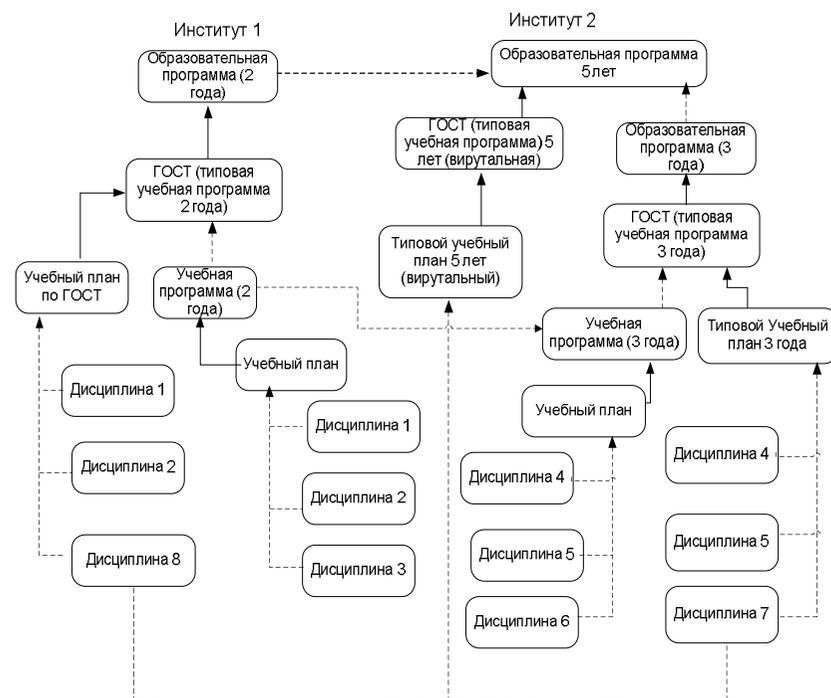


Рис. 6.6. Модель образовательных программ на современном этапе

Информационная система «Паспорт образовательных программ» зарегистрирована в ОФАП, свидетельство № 3050 от 15.12.2003 г.

6.4.2. Ведение приемной комиссии

Информационная система учета студенческого состава (ИСУСС) автоматизирует работу приемной комиссии от момента подачи заявления до зачисления студентов.

В приемной комиссии в летний период времени установлено 30 компьютеров, за которыми студенты-практиканты вводят данные об абитуриентах, в том числе и фотографии абитуриентов, сделанные в приемной комиссии. На основании введенных данных абитуриенту распечатывается экзаменационный лист на экзамен с фотографией. В ИСУСС формируются расписания экза-

ни ответственным за образовательную программу мог быть только один институт. Именно такую модель и реализует информационная система «Паспорт образовательных программ». На основе образовательной программы создается типовая учебная программа, которая основывается на текущем ГОСТе. Типовые учебные программы должны обновляться при изменении ГОСТа. Реализация типовой учебной программы выполняется типовым учебным планом, в котором определены дисциплины, в соответствии с ГОСТ.

На базе типовой учебной программы каждый год создаются рабочие учебные программы, реализация которых осуществляется рабочим учебным планом. В рабочий учебный план включаются дисциплины, которые планируются к чтению в ближайший учебный год. Рабочие и типовые планы могут не совпадать, но должны иметь допустимые отклонения.

В связи с тем, что российские вузы и ВГУЭС в том числе вступают в Болонский процесс, модель изменилась. И, прежде всего, стала возможна организация образовательных программ несколькими структурами вуза (и даже разными вузами). Новая модель образовательных программ представлена на рис. 6.6.

Образовательная программа может вестись различными институтами, при этом интегрируя части, которые могут реализовываться в различных структурных подразделениях. Итоговая типовая программа объединяет типовые программы всех составляющих, так же как и рабочий учебный план.

Во ВГУЭС все образовательные программы должны быть описаны в системе «Паспорт образовательных программ», включая программы высшего, среднего, начального и дополнительного образования, а также послевузовского образования.

В настоящее время для того чтобы реализовать модель, представленную на рис. 6.6, необходимо полностью переписывать программу «Паспорт образовательных программ», так как действующая система не поддерживает никаких возможных изменений в модели. Действующая версия программы «Паспорт образовательных программ» разработана на основе MS SQL Server и Delphi.

специализированные курсы для преподавателей по подготовке презентаций лекций, созданию тестов, по разработке электронных курсов; создание руководств пользователей по всем используемым в КИС системам и размещение их в общем доступе, а также консультации пользователей и ведения страницы часто задаваемых вопросов на сайте КИС. Консультация сотрудников вуза начинается в отделе кадров при устройстве на работу, где сотрудникам выдают памятку по работе в КИС с описанием всех необходимых действий, которые позволят сотруднику стать пользователем КИС.

2.6. Построение информационной инфраструктуры вуза

Корпоративная вычислительная сеть является ключевой компонентой инфраструктуры, влияющей на эффективность решения задач информатизации в вузе. Опыт построения сети вуза показывает, что при отсутствии единого проекта развития сети в определенный момент сеть катастрофически теряет управляемость, поток обращений пользователей в сетевую службу превращается в лавину, сдерживать которую приходится всему персоналу ИТ-подразделений. Дополнительным фактором, который в последнее время приходится учитывать при эксплуатации вычислительной сети, является необходимость обеспечения безопасности информационных сервисов и защиты данных, а также необходимость совместного использования корпоративных приложений, опирающихся на интегрированные базы данных.

Поэтому на первом этапе вуз выполняет реконструкцию существующей инфраструктуры сети [42]. Цель реконструкции – создание надежной, защищенной, масштабируемой, эффективной и управляемой вычислительной сети. Термин «управляемая» имеет отношение как к возможности поддержки различных регламентов, обеспечивающих работу сетевого оборудования, программного обеспечения и пользователей, так и к необходимости настройки сетевого оборудования под определенные информационные сервисы, покрывающие задачи управления (формирование виртуальных логических доменов, организация удаленного доступа к ресурсам сети, разграничение прав доступа пользователей

к ресурсам). Ключевым условием реконструкции является упрощение работы пользователей в сети, начиная с регистрации, организации управления доступом к информационным сервисам и приложениям, заканчивая взаимодействием с сетевой службой вуза. Другой особенностью этого этапа является необходимость интеграции ресурсов вуза и филиалов через выход в региональную сеть и Интернет на базе высокоскоростных технологий передачи данных, поэтому требуется замена каналообразующего оборудования и перевод больших групп пользователей из режима удаленного доступа в полноценный режим использования клиент-серверных приложений (создание частной региональной сети для покрытия задач филиалов) [43].

На этом этапе построения проектируются внутренняя и демилитаризованная зоны, разделенные межсетевым экраном. В зависимости от топологии университета определяются точки размещения телекоммуникационных центров. В проект сети включены функциональные серверы, необходимые для решения задач информатизации вуза, серверы управления сетью вуза (контроллеры доменов), серверы управления базами данных, файловые серверы, серверы приложений, веб-серверы, а также серверы хранения данных.

В зависимости от телекоммуникационных центров, серверов, компьютеров пользователей, в том числе в учебных компьютерных классах, библиотеке, офисных помещений, и с учетом развития сети определяется необходимое сетевое оборудование. На этом же этапе выполняется разделение сети вуза на канальном уровне с выделением виртуальных сетей и сопоставление подсетей адресным пространствам. Виртуальные сети выделяются на основании требований безопасности корпоративной сети вуза, с обязательным отделением учебных компьютерных классов, библиотеки от офисных компьютеров ректората, финансово-плановых, учебно-методических и других административно-управляющих служб.

Второй этап построения сетевой инфраструктуры вуза характеризуется централизацией управления сетевой инфраструктурой за счет внедрения LDAP-сервера. Одним из популярных LDAP-серверов, используемых в университетах, является служба каталогов Active Directory (AD) [44, 91, 112]. (Об использовании дру-

Наличие системы «Общежитие» позволяет повысить эффективность управления и безопасность в общежитии вуза.

6.4. Управление учебным процессом

Управление учебным процессом включает функции, рассмотренные нами во введении. На рис. 6.5 показаны основные процессы и степень их автоматизации во ВГУЭС. Серым цветом обозначены процессы, автоматизация которых находится в стадии разработки.

Одним из критериев эффективности мы определили возможность автоматизации БП в противовес учетной системе. Некоторые системы управления учебным процессом ВГУЭС являются учетными, другие же автоматизируют процесс управления.

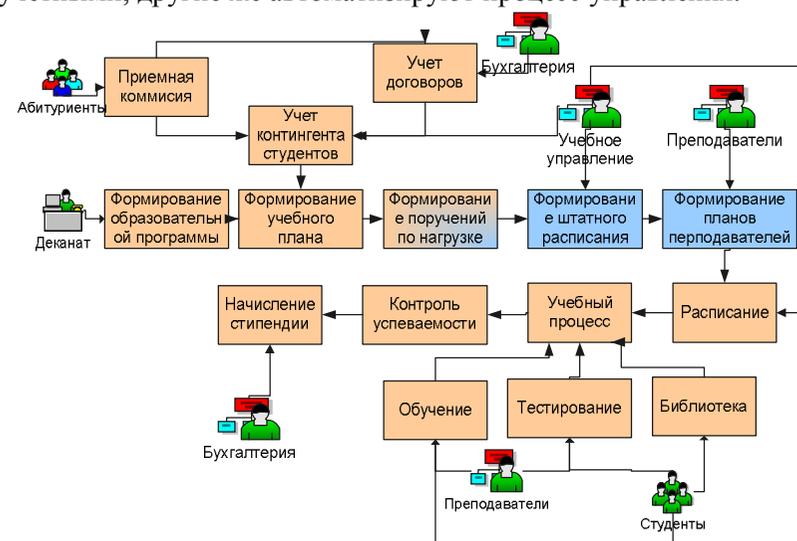


Рис. 6.5. Автоматизация управления учебным процессом ВГУЭС

6.4.1. Управление образовательными программами и учебными планами

Система ведения паспортов образовательных программ относится к учетным системам. Она позволяет создавать и редактировать паспорта образовательных программ. До настоящего време-

вание (место/месяц, место/сутки, комната/месяц и т.п.), а также произвольную стоимость в различных комнатах, связанных с комфортом.

Данные о пользователях система получает с помощью серверной компоненты, данные о студентах получены из данных по студентам, о сотрудниках – из базы сотрудников (модуль «Персонал» системы «Флагман»), о внешних пользователях – из базы данных внешних пользователей портала вуза. Данные по структуре получены из данных модуля «Персонал» системы «Флагман». Данные по помещениям общежития формируются в системе ГИС-помещения. Информация о поселении позволит системе управления доступом в помещения управлять турникетами, установленными в общежитиях.

Когда проживающие в общежитии вносят платеж в кассу, кассир выполняет бухгалтерскую проводку и данные о платежах попадают в систему «Общежитие». Информация об оплате становится доступна и для бухгалтера по общежитию и для коменданта (рис. 6.4).

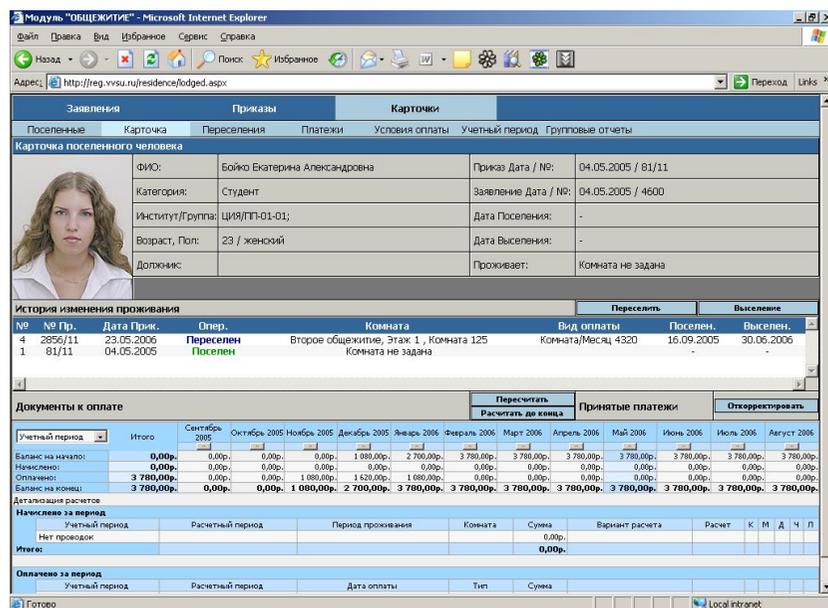


Рис. 6.4. Система «Общежитие»

гих LDAP серверов в университетской среде можно найти, например, в [103].) AD хранит два вида информации: первая описывает логическое размещение пользователей и сетевых ресурсов, вторая описывает физическую топологию корпоративной сети. В процессе проектирования AD выполняется:

- распределение пользователей и сетевых ресурсов на логическом уровне (выделение доменов, подразделений, групп и т.п.);
- организация и описание в терминах AD физической структуры корпоративной сети (организация контроллеров и их размещение в корпоративной сети, проектирование узлов, проектирование топологии репликации и т.п.).

На третьем этапе развития сетевой инфраструктуры разрабатываются и внедряются процедуры автоматического управления учетными записями пользователей, доступом к ресурсам, файловым серверам, в Интернет и к почтовой службе. Для этой цели предназначены специализированные службы автоматической регистрации пользователей корпоративной сети и порталов вуза, система управления правами пользователей с автоматическим назначением и изменением прав в зависимости от изменения роли пользователя в вузе, системы автоматического создания почтовых адресов, каталогов на файловых серверах [84, 112]. Одной из важных подсистем на этом этапе является разработка подсистемы актуализации учетных записей пользователей сети и порталов и их прав в КИС.

2.7. Построение моделей ИС

С точки зрения разработчика КИС вуза – это совокупность информационной инфраструктуры, корпоративных данных и информационных систем, направленных на автоматизацию задач, стоящих перед вузом. Как уже отмечено выше, наиболее перспективной является модель КИС вуза на базе компонентного подхода. Основными логическими единицами КИС являются данные, серверные компоненты, информационные системы (проекты) и пользователи (рис. 2.2).

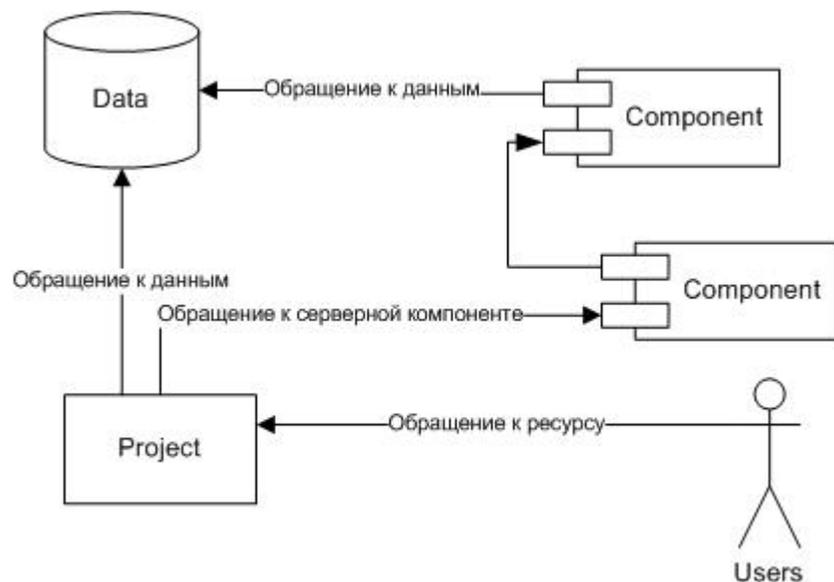


Рис. 2.2. Схема работы КИС вуза

В информационной среде вуза существует множество операций, которые одинаковы для многих информационных систем. К таким операциям относятся, например, операции аутентификации/авторизации пользователей. Для повышения эффективности работы информационной среды, управляемости, безопасности, уменьшения затрат на сопровождение и разработку новых систем одинаковые операции выделяются в отдельные серверные компоненты, которые доступны всем системам среды. Такие серверные компоненты должны обеспечивать выполнение наиболее общих запросов от информационных систем и быть совместимыми с ними. Наиболее популярными технологиями для серверных компонентов на текущий момент можно считать технологии веб-служб, CORBA и DCOM.

Если КИС вуза функционирует в гетерогенном окружении (с разнородными операционными системами, СУБД и технологиями разработки), то выбор технологии интеграции определяется требованиями совместимости. С точки зрения совместимости наиболее популярными являются технологии веб-служб и CORBA. Использование технологии CORBA ограничено корпоративной се-

Имея веб-интерфейс, система позволяет выполнять функции в рамках своих полномочий всем участникам БП организации доступа в помещения.

Система зарегистрирована в ОФАП, свидетельство №5514 от 19.12.2005 г.

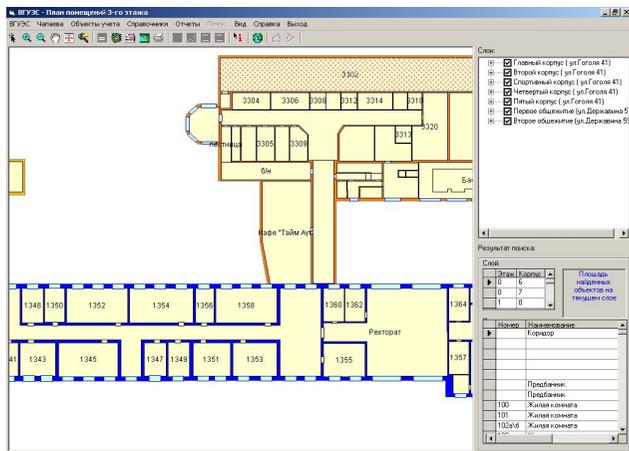
В лекционных аудиториях ВГУЭС установлены считыватели, соединенные с контроллерами, обеспечивающими передачу информации на специализированный сервис, который сохраняет данные в базе данных учета посещаемости студентов лекционных занятий. С помощью системы отчетов в портале ВГУЭС формируются отчеты по посещаемости студентами занятий. В настоящее время такие считыватели установлены только в лекционных аудиториях, что связано только с финансовыми ограничениями.

6.3.3. Управление общежитием

Система обеспечивает автоматизацию процесса поселения и проживания в общежитии и учета начислений и платежей. Процедуры, которые автоматизируются в системе «Общежитие»:

- 1) процесс поселения – подача заявки, формирование договора, формирование проекта приказа, подписание приказа, распределение по комнатам;
- 2) процесс выселения;
- 3) процесс переселения в другое помещение;
- 4) процесс начисления оплаты за проживание – начисление оплаты и печать памятки для оплаты;
- 5) процесс приема платежей – автоматизированная процедура внесения платежей из бухгалтерской программы модуль «Бухучет» информационной системы «Фламган»;
- 6) функции анализа – поиск свободных мест, поиск свободных помещений, поиск задолженностей по оплате, формирование оборотных ведомостей.

Пользователями системы являются все пользователи, связанные с общежитием. Студенты, абитуриенты, сотрудники подают электронное заявление на проживание, ответственные сотрудники подписывают договор и формируют приказ, подпись электронного приказа приводит к поселению в общежитие. Комендант распределяет проживающих по комнатам. Он же выполняет все дальнейшие перемещения проживающих. Система «Общежитие» поддерживает различные произвольные схемы оплаты за прожи-



а)



б)

Рис. 6.3. Системы административного управления: а) управление помещениями, б) управление доступом в помещения

Система разработана на .Net (C#) и базы данных MS SQL Server, интегрирована с данными по оргструктуре, персоналу, помещениям. Все права в системе определяются на основе СЕРУПП.

тью вуза из-за сложности работы CORBA с межсетевым экраном [122]. Кроме того, совместимость CORBA компонентов часто только декларируется, но не реализуется. Технология веб-служб позволяет работать и через межсетевой экран и обладает реальной, а не только декларируемой совместимостью (существующие проблемы в совместимости веб-служб от разных производителей решаются на уровне программирования их методов), но имеет существенный недостаток с точки зрения производительности.

Вопрос производительности важен для КИС вуза особенно тогда, когда среда становится действительным инструментом работы сотрудников. Производительность веб-служб зависит от объема передаваемых данных. Но действительно большие объемы данных за один запрос передаются редко. Тем не менее, использование технологии веб-служб требует тщательного внимания к вопросу производительности (в некоторых случаях он может стать непреодолимой проблемой для веб-служб).

Модели КИС вуза могут включать:

- архитектуру КИС;
- логическую модель КИС – описание составных частей среды и их взаимосвязи;
- описание компонентов КИС – их функциональное назначение, интерфейсы, взаимодействие с другими компонентами и с базами данных;
- технологические и технические решения, используемые на среднем уровне (middleware);
- модели баз данных – логические и физические;
- модели управления правами пользователей КИС;
- модели интеграции данных – описание обобщенного репозитория;
- модель управления бизнес-процессами;
- описание процедур поддержки качества данных в КИС;
- описание требований к программному обеспечению, которое может быть интегрировано в среду.

Глава 3. СОЗДАНИЕ РЕГИОНАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СРЕДЫ ВГУЭС И ФИЛИАЛОВ

3.1. Информационная инфраструктура КИС ВГУЭС

Территориально большинство вузов имеют распределенную в некотором регионе структуру, связать которую на сетевом уровне можно путем создания частной региональной вычислительной сети. Ядром такой сети является корпоративная вычислительная сеть основного кампуса. Так, сеть ВГУЭС состоит из корпоративной сети основного кампуса, локальных сетей удаленных подразделений университета, расположенных в г. Владивостоке, и локальных сетей филиалов в городах Находка и Артем (рис. 3.1). Для интеграции сетей филиалов и основной сети ВГУЭС используются элементы региональной опорной сети, основу которой составляет маршрутизирующее оборудование CISCO (Cisco 7260) и каналообразующее оборудование Натекс. Ядро корпоративной сети ВГУЭС защищено аппаратным межсетевым экраном Cisco ASA 5520. Соединение с локальными сетями филиалов выполняется с использованием технологий виртуальных частных сетей на основе протокола SSL (Secure Sockets Layer), что обеспечивает требуемый уровень безопасности передаваемых данных.

Архитектура региональной сети может быть представлена в виде нескольких уровней:

- уровень городской опорной сети;
- уровень узлов доступа (развернуты на базе городских АТС и филиалов);
- уровень сетей абонентского доступа;
- уровень интеграции и взаимодействия с внешними сетями (сети передачи данных общего пользования, сети провайдеров Интернет, ведомственные сети);
- уровень корпоративной сети.

Городская опорная сеть в г. Владивостоке строится на основе сегментов волоконно-оптических линий связи (ВОЛС), соединяющих узлы доступа (УД). УД, развернутый в филиале, выполняет следующие функции:

- подключение (агрегирование) локальных вычислительных сетей филиала и сетей доступа партнеров (например школы);

дющем пользователе с фотографией, ФИО и комнате проживания. Выводится информация и в случае несанкционированной попытки пройти в общежитие.

Доступ в помещения, оборудованные электронным ключом, происходит аналогично доступу в общежитие, т.е. на контроллеры записываются коды тех ИПК, которые ассоциируются с сотрудниками, допущенными в помещения. Допуск в помещения устанавливается с помощью системы управления правами, в которой пользователю дается роль «Доступ в помещения» с областью видимости помещения.

Система выдачи и приема ключей поддерживает БП оформления доступа в помещения и учета оборота ключей на вахтах ВГУЭС (рис. 6.3,б). Сотрудник ВГУЭС формирует список доступа в помещения, связанные с его подразделениями. В списке доступа определены время и дни недели, когда разрешен допуск. Руководитель подразделения подписывает электронный список. Если указанные в списке сроки не выходят за пределы общих по университету, то список доступен для утверждения начальником службы безопасности (СБ). Если часы или дни доступа выходят за пределы общеуниверситетских ограничений, то курирующему проректору посылается извещение по электронной почте с уведомлением о необходимости подписать электронный список. После подписи проректора начальник СБ согласовывает список доступа и он становится действующим.

Доступ в учебные аудитории по умолчанию открыт для всех сотрудников. Доступ в специализированные учебные аудитории с дорогостоящим оборудованием ограничен и определяется учебным отделом согласно расписанию занятий.

На вахтах ВГУЭС установлены компьютеры, подключенные в корпоративную сеть. Сотрудники проводят ИПК над считывателем, расположенным на вахтах, и на экране вахтер видит информацию о сотруднике: ФИО, фотографию, список доступных аудиторий и информацию о ключах этих аудиторий. Выдав ключ сотруднику от доступного помещения, вахтер кнопкой мышки отмечает этот факт. При сдаче ключа выполняется аналогичная операция.

Система используется как базовая система учета помещений, из которой помещения задействуются в системах «Общежитие», «Доступ в помещения», «Расписание», «Управленческий учет».

6.3.2. Управление доступом в помещения

Система управления доступом в помещения реализует контроль за доступом на основании ИПК. Код, прошитый в ИПК, вводится в компьютер с помощью бесконтактного считывателя и позволяет идентифицировать сотрудника, студента или другого человека, получившего ИПК в вузе.

На ИПК нанесены дополнительные идентификационные характеристики: ФИО, фотография, штрих-код, сгенерированный на основании табельного номера студента, сотрудника или внешнего пользователя. Дополнительные идентификационные данные используются службой безопасности (ФИО и фотография) и в библиотеке, где ИПК является читательским билетом.

Печать дополнительных данных выполняет подсистема печати ИПК, которая использует данные из систем «Персонал» для сотрудников и «Управление контингентом» для студентов. ИПК может печататься и для некоторых людей, не являющихся ни сотрудниками, ни студентами. Такие ИПК нужны, например, для членов семей сотрудников, проживающих в общежитии.

Основным предназначением ИПК является контроль доступа в помещения для:

- 1) доступа студентов в общежитие через турникеты;
- 2) доступа сотрудников в помещения, оборудованные электронным ключом;
- 3) выдачи ключей на вахтах вуза;
- 4) учет посещаемости студентов аудиторных занятий.

На входах в общежитие установлены турникеты, которые управляются контроллерами. Контроллеры имеют память, в которую 1 раз в день записываются коды тех ИПК, которые принадлежат проживающим в данном общежитии пользователям. Информация о проживающих доступна с помощью прикладных серверных компонент, получающих данные из системы «Общежитие».

Дополнительно на вахтах в общежитиях используются компьютеры, на которых охраннику выводится информация о прохо-

- подключение к внешним сетям (в частности, подключение к провайдерам Интернет);
- ввод, вывод и коммутация потоков данных опорной сети.

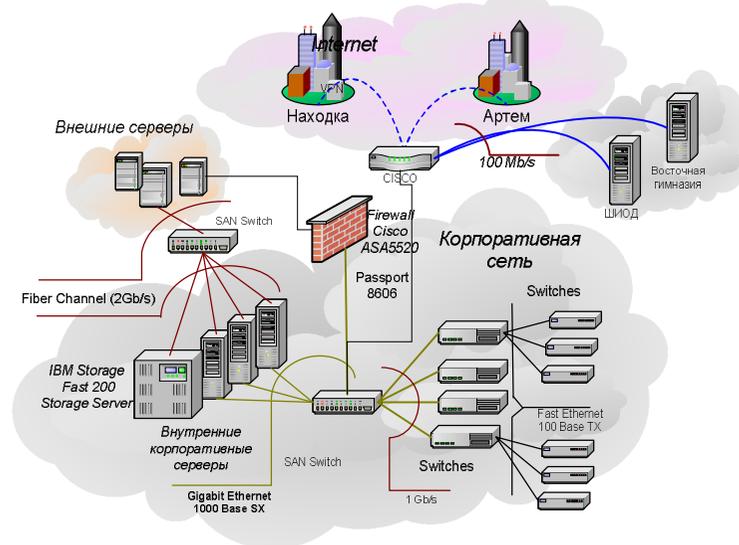


Рис. 3.1. Структура региональной сети ВГУЭС

Мультиплексирующее оборудование УД, используемое во ВГУЭС, работает по технологиям синхронной цифровой иерархии (SDH) STM-4 и ATM OC-3. В перспективе возможен переход на полную интеграцию всех сервисов в рамках общей сети ATM. В настоящее время подавляющее большинство поставщиков телекоммуникационных услуг используют при создании своих магистральных сетей технологию SDH. Данный выбор определяется надежностью сети, малым временем восстановления работоспособности, прозрачностью для передачи разнородного трафика, простотой в обслуживании и возможностью наращивания пропускной способности, удобством управления. SDH является базовой технологией для создания первичных сетей связи и передачи данных. Базовым компонентным потоком в сети SDH является поток E1 (2 Мбит/с). Мультиплексоры объединяют компонентные потоки в

агрегатные потоки для передачи по волоконно-оптическим или электрическим каналам. STM-1 является первым уровнем в иерархии агрегатных потоков. Общая емкость STM-1 составляет 155 Мбит/с, в этом канале может быть передано 63 потока Е1.

Добавление еще одного УД филиала в сеть происходит путем установки в УД SDH-мультиплексора. Какие-либо аппаратные изменения в других УД не требуются. Кроме того, предлагается концепция малых ответвлений, не требующих установки SDH-мультиплексоров. По мере своего развития малые ответвления могут быть преобразованы в полномасштабные УД. Обеспечивается полный мониторинг состояния каналов и узлов (мультиплексоров). Управление конфигурацией сети, отслеживание и регистрация аварийных ситуаций осуществляются программными средствами с единой консоли управления. В функции центральной управляющей системы входят также средства поддержки тестирования каналов и контроля качества работы основных блоков мультиплексоров.

Пользователи сети, расположенные в г. Владивостоке, подсоединяются к региональной сетевой инфраструктуре посредством соединения своих корпоративных сетей с УД. Соединительный сегмент между корпоративной сетью и УД является сетью доступа данного участника. Сеть доступа может принадлежать участнику (выделенная ВОЛС или медная линия) или арендоваться у оператора связи. В настоящее время для связи с УД филиалов в Артеме (512 Кбит/с) и Находке (512 Кбит/с) используются каналы передачи данных региональных операторов. Сеть восточной гимназии и школы одаренных детей (ШИОД) поддерживает 100 Мб/с и фактически является частью корпоративной сети.

На сетевом уровне используется протокол IP. Маршрутизация пакетов выполняется маршрутизаторами, установленными в УД. Кроме маршрутизируемого доступа, в опорной сети могут быть организованы виртуальные каналы ATM или потоки SDH между двумя площадками участников, без выхода на уровень маршрутизации (то есть без подключения в общее информационное пространство). Такие каналы могут быть использованы для решения специализированных учебно-научных задач (например, передача больших массивов данных реального времени между двумя исследовательскими стендами).

Подход, используемый при проектировании и внедрении канального и сетевого уровней корпоративной сети, заключается в

делений сотрудниками управления персоналом производится процедура создания нового подразделения и перевода туда сотрудников, а затем удаления прежних двух. Процедура слияния, организованная таким образом, не может быть автоматизирована в других системах КИС, например, при слиянии двух кафедр невозможно объединить дисциплины кафедр на вновь созданной кафедре. Конечно, и здесь требуется организация сотрудников управления персоналом по корректному выполнению процедур изменения оргструктуры не только с точки зрения системы «Управление персоналом», но и с точки зрения других систем КИС.

В настоящее время в КИС ВГУЭС в 20% случаях автоматизировать процедуры изменения оргструктуры не удастся, поэтому выполняется ручная корректировка данных корпоративной базы данных.

6.3.1. Управление помещениями

Информационная система управления помещениями вуза на базе геоинформационных технологий разрабатывается с целью повышения эффективности административно-управленческой и планово-хозяйственной деятельности ВГУЭС. Основное назначение системы:

- 1) сбор и хранение информации о помещениях;
- 2) автоматизация процедур перепланировки помещений;
- 3) информационная поддержка деятельности персонала вуза, направленной на учет помещений;
- 4) обеспечение уполномоченного персонала вуза оперативной справочной и отчетной информацией.

Система реализована на основе MapInfo и MS SQL Server. Система ГИС-помещения обеспечивает ввод данных по помещениям, в том числе пространственную и атрибутивную информацию (рис. 6.3,а). Пространственная информация представлена в виде поэтажных планов. Система интегрирована по данным с системой «Управление персоналом», так как обеспечивает привязку помещений к подразделению и позволяет закреплять за помещениями ответственных лиц и уборщиц. Система обеспечивает поиск помещений по различным атрибутивным и метрическим характеристикам.

Система «Флагман» является двухуровневым клиент-серверным приложением, работающим с базой данных на MS SQL Server. Подсистема «Управление персоналом» внедрена в управление персоналом ВГУЭС с 2002 года. Данные вносятся сотрудниками отдела кадров, ими же готовятся все необходимые отчеты для внешних органов.

Данные по персоналу используются либо непосредственно, либо реплицируются на серверы, находящиеся в ДМЗ. Для новых систем разработана серверная компонента, которая обеспечивает доступ к данным по персоналу и организационной структуре. В случае изменения в данных системы «Управление персоналом» выполняются многочисленные действия по актуализации данных в других системах.

При увольнении сотрудника автоматически:

- удаляются все права, связанные с выполнением им должностных обязанностей
- удаляется личная папка и доступ к файловому серверу
- блокируется вход в сеть и доступ в Интернет
- почтовый ящик помещается в очередь на удаление (если пользователь не является одновременно и студентом)
- идентификационная пластиковая карточка (ИПК) становится недействующей
- доступ в помещения прекращается.

Здесь необходимо учитывать, что некорректные действия сотрудников отдела кадров могут привести к серьезным последствиям, т.е. некорректное увольнение человека в системе «Управление персоналом» приводит к тому, что человек лишается всех возможностей работать в КИС вуза. Такое поведение характерно для сложных систем и здесь требуется, прежде всего, хорошая организация отдела кадров.

Изменения, связанные с местом работы сотрудника и с его должностью, также отрабатываются в системах КИС ВГУЭС. Эти изменения, прежде всего, связаны с управлением доступом и с файловым сервером.

Изменения организационной структуры самые сложные для поддержания в актуальном состоянии в других системах КИС. Это объясняется тем, каким образом происходят изменения в системе «Управление персоналом». Например, при слиянии подраз-

том, что на канальном уровне модели OSI сеть разбивается на относительно независимые друг от друга сегменты (виртуальные подсети), а на более высоких уровнях (сетевой) происходит приведение разрозненных сегментов в единую систему. Для создания корпоративной сети вуза и филиалов на канальном уровне используется методология виртуальных локальных сетей (Virtual Local Area Network – VLAN¹), соответствующая стандарту IEEE 802.1Q.

Виртуальные сети выделяются по нескольким критериям: локализация трафика внутри групп, наиболее интенсивно обменивающихся информацией, безопасность передачи данных по сети. Большое количество виртуальных сетей затрудняет первоначальную регистрацию и администрирование сетью, однако чем больше подсетей, тем выше управляемость и надежность сети. В корпоративной сети ВГУЭС выделено 16 виртуальных сетей, при этом учитывалось достижение компромисса между производительностью, управляемостью и надежностью. В сетях филиалов используется 3–4 виртуальных сети для разделения трафика между административными подразделениями, офисами учебных подразделений и учебными классами.

Каждой виртуальной сети сопоставляется IP-сеть. Путем задания правил устанавливаются допустимые маршруты между виртуальными сетями, что позволяет производить обмен данными между определенными виртуальными сетями. В идеальном варианте правила маршрутизации устанавливаются таким образом, чтобы узлы подсетей имели возможность взаимодействия лишь с централизованными корпоративными серверами, но не между собой.

Внутри основного кампуса ВГУЭС коммуникационное оборудование может соединяться как витой парой, так и в некоторых случаях с помощью оптоволоконных линий связи. Последние используются для соединения центрального маршрутизирующего коммутатора с этажными коммутаторами. В качестве активного сетевого оборудования в корпоративной сети ВГУЭС используются маршрутизирующий коммутатор Passport 8600 и коммутаторы второго уровня Nortel Networks BayStack 350/450 (рис. 3.2).

¹ VLAN представляют собой группу компьютеров, серверов и других сетевых ресурсов, которые функционируют так, как будто они подключены к одному сегменту сети, хотя, на самом деле, они подключены к разным.

6.3. Административное управление

В этапах развития информационных систем управление персоналом и организационной структурой занимает одно из первых мест, так как эта информация является базовой для большей части информационных систем КИС.

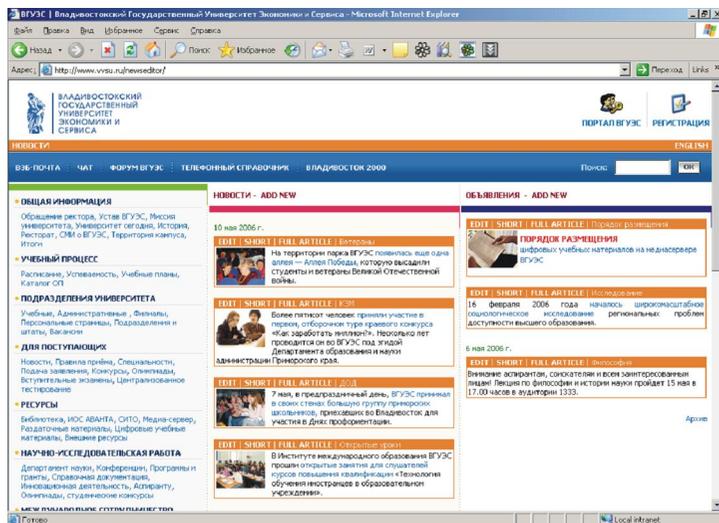
На этом этапе перед вузом стоит дилемма о самостоятельной разработке системы управления персоналом или приобретении сторонней разработки. Среди сторонних вариантов различаются коммерческие системы (SAP R/3, Ахарта, OEBS, Галактика, Флагман, Парус, 1С и некоторые другие) и системы, разработанные другими вузами. Примером систем, разработанных в вузах по управлению персоналом, может служить система, разработанная ПетрГУ.

Использование системы, разработанной в вузе, невыгодно по нескольким причинам. Во-первых, учет персонала в достаточной мере стандартизованная процедура, которая может меняться с изменением законодательства и правовой базы. Стандартность процедуры означает, что коммерческие решения обеспечивают необходимый набор функциональности. Изменяющаяся правовая база вынуждает к постоянным изменениям в программе. Выбор коммерческого решения определяется следующими характеристиками систем:

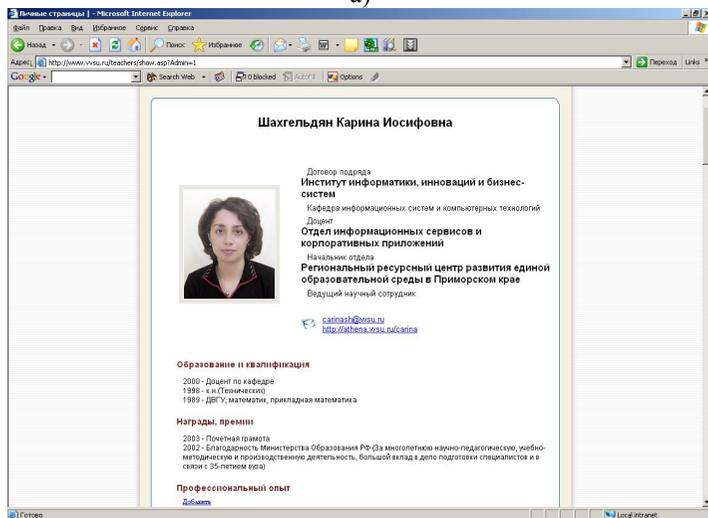
- 1) способность к интеграции по требованию;
- 2) финансовые ресурсы;
- 3) масштабируемость (как по размеру базы данных, так и по числу пользователей);
- 4) надежность функционирования.

Мы поставили способность к интеграции на первое место, так как считаем эту характеристику наиболее важной в системах, которые используются в КИС вуза. Без наличия такой возможности систему не имеет смысла рассматривать для приобретения и внедрения в КИС.

В 2001 году ВГУЭС приобрел информационную систему «Флагман», хотя бесспорно, это нельзя считать лучшим выбором. В настоящее время при наличии финансовых ресурсов лучшим выбором возможно будет серьезное коммерческое решение, например, Ахарта или OEBS.



а)



б)

Рис. 6.2. Системы управления страницами сайта ВГУЭС на основе системы управления контентом: а) новости и объявления на главной странице сайта; б) персональная страница преподавателя

Взаимодействие узлов внутри сети реализовано через корпоративные серверы (файловые серверы, веб-серверы, ftp-серверы, серверы приложений, серверы СУБД и т.п.). Однако на практике реализация столь строгой политики объединения (только через серверы) приводит к дополнительным неудобствам для пользователей и накладывает ограничение на используемое программное обеспечение (невозможно использовать электронные ключи в нескольких виртуальных сетях одновременно).

Прежде, чем мы подробней рассмотрим организацию виртуальных сетей в КИС ВГУЭС, остановимся на описании серверной фермы.

3.1.1. Организация серверной фермы ВГУЭС

Число серверов определяется теми задачами, которые решаются в КИС вуза, числом пользователей, которые работают с приложениями, собственно приложениями. Общее число серверов во ВГУЭС на текущий момент около 45.

Принятие корпоративного решения о выборе одной или нескольких операционных систем, которые будут использоваться на отдельном сервере и в целом в вузе, обусловлено многими обстоятельствами. В первую очередь (мы обсуждаем вариант легального использования коммерческих продуктов) учитываются решаемые в вузе задачи и используемое для этого программное обеспечение, экономические соображения и опыт персонала ИТ-службы. Во ВГУЭС на серверных и клиентских узлах сети преимущественно используются продукты Microsoft, а в качестве дополнительных на корпоративных серверах установлены Linux, FreeBSD, Solaris и OS/400. Схема серверной фермы ВГУЭС приведена на рис. 3.2.

Для корпоративных данных (контуры университетского управления, финансов, и управления учебным процессом) используется 4-процессорный 64-разрядный сервер с 8 Гб ОЗУ и объем диска 300 Гб (сервер Flagman/Felix рис. 3.2). Он соединяется непосредственно с центральным коммутатором Passport 2-мя каналами по 1 Гб/с каждый. Так как для управления этими данными используется СУБД MS SQL Server, то на сервере установлена Windows 2003 Server. Несмотря на большую интенсивность использования сервера (единовременно работают около 300 поль-

зователей), на необходимость выполнять процедуры репликации данных (например, из базы данных договоров студентов данные реплицируются в базу бухгалтерии, а обратно передаются платежи по договорам), сервер справляется с нагрузкой. Тем не менее, сервер имеет два имени, так как может возникнуть необходимость разделить данные в связи с недостаточной мощностью сервера. Имеет смысл разделить данные, связанные с административно-финансовым управлением, и данные по учебному процессу в том случае, если, как во ВГУЭС, для их обработки используется разное программное обеспечение. Приобретение новых серверов целесообразно, если существующие серверы не могут решить задачи или в связи с недостаточной мощностью, или в связи с неподходящей аппаратно-программной платформой. В последнем случае может быть использована технология виртуальных машин.

В большинстве случаев серверы КИС ВГУЭС работают в среднем на 50–70% своей мощности, что является приемлемым процентом загрузки для сервера, и загрузка дополнительной работы неэффективна. Но в некоторых случаях имеет смысл использовать технологию виртуальных машин, которая позволяет на одном физическом сервере организовать несколько логических. Эта технология используется в КИС ВГУЭС для организации на одном физическом сервере контроллеров доменов `empl.vvsu.ru` и `stud.vvsu.ru` в УД ШИОД.

Для повышения сохранности корпоративных данных в КИС ВГУЭС используется выделенная сеть хранения данных архитектуры SAN (рис. 3.3). Ядром этой сети является коммутатор IBM Total Storage SAN Switch, который обеспечивает независимую среду для взаимодействия внутри корпоративной системы хранения данных. Дисковая система хранения данных реализована на базе хранилища данных IBM FAStT200 Storage Server с общим объемом дискового пространства 1,7 Тбайт. Корпоративные данные с сервера Flagman/Felix сохраняются в виде архивных копий баз данных на хранилище, архивация выполняется в соответствии с регламентом. Использование хранилища для первичных данных СУБД в настоящее время нецелесообразно ввиду более низкой скорости доступа по сети в сравнении со скоростью обращения к дискам. Тем не менее, в ближайшем будущем, возможно, поло-

Доступ к анкете определяется авторами анкеты на основе СЕРУПП. Результаты анкетирования могут быть проанализированы в системе с помощью отчетов, макеты которых может создавать автор анкеты. Отчеты могут быть персональными и статистическими. Внутри отчета в зависимости от содержания вопросов возможны различные группировки.

6.2.3. Управление сайтом и контентом

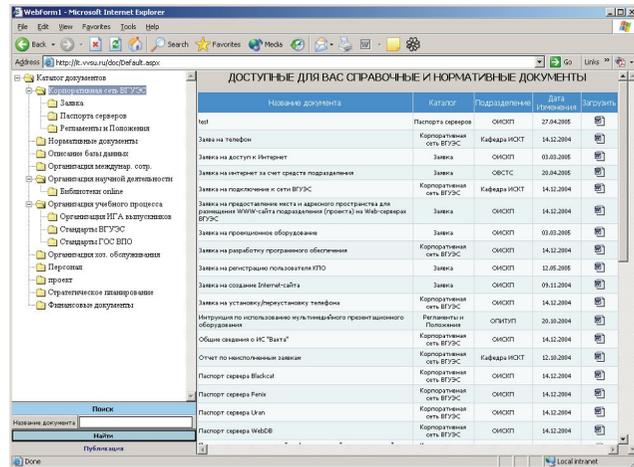
На основе системы управления справочниками, которую мы рассматривали выше, в КИС ВГУЭС разработана система управления контентом. Система позволяет создавать контент, публиковать его на сайте ВГУЭС и просматривать его, руководствуясь системой управления правами СЕРУПП.

На основе системы управления контентом созданы подсистемы публикации новостей и объявлений на всех страницах сайта ВГУЭС (рис. 6.2,а), электронная газета ВГУЭС, страницы отдельных подразделений, специализированные сервисы на страницах институтов и кафедр (информация для студентов, публикации и т.п.), а также сервис создания персональных страниц сотрудников ВГУЭС (рис. 6.2,б).

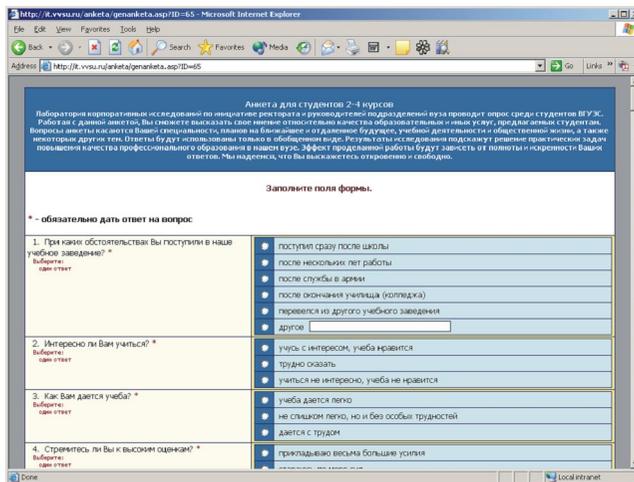
Сервис персональных страниц сотрудников позволяет формировать страницу, во-первых, из данных корпоративной базы данных персонал (ФИО, подразделения и должности сотрудника, ученые степени, звания и образование, награды и премии, повышение квалификации), во-вторых, из данных пользователей портала (электронный почтовый ящик и дополнительная персональная страница), в-третьих, из данных о помещениях и телефонах сотрудников (номера телефонов и аудиторий), в-четвертых, из планирования учебного процесса (читаемые дисциплины) и, наконец, из пунктов, которые сотрудники вносят самостоятельно. К последним пунктам, которые формируются с помощью системы управления контентом, относятся публикации, научные интересы и результаты и т.п.

6.2.2. Сервис анкетирования

Сервис предназначен для составления анкет, проведения анкетирования и анализа результатов (рис. 6.1,б). Пользователи КИС могут создать анкету, определив в ней вопросы нескольких типов; вопросы с одним выбором, вопросы с множественным выбором, вопросы со свободным ответом и смешанные типы.



а)



б)

Рис. 6.1. Сервисы портала: а) система публикации документов; б) система анкетирования

жение в этом вопросе изменится и для корпоративных данных будет использоваться SAN.

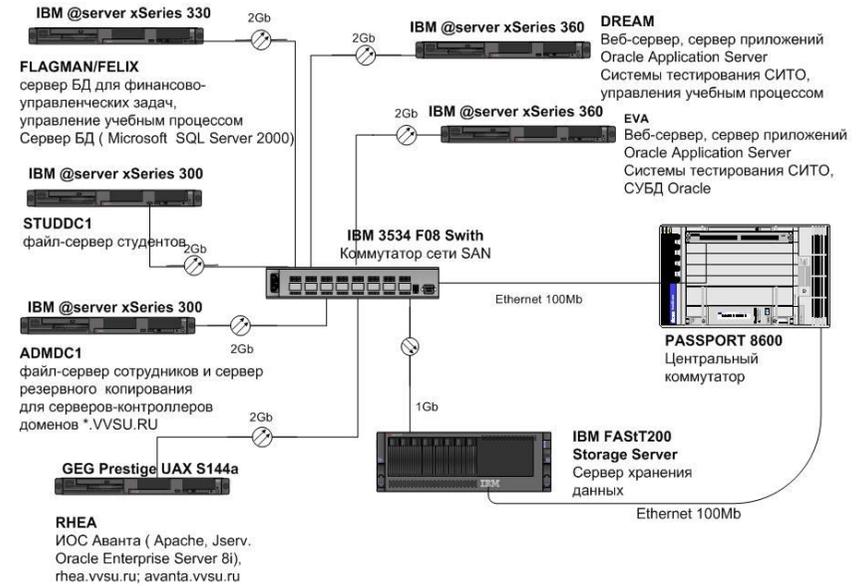


Рис. 3.3. Схема подключения SAN

Для корпоративных задач используется сервер корпоративного портала (внутренний портал) (сервер Reg, рис. 3.2). На этом сервере размещены веб-сервер IIS, а также модули корпоративного портала, для доступа к которым используется служба каталогов. Связь между сервером СУБД Flagman/Felix и веб-сервером Reg осуществляется со скоростью 1 Гб/с.

Сервер Fenix является полным зеркалом корпоративного сервера Flagman/Felix и используется в случае, если основной корпоративный сервер СУБД выйдет из строя. Сервер LibDB является сервером управления библиотечными ресурсами, на этот сервер реплицируются данные о студентах, сотрудниках, организационной структуре вуза. В корпоративной базе данных Flagman/Felix используются данные о наличии учебной литературы в библиотеке. Между этими серверами не требуется широкого канала связи, так как репликация проходит 1 раз/сутки (ночью).

В демилитаризованной зоне (ДМЗ) располагаются серверы, которые доступны не только из корпоративной сети, но и из Интернет. В ДМЗ расположены веб-сервер и внешний портал (Blackcat), сервер СУБД (WebDB), хранящий реплицированные из корпоративных серверов данные, сервер базы данных тестов и результатов тестирования (Eva), серверы поддержки управления учебным процессом и системы тестирования СИТО (Dream, Eva, Cerber), прокси-сервер (Nh), почтовый сервер (Mail), библиотечный каталог (LibCatalog) и несколько веб-серверов специализированных подразделений (Приморского регионального ресурсного центра (Dev02), кафедры информационных системы (Athena) и т.п.). В ДМЗ также находится сервер интегрированной обучающей среды Аванта (Rhea).

Сервер Blackcat имеет несколько доменных имен, в частности reg.vvsu.ru. Это доменное имя совпадает с именем внутреннего корпоративного портала КИС ВГУЭС. Таким образом, при обращении к reg.vvsu.ru из корпоративной сети dns-сервер транслирует запрос к серверу Reg. Запрос из внешней сети внешним dns-сервером транслируется на сервер Blackcat. Такое разделение вызвано требованиями безопасности, когда некоторые процедуры, которые необходимо выполнить при регистрации пользователя, могут быть размещены только на сервере Reg, доступ к которому запрещен от ДМЗ серверов. При регистрации пользователей из внешней сети процесс распадается на два разделенных по времени этапа. Безопасные процедуры выполняются в процессе регистрации, а процедуры, расположенные на сервере Reg, 1 раз/сутки (ночью).

В корпоративной сети расположены серверы Tserv1 и Tserv2, предназначенные для обеспечения работы терминалов Sun Ray, которые находятся в библиотеке ВГУЭС. Специализированный сервер Angel используется как сервер СУБД, приложений и веб-сервер для платформы Lotus Notes/Domino. Сервер Vahta является сервером приложений и веб-сервером для системы управления доступом в помещения и учета посещаемости занятий, сервер Nemesis используется как сервер базы данных и управляющий сервер доступа в общежитие. Для размещения учебной мультимедиаинформации (презентации лекций, мультимедийные учебные пособия) используется Media сервер.

пьютера). Для того чтобы преподаватель мог посмотреть свой расчетный лист, он должен войти на компьютер и затем в портал со своим именем (ввести имя и пароль два раза), вход в сервис расчетного листа выполняется без пароля на основе аутентификации Windows (для входа с Linux компьютеров требуется ввести полное имя пользователя с доменом и пароль). Если далее от преподавателя требуется выставить успеваемость студентам, то он через портал входит в систему успеваемости, расположенную на внешнем портале OAS, который потребует еще одной аутентификации. Здесь необходимо отметить, что имя пользователя и пароль одинаковые.

Использование единой аутентификации на всех серверах портала невозможно. Во-первых, на внешнем портале недоступны контроллеры доменов, а следовательно, аутентификация Windows невозможна, во-вторых, расположение физически на одном сервере всех приложений невозможно. Одним из решений этой проблемы является использование технологии баланса нагрузки. Так как информационные системы разработаны на таких различных технологиях, как .Net и Java, то избежать в полной мере множественной аутентификации не удастся¹.

Портал ВГУЭС маршрутизирует доступ к проектам КИС, объединенным в группы. Группы портала легко перенастраиваются и могут быть в любой момент изменены. В настоящий момент портал ВГУЭС включает: общее управление, образовательные ресурсы, управление учебным процессом, персональную информацию, финансовый блок, справочную информацию, сервисы и службы. Некоторые из систем мы рассмотрим ниже. Здесь кратко остановимся на некоторых простых сервисах портала.

6.2.1. Сервис публикации документов

Сервис обеспечивает размещение документов для некоторой группы пользователей. Документы сгруппированы по типам, при этом один и тот же документ может принадлежать нескольким типам (рис. 6.1,а).

Документы описываются автором документа, который может назначать на документ других авторов и ограничивать доступ к документу пользователей на основе СЕРУПП.

¹ Под множественной аутентификацией здесь понимается необходимость несколько раз вводить (и проверять) один и тот же логин и пароль.

Архитектурно ВГУЭС имеет два портала – как уже упоминалось выше – внутренний и внешний. Внутренний портал является в большей степени корпоративным, т.е. он предназначен для работы сотрудников вуза. Внешний портал в большей степени нацелен на обучение и доступ к нему открыт из внешней сети ВГУЭС.

Вход в оба портала осуществляется через один внешний портал ВГУЭС (<http://it.vvsu.ru>). Разница лишь в том, что некоторые сервисы расположены внутри и доступ снаружи к этим сервисам закрыт, даже если у пользователя имеются права доступа. Корпоративный внутренний портал настроен на аутентификацию на основании учетной записи AD. На внутреннем портале расположены сервисы, которые требуют повышенной безопасности.

К таким сервисам относятся:

- 1) регистрация внутренних пользователей;
- 2) удаление учетной записи пользователя;
- 3) получение информации по финансам – сервисы расчетного листа, средней заработной платы;
- 4) мониторинг Интернет-трафика.

Некоторые системы расположены во внутреннем корпоративном портале в связи с тем, что они необходимы только внутри КИС ВГУЭС. К таким системам можно отнести систему общежития, систему управления доступом в помещения, расчет себестоимости учебной программы и т.п.

Физически корпоративный портал расположен на нескольких веб-серверах IIS, которые настроены на аутентификацию AD. Поэтому при входе в информационные системы, расположенные на различных серверах, не выполняется дополнительный запрос на аутентификацию, используется аутентификация Windows.

Внешний портал расположен на нескольких внешних веб-серверах IIS и OAS. Аутентификация выполняется на основе Unet, поэтому при переходе с одного веб-сервера на другой необходимо вносить данные для аутентификации. Поскольку рабочие места большинства сотрудников ВГУЭС оснащены персональными компьютерами, то проблем с дополнительным вводом имени и пароля не происходит. Некоторые неудобства это вызывает там, где число пользователей превышает число компьютеров (например на кафедрах, где на преподавателя приходится 0,3 ком-

Несколько серверов (Dev01, Dev03, Rain, Cadastre, Uran) используются как файловые серверы или серверы тестирования разрабатываемого программного обеспечения (ПО) отдельных подразделений.

Для контроллеров доменов используются серверы Studdc1, Studdc2, Empldc1, Empldc2, Admdc1, Admdc2, Maindc1, Maindc2. Сервер Admdc1 выполняет также функцию централизованного файлового сервера сотрудников (поэтому он напрямую связан с SAN, где и располагается файловое хранилище), Studdc1 является централизованным файловым сервером студентов.

Для удаленного доступа пользователей в корпоративную сеть ВГУЭС используется сервер Ncs. Специализированный сервер Arichiver выполняет копирование архивных копий с файлового хранилища на внешние носители. Так как ВГУЭС является лицензированным провайдером и предоставляет доступ в Интернет сторонним пользователям, то в КИС ВГУЭС необходим сервер, обеспечивающий функционал биллинга (сервер Billing). Для управления сетью используется сервер (Monitor), на котором установлено специализированное программное обеспечение по сбору статистики и ее анализу со всех серверов КИС.

3.1.2. Создание сетевой инфраструктуры

Для повышения эффективности функционирования сетевой инфраструктуры ВГУЭС необходимо использовать технологию VLAN. Использование VLAN дает возможность повысить пропускную способность сети за счет ее эффективной сегментации. В отличие от обычной коммутации передача информации ограничена только необходимыми адресатами, что приводит к снижению общей загрузки сети. Процесс внедрения технологии VLAN во ВГУЭС состоял из четырех этапов.

На **первом этапе** определены группы, состоящие из рабочих станций и серверов, трафик которых необходимо локализовать. К выделенным группам применяется политика администрирования сетевого и канального уровней (возможность маршрутизации с другими виртуальными сетями, приоритетность трафика и т.п.).

Второй этап заключался в адаптации кабельных сетевых соединений для разделения всех виртуальных групп. Технология VLAN определяет несколько способов организации виртуальных

сетей. Во ВГУЭС был определен способ организации по портам коммутатора. В связи с этим на сетевые соединения накладывается дополнительное ограничение: на каждый порт коммутатора должны быть подключены узлы, относящиеся к одной виртуальной сети.

Третий этап заключался в распределении адресного пространства между виртуальными сетями. Централизующим сетевым устройством во ВГУЭС является маршрутизирующий коммутатор Passport 8606. Он позволяет осуществлять маршрутизацию между виртуальными сетями. Таким образом, каждой виртуальной сети сопоставлено адресное пространство сетевого уровня (IP-адреса).

На **четвертом этапе** корпоративные серверы распределены по коммутаторам и им сопоставлены группы виртуальных сетей, доступ с которых разрешен на эти серверы. В коммутирующем оборудовании Passport 8606 так реализован механизм VLAN, что один порт коммутатора может относиться сразу к нескольким виртуальным сетям. Это обстоятельство позволяет реализовать механизм взаимодействия следующего вида: сети *A* доступен сервер *S*, сети *B* доступен сервер *S*, но сети *A* недоступна сеть *B* и сети *B* недоступна сеть *A*. Использование этого механизма позволяет проводить более гибкую политику, ограничивающую доступ к корпоративным серверам.

3.1.2.1. Выделение групп

Для того чтобы выделить группы в рамках организации, которые наиболее интенсивно обмениваются данными, достаточно проанализировать структуру предприятия и программное обеспечение, используемое на рабочих станциях в корпоративной сети. Необходимо также учитывать возможность доступа сотрудников к корпоративным приложениям¹. Таким образом, уже можно выделить первые три группы компьютеров:

- учебные аудитории (сюда относятся все компьютеры, доступные студентам);
- библиотечные компьютеры общего назначения;
- офисные компьютеры кафедр и институтов, учебного управления и некоторых административных подразделений.

¹ Корпоративное приложение – программное обеспечение, используемое в рамках всего предприятия.

Глава 6. ПРИЛОЖЕНИЯ И СЕРВИСЫ КИС ВГУЭС

6.1. ВГУЭС как объект информатизации

ВГУЭС – это инновационный вуз, который объединяет основную кампус, два филиала в г.г. Артеме и Находке, 26 представительств в городах и районах Дальнего Востока, 2 представительства в КНР и несколько средних учебных заведений в г. Владивостоке. В настоящее время во ВГУЭС построена сетевая инфраструктура, объединяющая основную кампус, филиалы и 3 средних учебных заведения в г. Владивостоке. Общее число студентов ВГУЭС – около 24 тыс., включая обучающихся дистанционно студентов и студентов филиалов, а также учащихся средних учебных заведений. Число сотрудников около 2,5 тыс. человек.

Подробно об архитектуре сети и управлении сетевыми службами мы остановились выше. Там же рассмотрели вопросы использования телематических сервисов, регистрации пользователей и управления правами доступа.

Во ВГУЭС в настоящее время обучается около 700 иностранных студентов. Обучение иностранцев – это дополнительная нагрузка на КИС. Например, для корректного ввода данных в информационных системах требовался ввод всех трех полей ФИО. С появлением иностранцев возникла необходимость корректировать различные процедуры ввода и репликаций данных. Для иностранных студентов используются специфичные алгоритмы оплаты за обучение и т.п.

6.2. Портал вуза

Портал – это единая точка входа для персонифицированного доступа к информационным ресурсам. Портал ВГУЭС – это, скорее, маршрутизирующий узел для управляемого доступа к различным информационным системам и сервисам. Это объясняется тем, что портал ВГУЭС интегрирует «подпорталы» на логическом и физическом уровнях.

тования фонда персонал библиотеки филиала может использовать данные, внесенные сотрудниками центральной библиотеки.

5.3.2. Интеграция данных по учебному процессу

Большая часть программного обеспечения управления учебным процессом может быть развернута в соответствии с процедурой, описанной в п. 5.2. Исключение представляет то программное обеспечение, которое не может быть развернуто в филиалах. Примерами таких систем из того, что разработано во ВГУЭС, является система контроля успеваемости (разработана на базе Oracle Application Server) и система управленческого учета Планы-Отчеты (разработана на базе Lotus Notes/Domino). Чаще всего ресурсов для развертывания таких проектов в филиале нет. Поэтому доступ к таким системам может быть осуществлен на основе технологий Интернет. Обобщенные отчеты в этом случае создаются автоматически, так как имеется единственное место хранения – центр обработки данных вуза.

Обобщенные отчеты для таких систем возможны, если данные по персоналу и организационной структуре вуза введены корректно. Например, если преподаватель одновременно ведет занятия в головном вузе и филиале, то в интегрированной базе персонала для него должна быть только одна запись. В этом случае общую нагрузку преподавателя или расписание занятий можно составить без дополнительных манипуляций и со значительно более достоверным результатом. Поэтому правильная организация репликации данных на втором этапе обеспечивает корректные аналитические процедуры и достоверные результаты в обобщенных отчетах на третьем этапе.

Первые две группы являются весьма объемными, и локализация их трафика приведет к повышению производительности сети. Эти же две группы компьютеров, ввиду своей доступности для большого числа пользователей, являются группой повышенной опасности в большинстве вузов, т.е. наиболее вероятным средством для проведения сетевой атаки на корпоративные серверы вуза. Во ВГУЭС вторую группу можно было бы исключить из групп повышенной опасности на том основании, что в библиотеке в качестве рабочих компьютеров пользователей используются Sun Ray терминалы. Но в настоящее время компьютерный парк библиотеки расширяется и за счет небольшого числа персональных компьютеров, используемых для тех задач, в которых невозможно использовать Sun Ray.

Первые две группы являются разнородными в силу того, что за библиотечными компьютерами могут находиться не только студенты, но и лица, не имеющие никакого отношения к учебному процессу ВГУЭС (доступ к библиотечным компьютерам разрешен всем, кто имеет читательский билет, в компьютерном центре проводится тестирование и занятия абитуриентов, слушателей курсов и т.п.). Очевидно, что права на доступ к ресурсам сети ВГУЭС для этой группы должны быть ограничены.

В рамках любого предприятия используется информация, доступ к которой запрещен со стороны некоторых сотрудников. В качестве примера можно привести информацию о заработной плате сотрудников, о финансовом состоянии организации и т.д. Учитывая критерий конфиденциальности, в рамках ВГУЭС можно выделить еще две специальные группы:

- ректорат;
- управления бухгалтерского учета, планирования, персоналом, общий отдел.

Отделы, отвечающие за работоспособность и развитие КИС ВГУЭС, выделены в отдельное управление информационно-технического обеспечения. По роду деятельности управление связано с несколькими подразделениями, занимающимися разработкой программного обеспечения в рамках федеральных и краевых программ. Таким образом, целесообразно отделы, занимающиеся администрированием аппаратного обеспечения и разработкой приложений, выделить в отдельные группы:

– управление информационно-технического обеспечения (УИТО);

– Приморский региональный ресурсный центр (ПримРРЦ) и Дальневосточное кадастровое бюро.

Учитывая различные права доступа к серверам ВГУЭС, можно все серверы разделить на три группы:

- внешние серверы;
- внутренние корпоративные серверы;
- внутренние студенческие серверы;
- библиотечные серверы.

К *первой группе* относятся web-, dns-, e-mail серверы, а также серверы СУБД, которые содержат данные, доступные из Интернет. Доступ к этим серверам осуществляется как из внутренней (локальной) сети ВГУЭС, так и из Интернета по протоколу http. Для доступа по другим протоколам и к отдельным портам существуют более тонкие настройки, связанные с идентификацией на основе IP адресов и пользователей серверов. К этой группе относятся серверы Eva, Dream, Cerber, Rhea, Mail, Blackcat, WebDB, Dev02, Libcatalog.

Вторая группа серверов используется для управления сетью, для корпоративных приложений, файлового сервера и т.п. Эти серверы доступны только из корпоративной сети ВГУЭС. С точки зрения безопасности эта группа серверов требует наибольшего внимания. Доступ к ней должен быть ограничен компьютерами сотрудников и другими серверами и полностью закрыт для студенческих и библиотечных компьютеров. К этим серверам относятся Flagman/Felix, Fenix, Vahta, Nemesis, Admdc1, Admdc2, Empldc1, Empldc2, Maindc1, Maindc2, Angel, Rain, Dev01, Dev03, Uran, Cadastre.

Третья группа содержит серверы, используемые студентами университета в качестве файлового сервера, сервера авторизации пользователей и т.п. Эти серверы доступны и сотрудникам, и студентам университета со всех компьютеров корпоративной сети. К этой группе относятся Studdc1, Studdc2.

Четвертая группа серверов используется в библиотеке для регистрации литературы, учета оборота литературы, управления терминалами библиотеки. Для этой группы необходим доступ к корпоративным базам данных, что обуславливает необходимость

интереса в головном вузе и соответственно не требуются к репликации. Использование технологии Lotus/Notes в филиалах возможно, если они обладают соответствующей техникой. (Во ВГУЭС с помощью технологии Lotus/Notes реализованы системы планирования и отчетности). При отсутствии специализированной техники можно использовать web-версию систем. В частности, составление планов подразделения и отчетов может выполняться через Web, хотя и с ограниченной функциональностью.

5.3.1. Библиотечный электронный каталог

Для каталога библиотек могут использоваться системы как со своим собственным форматом хранения данных, так и с форматом в одном из библиотечных стандартов. Возможно также одновременное использование двух подходов. Во ВГУЭС поддерживается одновременная работа с двумя форматами – собственным и gusmarc.

На корпоративном сервере (MS SQL Server) хранятся данные собственного формата, введенные персоналом библиотеки ВГУЭС, с использованием разработанного во ВГУЭС программного обеспечения. Один раз в неделю эти данные конвертируются в формат gusmarc и сохраняются в базе данных (Oracle). Для работы с базой данных Oracle приобретено программное обеспечение, позволяющее осуществлять поиск данных внутри отдельной базы или внутри всех баз, расположенных на сервере, с использованием веб-интерфейса. Поддержка gusmarc позволяет организовывать обмен электронными каталогами между партнерами, в частности, ВГУЭС является членом консорциума АРБИКОН. Эта же схема позволяет интегрировать электронные каталоги филиалов.

В филиалах устанавливается программное обеспечение, разработанное во ВГУЭС и работающее с данными собственного формата. Один раз в неделю данные из электронного каталога филиалов, используя веб-службы, передаются в центральный электронный каталог на Oracle (отдельная база данных для каждого филиала). Поиск осуществляется сразу по всем каталогам с отображением места хранения литературы (центральная вузовская библиотека или библиотеки филиалов). В процессе комплек-

(абитуриентов/выпускников, отчисленных и т.п.), а также в таблицах, описывающих связи студента и учебной программы, заполняется поле, отвечающее за соответствие между данными ВГУЭС и его филиалов. Для нереплицированных данных поле устанавливается в null.

На основе данных по студентам, сотрудникам, организационной структуре и учебным программам пользователи филиалов могут выполнить регистрацию в КИС ВГУЭС.

5.3. Третий этап интеграции с филиалами

На третьем этапе интеграции интерес представляет:

- внедрение ранее не внедренных информационных ресурсов и сервисы;
- создание интеграционных ресурсов для получения совместных данных, обобщенного анализа и т.п.

На предыдущем этапе внедрены системы контура управления образованием, которые относились к необходимым элементам среды – управление образовательными программами и студентами и системы управления персоналом и организационной структурой. На третьем этапе к внедрению предлагаются те системы управления учебным процессом, организацией, финансами, научной деятельностью, которые не были внедрены ранее. К таким системам во ВГУЭС относятся:

- система расчета заработной платы и бухгалтерского учета, материального учета, начисления стипендий, учет платной образовательной деятельностью;
- системы создания учебных планов, расчета нагрузки, контроля успеваемости, составления расписания;
- управления помещениями, составление планов и отчетов подразделений, документооборот;
- электронные библиотечные каталоги и учет оборота литературы.

Внедрение некоторых систем происходит аналогично системам управления образовательными программами и студентами на втором этапе. При этом не все данные требуется реплицировать из филиалов в головной вуз. Например, информация по помещениям и внутренний документооборот филиалов не представляют

локализации этой группы. В группу входят серверы Tserv1, Tserv2, LibDB. К этой же группе можно отнести рабочие места сотрудников библиотеки, так как с этих рабочих мест необходим доступ и к библиотечным серверам, и к другим корпоративным серверам КИС.

Для корректной работы служб, обеспечивающих доступ в Интернет, необходимо добавить еще одну виртуальную сеть, неассоциированную с вышеописанными группами, – виртуальная сеть межсетевого экрана.

Так как ВГУЭС является лицензированным провайдером Интернет, то он предоставляет доступ к Интернет сторонним организациям, которые расположены на территории кампуса ВГУЭС. Для таких ситуаций выделены две виртуальные подсети.

В университете ведется преподавание по компьютерным специальностям 2201 и 0719, в рамках которых читаются дисциплины, связанные с телекоммуникациями и сетями. Для проведения лабораторных занятий используются виртуальные подсети учебного назначения.

На период приемных экзаменов и массового заселения в общежитие в специализированном классе Центра тестирования работают студенты, помогая осуществлять прием документов и оформление в общежитие. Так как в КИС ВГУЭС эти процедуры автоматизированы, то используются информационные системы, расположенные на корпоративных серверах ВГУЭС. Но так как данный класс является специализированной аудиторией Центра тестирования, то доступ отдельным ресурсам из него ограничен. Поэтому для этого класса выделена отдельная виртуальная подсеть.

КИС ВГУЭС имеет 16-портовый модем для удаленных пользователей. Доступ через модем осуществляется в специализированную виртуальную сеть. Хотя во ВГУЭС предусмотрена возможность удаленного входа в сеть, необходимости в локализации этой группы нет, т.к. при выходе нет возможности отнести удаленный узел к той или иной виртуальной сети, а следовательно, разграничить доступ к серверам. Поэтому необходимо сервер удаленного доступа включить в группу внутренних корпоративных серверов и предоставить для этого сервера доступ ко всем остальным корпоративным серверам.

Таким образом, выделилось 16 основных групп:

- 1) библиотечные компьютеры общего назначения (терминалы) (vlan_term);
- 2) внутренние библиотечные серверы и компьютеры сотрудников библиотеки (vlan_lib);
- 3) учебные аудитории (vlan_stud);
- 4) учебное управление, офисные компьютеры кафедр и институтов, административных подразделений (vlan_empl);
- 5) ректорат (vlan_rectorat);
- 6) управление бухгалтерского учета и планирования (vlan_acc);
- 7) управление персоналом, общий отдел (vlan_staff)
- 8) ПримРРЦ и Дальневосточное региональное кадастровое бюро (vlan_dev);
- 9) управление информационно-технического обеспечения (vlan_uito);
- 10) внутренние корпоративные серверы (vlan_adm);
- 11) внутренние студенческие серверы (vlan_studsrv);
- 12) межсетевой экран (vlan_firebox);
- 13) сторонние организации, расположенные на территории кампуса ВГУЭС (vlan_other);
- 14) учебные классы во время проведения лабораторных работ по дисциплинам, связанным с телекоммуникациями и сетями (vlan_lab1);
- 15) приемная комиссия (vlan_accept);
- 16) удаленные пользователи (vlan_dialup).

3.1.2.2. Проектирование кабельной системы

Поскольку VLAN реализуются на программном уровне, сети могут быть быстро и просто перенастроены при добавлении, перемещении или реорганизации узлов сети. Для использования технологии VLAN во ВГУЭС выполнено перепроектирование кабельной системы университета. Результатом этих изменений стало наличие на каждом порту коммутатора хостов относящихся не более чем к одной виртуальной группе.

В задачу перепроектирования входит, во-первых, размещение сетевого оборудования наиболее эффективным образом, т.е. так, чтобы дорогостоящее коммуникационное оборудование приме-

Аутентификация и авторизация с использованием прокси-сервиса и веб-службы аутентификации выполняется для всех трехуровневых приложений, в том числе веб-приложений, а также для двухуровневых, если СУБД не поддерживает аутентификации на основе Windows.

Результатом работы по второму этапу интеграции будет развертывание в филиалах основных корпоративных приложений административного управления, а также обеспечение режимов регистрации и управления правами доступа пользователей к ресурсам информационной среды вуза.

5.2.3. Внедрение основных корпоративных приложений

На втором этапе в филиалах вуза необходимо внедрить системы управления персоналом и контингентом. Управление персоналом позволяет вести карточки сотрудников с привязкой к штатному расписанию и управлять организационной структурой. На этом этапе из систем управления учебным процессом интересуют только те, которые требуются для ввода информации по студенческому составу. В КИС ВГУЭС обе системы используют MS SQL Server. Для каждого филиала в системе управления персоналом выделена отдельная бизнес-единица, в рамках которой описывается оргструктура филиала. Ввод данных осуществляет отдел кадров в филиалах, как и учет сотрудников. Для управления персоналом используются различные справочники, большинство из которых реплицируются из корпоративной базы данных ВГУЭС.

Вновь введенные сотрудники филиалов с табельными номерами, выбранными из допустимого для филиала диапазона, так же как и оргструктура филиала реплицируются в корпоративную базу данных 1 раз в день.

Из систем управления учебным процессом на втором этапе интересует система управления образовательными и учебными программами и управления контингентом студентов. Данные всех справочников и описание учебных планов обновляются только в корпоративной базе данных ВГУЭС и реплицируются в филиал 1 раз в день. Данные о студентах и их учебных программах, введенные в филиале, реплицируются в корпоративную базу данных ВГУЭС. При репликации в таблицах, описывающих студентов

хождения аутентификации и авторизации используется прокси-сервис, который перенаправляет запросы к основной веб-службе аутентификации и обеспечивает кэширование прав пользователя. Прокси-сервис работает по следующему алгоритму:

- один раз в сутки прокси-сервис получает права, логины и пароли всех пользователей филиала;
- принимает логин и пароль пользователя, а также идентификатор проекта и проверяет кэш на наличие информации о пользователе/пароле/проекте; если информация есть, то она передается запрашиваемому приложению, если информации нет, то выполняется следующий пункт;
- прокси-сервис передает запрос веб-службе аутентификации на аутентификацию и авторизацию логин/пароль/проект;
- веб-служба аутентификации выполняет проверку и выдает (или отказывает) в доступе пользователя к данному ресурсу;
- прокси-сервис передает ответ по запросу.

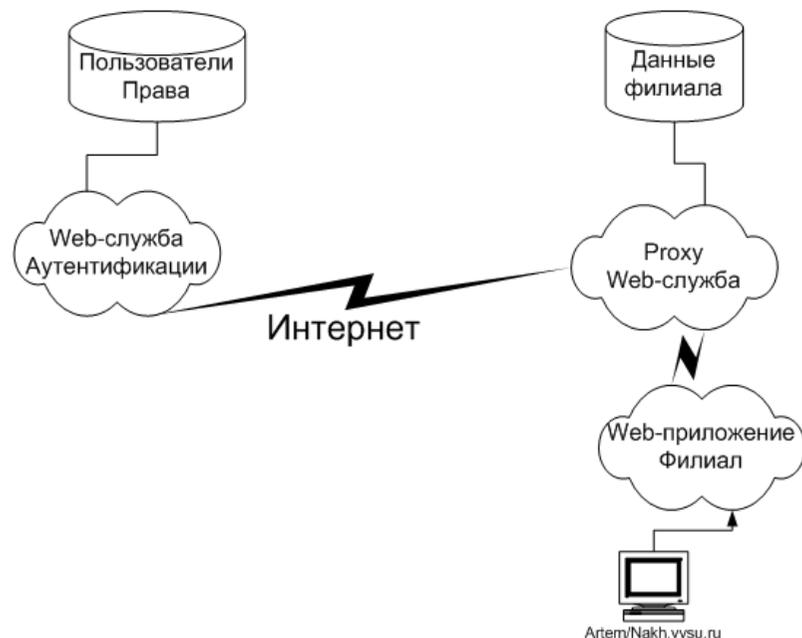


Рис. 5.2. Схема аутентификации и авторизации приложений в филиалах

нялось только там, где это необходимо. Во-вторых, установление соединений между коммуникационным оборудованием с учетом минимизации трафика и максимизации скорости передачи данных на важных участках – канале обмена данными между серверами. В-третьих, для обеспечения безопасности и поддержки деления на виртуальные сети, приобретения необходимого дополнительного оборудования.

3.1.2.3. Разбиение адресного пространства

После того, как все изменения кабельной системы произведены, необходимо каждой выделенной группе сопоставить отдельную виртуальную сеть, и для каждой виртуальной сети необходимо сопоставить адресное пространство. Использование в вузе маршрутизируемых сетей целесообразно только для серверов ДМЗ. Использование сетей этого класса для всех компьютеров вуза неэффективно ни с точки зрения финансов, ни с точки зрения управления. Выбором в данном случае является использование не маршрутизируемых сетей. Адреса, используемые в таких сетях, не зарезервированы, и, следовательно, прямой выход в Интернет по таким адресам невозможен. Для выхода в Интернет из не маршрутизируемых сетей используются Proxu- или NAT-серверы. Эти серверы заменяют адрес отправителя своим собственным (в случае проху-сервера) или адресом из зарезервированной сети (в случае NAT-сервера) при передаче пакета.

К достоинствам немаршрутизируемых сетей можно отнести:

- улучшение адаптации сети при смене провайдера;
- повышение уровня защиты сети;
- экономия материальных затрат, связанных с резервированием адресного пространства;
- улучшение расширяемость сети.

Уровень защиты при использовании немаршрутизируемых сетей повышается за счет того, что рабочая станция не сможет выйти в Интернет, минуя проху- или NAT-сервер. И в то же время из сети Интернет доступ к внутренним ресурсам сети вуза будет невозможен. Под улучшением расширяемости сети в данном случае понимается возможность добавления большого числа хостов к внутренней сети вуза без значительных изменений в конфигурации оборудования.

Основными недостатками немаршрутизируемых сетей являются:
 – недоступность сетей, адреса которых используются в качестве внутренних адресов предприятия;

– ограничения на используемое программное обеспечение.

Ограничение связано с тем, что некоторые программы требуют прямого (без посредников) соединения с хостом. Примером таких программ является видеоконференции и т.п.

3.1.2.4. Установление прав доступа

После того, как все подразделения разнесены по различным виртуальным сетям и распределено адресное пространство, необходимо определить доступность выделенным ранее группам корпоративных приложений и внутренних серверов ВГУЭС. Определить, какие задачи решаются, в каких сетях и, следовательно, куда необходим доступ. Например, из терминалов библиотеки необходим доступ к серверам управления терминалами, медиа-серверу, к веб-серверам и к прокси-серверу. Для виртуальной сети терминалов разрешен доступ к виртуальной библиотечной серверной сети. Дальнейший доступ к прокси серверам, к корпоративному portalу осуществляется от имени серверов управления терминалами.

В табл. 3.1 приведены правила доступа виртуальных сетей ВГУЭС. 1 – есть доступ, 0 – нет доступа.

Таблица 3.1

Правила доступа виртуальных сетей ВГУЭС

Показатель	vlan_term	vlan_lib	vlan_uito	vlan_staff	vlan_rectorat	vlan_dev	vlan_students	vlan_adm	vlan_stud	vlan_acc	vlan_empl	vlan_lab1	vlan_accept	vlan_other	vlan_firebox	vlan_dialup
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
vlan_term	x	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
vlan_lib	0	x	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0
vlan_uito	0	1	x	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0
vlan_staff	0	0	1	x	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0
vlan_rectorat	0	0	1	0	x	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0
vlan_dev	0	0	1	0	0	x	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0

изменений в AD, которые он осуществляет через мост IRA Web Service и сервис IRA Branch.

5.2.2. Аутентификация пользователей филиала

Учетные записи пользователей филиалов могут использоваться для входа в домены филиалов, на внутренний и внешний портал ВГУЭС. Правами пользователей филиалов управляет СЕРУПП. Дополнительного рассмотрения требует управление правами пользователей базы данных филиалов.

Создание пользователя базы данных в филиале осуществляется с помощью специализированной веб-службы, которая получает запрос от центрального сервера. Эта же служба позволяет удалять пользователей из базы данных филиала в случае их увольнения или изменения должностных обязанностей, не предусматривающих работу с приложением.

Пользователь, имеющий роли в базе данных, может запустить приложение, которое соединится с базой данных от его имени. Так как во ВГУЭС в качестве сервера СУБД используется MS SQL Server, то соединение настроено на аутентификацию Windows. Если используется другая СУБД, которая не поддерживает аутентификацию Windows, то используется учетная запись зарегистрированного пользователя, созданная одновременно с учетной записью Active Directory. Таким образом, если сервер СУБД понимает аутентификацию на базе Active Directory (или другой службы каталогов, которая используется в вузе), то двухуровневые приложения могут работать без изменений, кроме установления настроек соединения с базой данных на базе аутентификации Windows. Доступ к базе данных будет осуществлен в филиале на основе учетной записи в контроллере домена филиала. Если же СУБД не поддерживает аутентификацию Windows, то необходимо добавить в код программы обращение к некоторому сервису, выполняющему аутентификацию. Авторизацию можно не выполнять, так как в этом случае авторизация прописана также и на уровне базы данных.

В некоторых случаях базы данных и веб-сервер устанавливаются в филиалах, но доступ к ним описан в СЕРУПП в головном сервере. Для авторизации и аутентификации используется специализированная веб-служба аутентификации (рис. 5.2). Для про-

звляет передать минимальный объем трафика и выполнить основную работу на контроллере домена филиала.

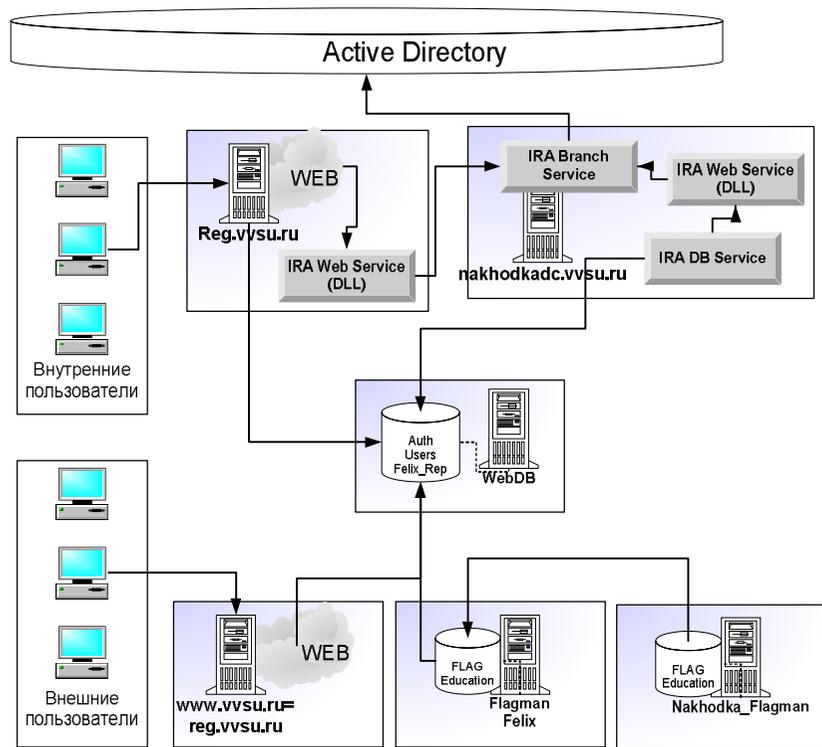


Рис. 5.1. Режим регистрации пользователей филиалов КИС ВГУЭС

Сервис IRA Branch создает учетную запись пользователя в домене филиала, необходимые пользователю группы и заносит учетную запись в эти группы. Для сотрудников название групп соответствует названию подразделений, в которых они работают, для студентов в названии групп используется префикс «S_».

Для актуализации учетных записей пользователя используется сервис актуализации IRA DB Service, аналогичный тому, который используется во ВГУЭС. Этот сервис анализирует данные о пользователе и принимает решение о необходимости

Окончание табл. 3.1

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
vlan_studs	0	1	1	1	1	1	1	x	1	1	1	1	0	0	0	1	1
rv																	
vlan_adm	0	1	1	1	1	1	1	x	0	1	1	0	0	0	1	1	
vlan_stud	0	0	1	0	0	0	1	0	x	0	0	0	0	0	1	0	
vlan_acc	0	0	1	0	0	0	1	1	0	x	0	0	0	0	1	0	
vlan_empl	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	x	0	0	0	1	0	
vlan_lab1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	x	0	0	1	0	
vlan_accept	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	x	0	1	0	
vlan_other	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	x	1	0	
vlan_firebox	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	x	1
vlan_dialup	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	x	

3.2. Логическое управление пользователями сети и компьютерами

Для обеспечения контроля и управления доступом к ресурсам и сервисам информационной среды необходимо использовать специализированный сервер управления учетными записями пользователей. Для этого предназначена служба каталогов, представляющая собой распределенное хранилище данных, унифицированный доступ к которому осуществляется с использованием протокола Light Directory Accesses Protocol (LDAP). Служба каталогов поддерживает иерархическую структуру данных, что позволяет структурировать информацию внутри хранилища, например в соответствии с организационной структурой вуза.

На рынке программных продуктов известно несколько продуктов: сервер LDAP Sun, сервер LDAP от Oracle, eDirectory от Novell, сервер Active Directory (AD) от Microsoft, Open LDAP от iPlanet. Сравнительный анализ показал, что каждая из рассматриваемых систем имеет преимущества и недостатки. Существенным преимуществом AD является нацеленность не только на хранение и авторизацию пользователей, но и на централизованное управление рабочими станциями и серверами корпоративной сети. Ис-

пользование таких инструментов, как подразделения, групповые политики и т.п., позволяет администраторам осуществлять эффективное управление пользователями, сетевыми ресурсами, компьютерами в рамках всей корпоративной сети вуза, число пользователей в которой может составлять несколько десятков тысяч. Второе преимущество связано с возможностью интеграции AD с другими продуктами Microsoft (Exchange, ISA, IIS, MS SQL Server), что улучшает унификацию доступа к ресурсам информационной среды вуза.

AD имеет средства адаптации к региональным сетям (управление репликацией, поиск ближайшего контроллера домена и т.п.), что повышает производительность работы пользователей с корпоративными ресурсами вне зависимости от их месторасположения. К средствам адаптации можно отнести технологию узлов (site), позволяющую описать физическую структуру AD (топологию).

Учитывая данные преимущества, во ВГУЭС решено использовать технологию Active Directory [44].

3.2.1. Домены КИС ВГУЭС

При проектировании дерева доменов вуза в структуре AD можно руководствоваться следующими критериями:

- домены могут быть организованы по ролевому признаку (корневой домен, домен сотрудников, домен студентов, домены административных серверов);
- домены могут организовываться по территориальному признаку (домены отдельных структурных подразделений, которые разнесены территориально);
- смешанное решение, когда в основном кампусе разделение идет по ролевому признаку, а домены удаленных филиалов объединяются по территориальному.

Во ВГУЭС выбран третий вариант. Внутри леса vvsu.ru есть домены сотрудников empl.vvsu.ru, студентов stud.vvsu.ru, домен серверов adm.vvsu.ru и домены филиалов в других городах (nakhodka.vvsu.ru и artem.vvsu.ru) (рис. 3.4).

ные из множества D_i'' могут перейти в множество D_i' и наоборот. Основным требованием является выполнение условий (5.1), (5.2) и $D_i' \cap D_i'' = 0$.

Из соотношения (5.1) видно, что в филиалах не следует поддерживать свои собственные информационные системы, если только они не являются частью единой информационной среды вуза. Если разработки филиалов удачны и полезны вузу, то их следует интегрировать в общую информационную среду и тогда данные войдут в множество данных информационной среды вуза.

5.2.1. Управление доступом пользователей к приложениям

В результате внедрения информационной системы управления персоналом и контингентом в филиалах появляется возможность регистрации преподавателей, сотрудников и студентов в КИС вуза. Поскольку данные находятся в базе головного сервера, то для регистрации пользователей можно использовать процедуры, которые мы рассматривали в разделе, посвященном регистрации в КИС.

В процессе регистрации в первую очередь определяется возможность регистрации пользователя в КИС и домен, в котором будет выполняться создание учетной записи пользователя (рис. 5.1). Если пользователь является сотрудником филиала или студентом программ, которые организуются филиалом, то учетные записи таких пользователей будут создаваться в доменах филиалов. Для создания учетной записи в домене филиала разработан специальный сервис IRA Branch, который функционирует на контроллере домена филиала (nakhodkadc.vvsu.ru или artemdc.vvsu.ru). Создание учетной записи можно было бы выполнять без такого сервиса, обращаясь к контроллеру домена напрямую. Проблема в том, что при таком способе создания учетной записи на контроллер по сети передается много информации. Каналы связи между головным вузом и филиалами в КИС ВГУЭС составляют 512 Кбит/с, что достаточно для решения многих задач, но недостаточно для передачи больших объемов информации в ограниченное время. Поскольку создание учетной записи должно происходить в режиме реального времени, то выбран подход, который по-

где D_{const} – данные, которые вводятся только в головном вузе и реплицируются в филиалы, в филиалах изменены быть не могут; N – число филиалов вуза; D_i – данные, которые специфичны для филиала; D_0 – специфичные данные головного вуза.

Данные, специфичные для филиала (головного вуза), представляют собой объединение множеств данных:

$$D_i = D'_i \cup D''_i, \quad (5.2)$$

где D'_i – данные, которые необходимо реплицировать в головной вуз (сюда же включены и соответствующие данные головного вуза для общности описания); D''_i – данные, которые не требуются реплицировать, они являются собственностью филиала и не представляют интереса для головного вуза.

К данным D_{const} относятся справочники, связанные с различными контурами автоматизации вуза. Например, справочники городов, улиц, форм обучения, специальностей, статусов студентов, тип контроля и т.п. Все эти данные должны вводиться в головном вузе, а в филиалах только использоваться.

К данным D_{const} также могут относиться более детализированные справочники, например справочник образовательных программ. Филиалы могут иметь свои собственные образовательные программы, но их утверждает основной вуз, поэтому желательно, чтобы эти данные входили в D_{const} .

Общая стратегия состоит в увеличении множества D_{const} , чтобы филиалы вводили только быстро меняющуюся («оперативную») информацию. Информация, которая вводится непосредственно в филиалах, подразделяется на две категории: информация, необходимая головному вузу, – D'_i ; информация, необходимая только филиалу, – D''_i .

Во ВГУЭС в множество D'_i входят данные о контингенте, организационной структуре, персонале, учебных планах. К множеству D''_i относятся данные по помещениям, использованию библиотеки, расписанию занятий. В любой момент времени дан-

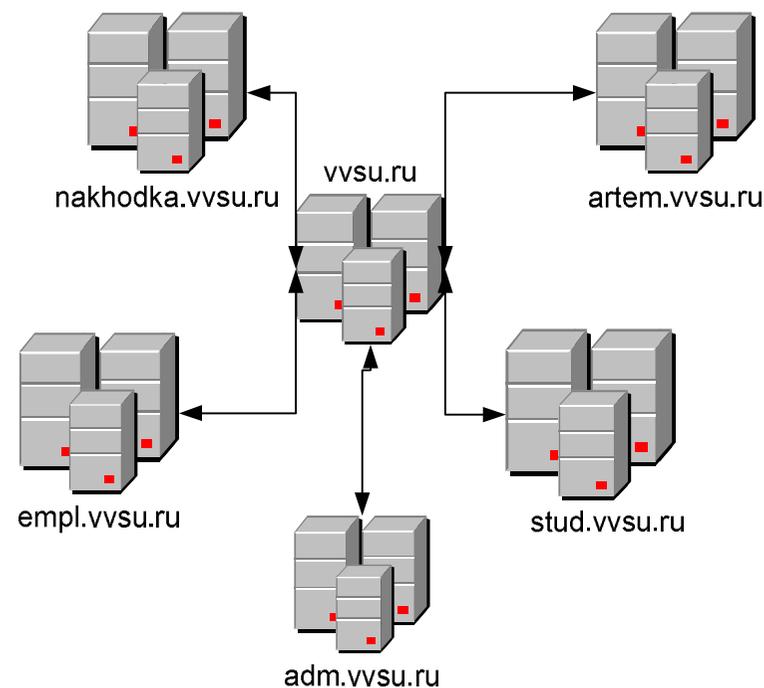


Рис. 3.4. Схема доменов КИС ВГУЭС

Домен верхнего уровня $vvsu.ru$ может использоваться для организации доверительных отношений с доменами другого леса. Примером организации такого соединения может стать подключение дерева другого университета или научно-исследовательского института. Если сторонний институт, университет, школа используют для организации своей внутренней структуры сети технологию AD, то появится возможность предоставления сетевых ресурсов одного университета другому. В то же время, учитывая нетранзитивность доверительных отношений между лесами, подобное объединение является безопасным.

Второе предназначение этого домена заключается в хранении глобального каталога. В глобальный каталог могут добавляться как объекты целиком, так и лишь некоторые их атрибуты. Наличие такого рода справочника позволяет пользователям сети ВГУЭС получать информацию об университете, его отделах, сотрудниках и т.д. (данные, которые будут публиковаться в гло-

бальном каталоге, определяются администраторами доменного леса). Контроллеры этого домена не рекомендуется загружать дополнительными сетевыми сервисами.

Домен второго уровня stud.vvsu.ru используется для хранения данных о студентах и компьютерах, участвующих в учебном процессе. Структура домена представлена на рис. 3.5.

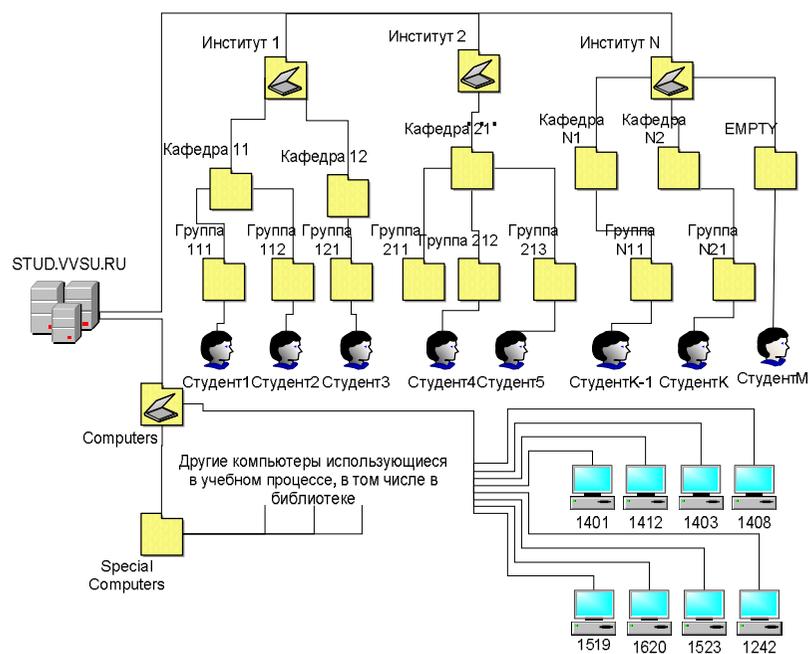


Рис. 3.5. Структура домена stud.vvsu.ru.

Учетные записи студентов объединяются в группы AD с именем – название учебной группы. При регистрации студента ВГУЭС его учетная запись включается в соответствующую группу AD, если студент проходит обучение в рамках учебной группы. При регистрации первого студента из учебной группы, соответствующая ей группа AD создается автоматически. Для студентов, обучающихся по индивидуальной программе, предназначена специальная группа AD EMPTU. В эту группу AD студент попадает только при условии, что он не занимается ни в одной группе.

4. В филиалах вводятся только данные о тех сотрудниках, которые не работают одновременно во ВГУЭС, так как те сотрудники, которые работают и во ВГУЭС и в филиалах, не описываются в филиалах, а лишь используются.

5. Данные о подразделениях и сотрудниках реплицируют во ВГУЭС из филиалов с сохранением всех кодов (подразделений, табельных номеров, потоков и т.п.).

6. В филиалах вводятся данные, которые не представляют интереса для головного вуза и не требуют репликации.

Такая достаточно простая интеграция данных осуществляется средствами СУБД MS SQL Server 1 раз в день.

Интеграция данных по управлению учебным процессом несколько сложнее. Это связано с тем, что на многие первичные ключи установлено автоувеличение, что лишает возможности выделения диапазона табельных номеров. В этом случае используется способ, который мы рассмотрели в разделе о репликации данных, при котором в таблицы филиалов добавляется новое поле, определяющее уникальный идентификатор из базы данных головного вуза.

Все справочники систем управления учебным процессом заполняются только в головном вузе и реплицируются в филиалы. В филиалы также реплицируются данные по учебным программам. Из филиалов в базу данных головного вуза реплицируются данные по студентам, по обучению их на программах, дисциплины, учебные планы.

Основная сложность при репликации возникает в случае, когда в головном вузе удалена некоторая запись в тот день, когда в базе филиалов создана запись, связанная с той, которая была удалена в головном вузе. Решение этих вопросов мы обсуждали в разделе о репликации данных. Репликации такого уровня выполняются в КИС ВГУЭС средствами специализированных приложений, выходящих за рамки хранимых процедур СУБД.

Обозначим все пространство данных головного вуза и филиалов D . Множество данных D с точки зрения задачи интеграции данных представляет собой объединение множеств D_{const} и D_i :

$$D = D_{const} \cup \bigcup_{i=0}^N D_i, \quad (5.1)$$

аналогичное тому, что развернуто в головном вузе. Если по какой-то причине это сделать затруднительно, то в филиале можно использовать более простые решения, которые позволяют вводить необходимые сведения и выполнять репликацию данных в центральную базу данных в головном вузе. В любом случае потребуется репликация данных из филиалов в головной вуз.

В филиалах ВГУЭС установлена система управления персоналом и организационной структуры, аналогичная той, которая используется во ВГУЭС, – система «Флагман», использующая СУБД MS SQL Server. Таким образом, для обеспечения интеграции необходимо настроить процедуры репликации.

Известны решения по поддержке распределенных приложений, которые основаны на использовании распределенных версий серверов систем управления базами данных (СУБД), например [102]. Такой подход не всегда предпочтителен для вуза из-за высоких требований к скорости передачи данных по каналам связи, большой стоимости владения таким программным обеспечением и необходимости установки в филиалах мощных серверных платформ. Для обмена данными о персонале в КИС ВГУЭС приняты схемы, которые мы обсуждали выше в разделе о репликации данных.

В системе «Флагман» введено понятие бизнес-единицы (БЕ), которое позволяет каждому филиалу сопоставить отдельную бизнес-единицу (БЕ). При введении данных в систему «Персонала» приняты ограничения:

1. Подразделения ВГУЭС и его филиалов должны всегда иметь различные коды (при наличии различных БЕ в методологии «Флагмана» это не обязательно). Это достигается ограничением на первую цифру в коде подразделения – для всех БЕ она разная. В будущем возможно придется столкнуться с проблемой из-за нехватки цифр (более 9 филиалов).

2. Каждая БЕ имеет свой диапазон табельных номеров для сотрудников. Это возможно благодаря тому, что в системе «Флагман» отсутствует автоматическое увеличение табельного номера.

3. В филиалах запрещены к вводу все справочники, в том числе должностей, степеней, званий, разрядов и многое другое. Все справочники заполняются во ВГУЭС и затем реплицируются в филиалы.

Учебная группа, согласно данным в корпоративной базе данных, связана с какой-либо кафедрой, а кафедра связана с некоторым институтом. В AD автоматически создаются группы, соответствующие кафедрам и институтам, при регистрации первого студента учебной группы кафедры и института. Права для доступа к сетевым ресурсам могут быть назначены для студента либо на уровне института, либо на уровне кафедры, либо на уровне группы или на уровне конкретного пользователя.

В подразделение computers домена stud.vvsu.ru включены компьютеры двух типов: education – компьютеры, находящиеся в учебных аудиториях, и special – компьютеры, участвующие в учебном процессе, но доступные для студентов с определенными ограничениями (либо вообще недоступные). Ограничения, наложенные на студента групповой политикой безопасности, не позволят изменить ему конфигурацию компьютера или установить дополнительное программное обеспечение. Это позволит повысить защиту компьютеров, находящихся в учебных аудиториях, и что, несомненно, повышает надежность работы этих компьютеров. В группу special входят компьютеры, относящиеся к конкретным кафедрам, но не являющиеся персональными, например серверы кафедр. На эту группу компьютеров не налагаются ограничения политикой безопасности, т.к. требуется индивидуальная настройка каждого компьютера. Компьютеры читальных залов библиотеки также относятся к домену stud.vvsu.ru.

Домен второго уровня empl.vvsu.ru используется для хранения данных о сотрудниках университета (рис. 3.6). Группа computers включает все компьютеры сотрудников университета, вторая группа содержит учетные записи сотрудников университета. В свою очередь учетные записи сотрудников разделены по группам AD, соответствующим организационной иерархической структуре вуза. Организационные единицы домена empl.vvsu.ru соответствуют департаментам ВГУЭС. Группы, которые входят в организационные единицы, соответствуют подразделениям ВГУЭС. Таким образом, при внесении нового сотрудника в домен его учетная запись автоматически добавится в группу, соответствующую его отделу (кафедре, институту, управлению). Если сотрудник работает в нескольких подразделениях, то его учетная запись будет занесена во все соответствующие группы AD. Нали-

чие отдельного домена `empl.vvsu.ru` позволяет с помощью групповых политик безопасности устанавливать настройки программного обеспечения, которые являются общими для всех сотрудников. Например, для всех сотрудников используется один и тот же прокси-сервер, следовательно, установив его в групповой политике и запретив пользователям изменять настройки Internet Explorer, можно быть уверенным, что сотрудниками используется корректный сервер. В случае переноса сервера на другой компьютер потребуется лишь изменить настройки политики безопасности, и изменение вступит в силу для всех сотрудников ВГУЭС.

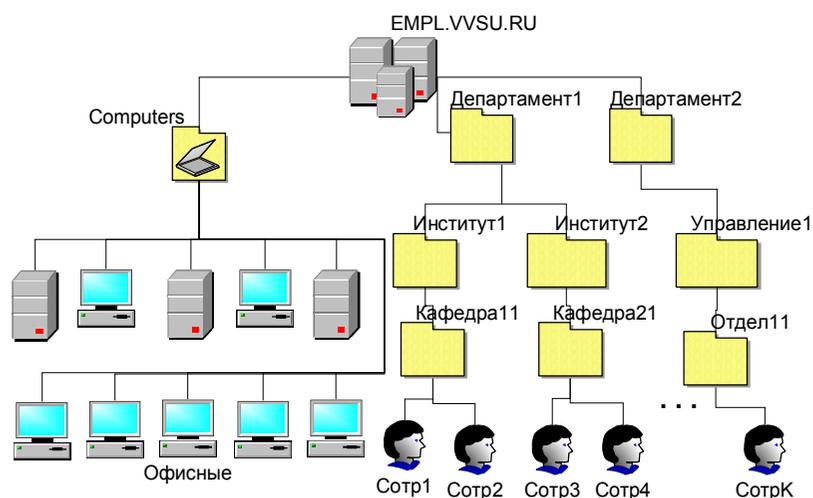


Рис. 3.6. Структура домена `empl.vvsu.ru`

Домен второго уровня `adm.vvsu.ru` используется для хранения данных о корпоративных серверах и учетных записях администраторов доменного леса (рис. 3.7). Все корпоративные серверы должны входить в этот домен. Этот домен также может использоваться для хранения политик безопасности сетевого аппаратного обеспечения. Например, серия коммутаторов BayStack может использовать Directory Service для хранения данных о приоритетности проходящего трафика и т.п. Устройство FireBox может осуществлять идентификацию пользователей, относящихся к домену Windows. Для пользователей, которым необходим прямой доступ

ченной учетной записью с любого компьютера, имеющего выход в Интернет или доступ к КИС ВГУЭС.

ИОС Аванта имеет собственную систему регистрации и управления правами пользователей. Пользователями Аванты управляют администраторы подразделений в среде. Для филиалов созданы отдельные подразделения, в которые лицензируются курсы других подразделений для проведения обучения.

СИТО поддерживает внешних пользователей КИС ВГУЭС, поэтому доступ студентов и преподавателей филиалов к этой системе осуществляется на основе учетных записей внешних пользователей, которые формируются на основе списков студенческого состава, предоставленного деканатами. Конечно, такой вариант управления доступом пользователей является более трудоемким, чем используемый в головном вузе, где это делается автоматически на основе корпоративной системы управления доступом к ресурсам. Однако вариант допустим как промежуточный до реализации второго этапа интеграции, когда в филиалах будут развернуты системы управления персоналом и контингентом.

5.2. Второй этап интеграции с филиалами

Доступ к информационным ресурсам осуществляется на основе учетной записи, полученной в процессе автоматизированной процедуры регистрации пользователя, и назначения ему прав к ресурсам информационной среды. В процессе регистрации создаются две учетные записи. Одна из них является учетной записью, соответствующей пользователю домена AD (для филиалов – это домены `artem.vvsu.ru` и `nakhodka.vvsu.ru`), другая – запись в базе данных, используемая для доступа к ресурсам, которые не могут (или не должны) требовать аутентификации на основе AD.

Для реализации регистрации необходимо, чтобы актуальные сведения о пользователях информационных ресурсов были в корпоративной базе данных. Естественно, что информация о студентах и персонале филиалов должна вводиться в филиалах с помощью соответствующего программного обеспечения. В первую очередь в филиалах должно быть развернуто программное обеспечение поддержки административного управления (ведение организационной структуры и управление персоналом), в идеале –

На третьем этапе необходимо интегрировать остальные корпоративные приложения и сервисы, которые используются в головном вузе (бухгалтерский учет, финансовое планирование, управление договорной деятельностью, планирование учебного процесса, учет успеваемости и т.п.).

5.1. Первый этап интеграции с филиалами

На первом этапе интеграции осуществляется организация каналов передачи данных. ВГУЭС связан с филиалами по каналам связи 512 Кбит/с (рис. 3.1). Филиалы являются частью общей КИС ВГУЭС, имея собственную виртуальную подсеть с внутренними адресами. Сетью филиалов на логическом уровне управляет служба каталогов AD, для чего на каждый филиал предусмотрен отдельный домен леса **vvsu.ru** (рис. 3.4). Филиалы не имеют собственных серверов с глобальными IP адресами, все телематические сервисы осуществляются через ВГУЭС.

Во ВГУЭС на первом этапе филиалам предоставлен доступ к следующим ресурсам:

1) доступ к почтовой службе с помощью почтового сервера ВГУЭС **mail.vvsu.ru** и почтовой службы, работающей на сервере в филиале;

- 2) доступ в Интернет через прокси-сервер;
- 3) частичный доступ к учебным ресурсам ВГУЭС:

- сайт цифровых учебно-методических материалов ВГУЭС (ЦУМ ВГУЭС) – эти материалы публикуются в сети издательством ВГУЭС после завершения подготовки рукописей к изданию [47];
- интегрированная обучающая среда (ИОС) Аванта обеспечивает поддержку модели распределенного обучения через Интернет для всех форм обучения [2];
- система интерактивного тестирования СИТО обеспечивает сетевое тестирование обучающихся [85].

Эти ресурсы доступны персоналу и студентам ВГУЭС, а также некоторым внешним пользователям. Для филиала создается внешний пользователь, которому выдается неограниченный по времени и по числу соединений доступ к материалам ЦУМ ВГУЭС. Все студенты и сотрудники филиалов пользуются полу-

к сети Интернет (без прокси- и NAT-серверов), можно использовать эту систему идентификации.

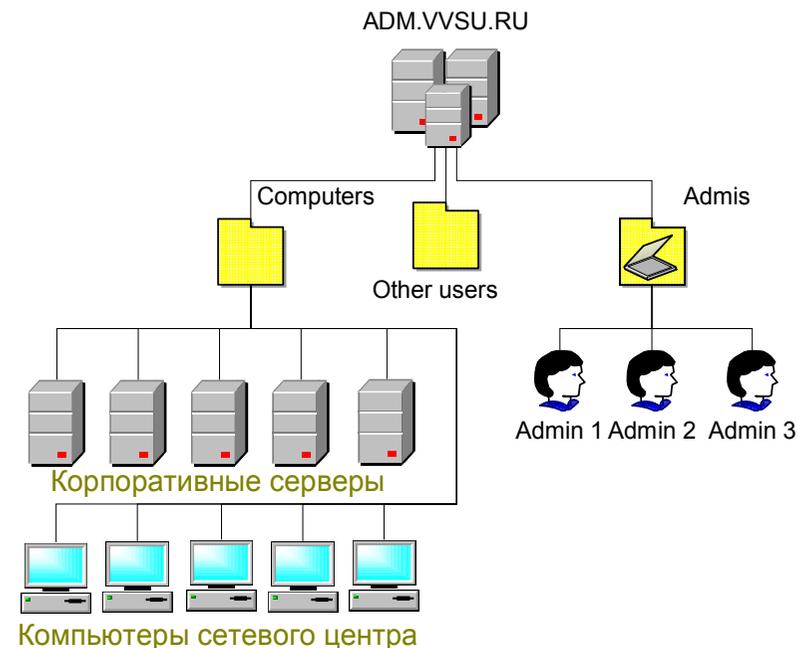


Рис. 3.7. Структура домена **adm.vvsu.ru**

Домены филиалов **nakhodka.vvsu.ru** и **artem.vvsu.ru** имеют структуру представленную на (рис. 3.8). Для хранения учетных записей и групп используются две основные организационные единицы – Сотрудники и Студенты. В этих единицах хранятся группы, соответствующие организационной структуре филиалов. В связи с тем, что группы должны иметь уникальные имена, то в группах организационной единицы Студенты названия имеют дополнительный символ S_. В остальном размещение и управление учетными записями аналогично доменам **empl.vvsu.ru** и **stud.vvsu.ru**.

Учетные записи сотрудников, в том числе и преподавателей, размещаются в группах, соответствующих их подразделениям. Для студентов группы AD соответствуют учебные группы студентов (или группе EMPTY для студентов, обучающихся по ин-

дивидуальной программе), которые связаны с группами кафедр. Группы кафедры связаны с группой соответствующего факультета.

Компьютеры хранятся в трех группах – группа серверы филиала (Admin), офисные компьютеры (Empl) и учебные компьютеры (Education).

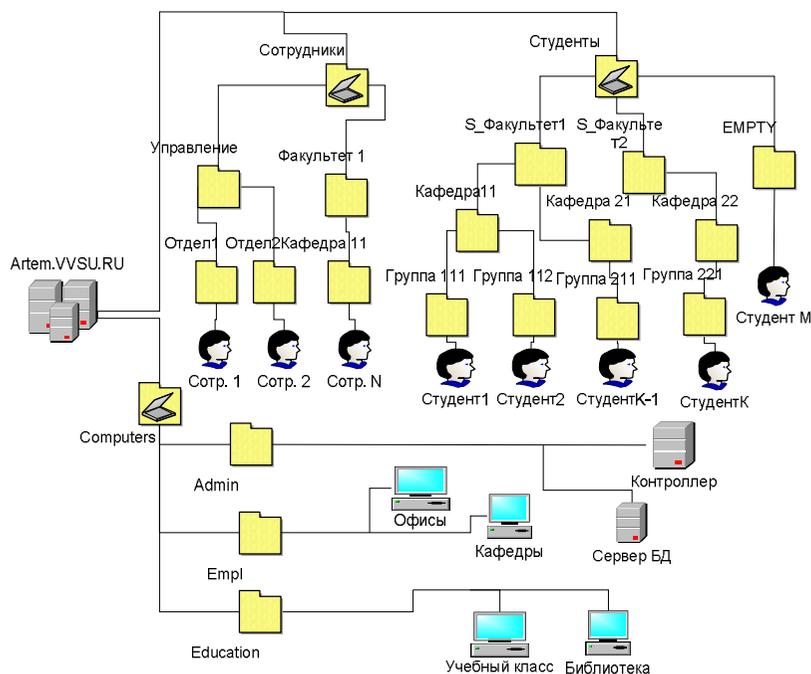


Рис. 3.8. Структура домена филиала

Вопрос о формировании отдельного домена для кампуса университета, удаленного от основного на значительное расстояние, должен приниматься на основании анализа технических характеристик канала связи и правил организационного взаимодействия.

ШИОД, например, расположен на расстоянии 8 км от основного кампуса ВГУЭС, пропускная способность оптического канала 100 Мб/с. В такой ситуации создавать отдельный домен неэффективно. В то же время, если соединения между удаленным зданием и основным кампусом меньше 10 Мб/с или связь неус-

- административно-технический персонал филиалов должен иметь возможность самостоятельно управлять локальными ресурсами на основе согласованных с головным вузом правил и регламентов;

- разделение ответственности за внедрение ИТ между управленческим персоналом головного вуза и филиалов;

- обеспечение развития и масштабирования информационной среды, а также средств интеграции с информационными ресурсами филиалов;

- первоочередное включение в план информатизации критически важных и востребованных в головном вузе и филиалах задач, выполнение которых невозможно без внедрения ИТ.

Исходя из общих требований, сформулируем технологические требования к информационной среде:

- использование в филиалах программного обеспечения (ПО), функционирующего в головном вузе (использование иного ПО допускается только в исключительных случаях);

- использование технологий интеграции данных и приложений для поддержки обмена данными между головным вузом и филиалами;

- централизованное управление правами пользователей, отчеты об инцидентах, периодическое исследование системы защиты, использование защищенных каналов для важной информации.

После построения инфраструктуры региональной сети процесс интеграции филиалов можно осуществить в несколько этапов. На первом этапе целесообразно внедрить телематические службы (доступ в Интернет, электронная почта, единый сайт), а также те информационные сервисы, которые основаны на технологиях Интернет (доступ к информационным средам и корпоративному порталу головного вуза).

На втором этапе требуется обеспечить интеграцию наиболее значимых информационных ресурсов, которые лежат в основе базовых деловых процессов. Это управление организационной структурой и персоналом вуза, образовательными программами и учебными планами, контингентом студентов. Кроме того, на втором этапе потребуется развертывание систем синхронизации данных между филиалами и головным вузом. На этом этапе необходимо внедрить систему регистрации и управления правами пользователей филиала в КИС вуза.

Глава 5. ПОСТРОЕНИЕ ИНТЕГРАЦИИ С ФИЛИАЛАМИ

Техническая реализация задач построения единой информационной среды организации с разрозненными филиалами имеет различные решения [32, 52, 75]. Наиболее часто используется один из двух подходов:

- распределенная база данных при наличии хороших каналов связи, при этом выполняется условие актуальности данных в любой момент времени;
- тиражирование данных при слабых каналах и допущении задержек актуализации на некоторый период времени (час, день, неделя, месяц).

По многим причинам для ВГУЭС предпочтителен второй подход. Во-первых, задачи, выполняющиеся в университетской среде, допускают некоторые задержки актуализации (однодневная задержка не создает сложностей в управлении, при этом репликации могут быть выполнены в ночное время). Во-вторых, часто имеет место гетерогенная среда, т.е. в центральном вузе и его филиалах могут функционировать различные СУБД, а это делает невозможным использование первого подхода (например, в головном вузе используется ERP решение, а в филиале в бухгалтерии 1С). В-третьих, вузы не имеют достаточно ресурсов для поддержки высокоскоростных каналов передачи данных.

Построение КИС – это лишь этап к дальнейшей интеграции вуза с другими научно-образовательными учреждениями и организациями. Поэтому продолжение развитие среды лежит в области интеграции всех связанных с вузом отделений (филиалов, представительств и т.п.), а также интеграции КИС вуза и других научно-образовательных организаций.

Определим общие требования, предъявляемые к КИС вуза, с точки зрения интеграции головного вуза и филиалов:

- предоставление равноправного регламентированного доступа всем категориям пользователей из числа преподавателей и обучаемых головного вуза и филиалов, независимо от местонахождения и формы обучения;
- согласование плана создания региональной информационной среды со стратегией развития вуза, использование эффективных техник управления проектами;

тойчивая, то имеет смысл рассматривать возможность создания отдельного домена.

В доменах AD существуют также и дополнительные группы, которые используются для автоматического назначения прав. К этим группам относятся:

- `Publicator` – группа предназначена для руководителей подразделений; система управления правами пользователей позволяет автоматически заносить в группу всех сотрудников, которым определены по умолчанию или делегированы права руководителей подразделений по доступу к файловому серверу сотрудников;
- `Teacher` – пользователям данной группы разрешено доступ на файловый сервер студентов; пользователи в группу заносятся автоматически на основании сведений из корпоративной базы данных о принадлежности к профессорско-преподавательскому составу;
- `Proxy_work` – пользователи, которым разрешен доступ в Интернет; занесение пользователей в группу выполняется автоматически на основании назначенных прав в системе управления правами;
- `Proxy_disable` – пользователи, которым в настоящий момент запрещен выход в Интернет; внесение пользователей в группу выполняется автоматически на основании системы управления правами;
- `FTP_Proxy` – пользователи, которым разрешен выход в Интернет по ftp;
- `ICQ_proxy` – пользователи, которым разрешен доступ по ICQ; по умолчанию установлен для всех сотрудников.

Все эти группы созданы в доменах `empl.vvsu.ru`, `artem.vvsu.ru`, `nakhodka.vvsu.ru`, там, где описаны учетные записи сотрудников. Некоторые из них (`proxy_work`, `proxy_disable`, `ftp_proxy`, `icq_proxy`) созданы и в домене `stud.vvsu.ru`.

Важно отметить, что структура доменов AD создается не администратором домена вручную, а специальной программой, которая автоматически на основании данных корпоративных баз данных и системы управления правами пользователей КИС ВГУЭС, создает необходимые группы AD и вносит туда учетные записи [44, 82, 112].

3.2.2. Проектирование физического уровня Active Directory

AD является распределенным хранилищем данных, что обуславливает необходимость периодической синхронизации данных, относящихся к AD и находящихся на различных узлах сети. Служба, обеспечивающая синхронизацию данных, называется службой репликации. Эта служба оказывает большое влияние как на производительность, так и на эффективность функционирования AD. Это обстоятельство заставляет уделить повышенное внимание механизму репликации AD.

Вся информация, сосредоточенная в хранилище, распределена по нескольким узлам сети. Узел сети, содержащий локальную копию AD, называется контроллером. Каждый контроллер имеет информацию об общей структуре AD (разделы Schema и Configuration), а также информацию о разделе AD, к которому он принадлежит. Логический раздел верхнего уровня в AD называется домен (domain), следовательно, и контроллеры называют контроллерами домена (domain controller).

С помощью специализированной утилиты Active Directory Sizer (ADS) можно получить минимальные конфигурации серверов – контроллеров доменов в зависимости от числа пользователей, частоты обращений, числа контроллеров доменов и т.п. В частности, с помощью утилиты подтвердилась возможность заменить дорогой контроллер домена stud.vvsu.ru на значительно более дешевые контроллеры при одинаковых требованиях к производительности.

В некоторых случаях наиболее узким местом становится сетевой интерфейс. Утилита ADS позволяет произвести анализ этой составляющей контроллеров домена. В табл. 3.2 приведены приблизительные расчеты трафика генерируемого контроллерами 4-х доменов.

Из табл. 3.2 видно, что наибольший трафик будет генерировать контроллер домена adm.vvsu.ru. Это объясняется тем, что компьютеры, подключенные к этому домену, являются корпоративными серверами, а следовательно, и количество сетевых входов на эти компьютеры будет намного больше, чем на рабочие станции, относящиеся к другим доменам.

чение). Режим использования разрешает использовать данный справочник для связи с другими справочниками, но не позволяет его изменять. Но существуют ситуации, когда требуется разграничить права внутри справочника. Например, внутри одного справочника разрешен доступ (на редактирование или использование) только для определенных экземпляров понятия, которые можно выделить в группу по некоторому признаку, например по связи с определенным экземпляром другого понятия.

СЕРУПП позволяет осуществлять и такую тонкую настройку прав пользователей к экземплярам понятий, хранящимся в справочниках.

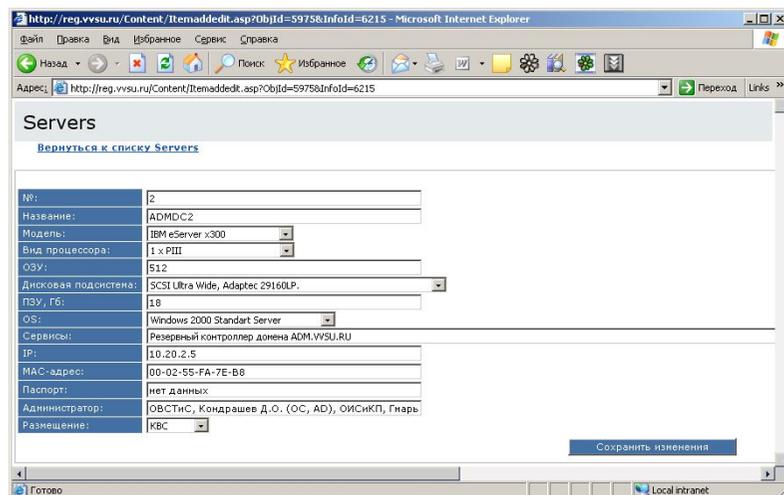
**Средний объем трафика,
генерируемого контроллерами доменов**

	Send (Kbits/sec)	Receive (Kbits/sec)
Maindc1.vvsu.ru	114.93	31.51
Empldc1.empl.vvsu.ru	40.36	12.70
Admdc1.adm.vvsu.ru	205.27	46.97
Studdc1.stud.vvsu.ru	114.51	36.93
Studdc2.stud.vvsu.ru	120.87	39.68

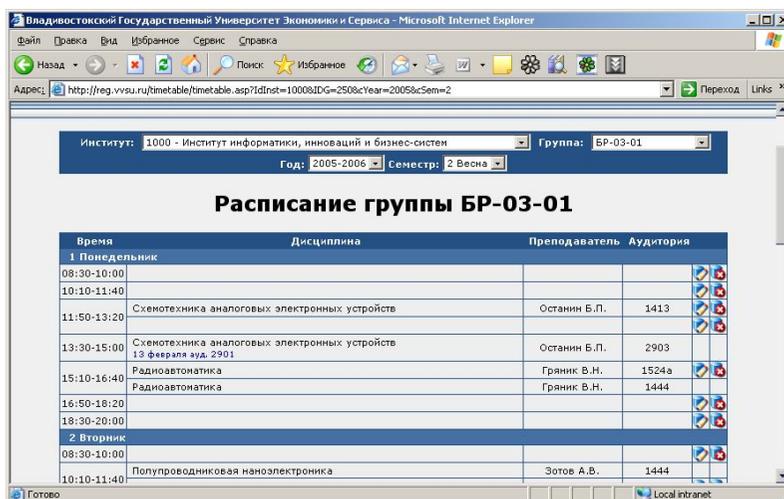
Необходимо учесть, что приведенные значения являются усредненными, а, следовательно, и весьма приблизительными. Учитывая специфику организации ВГУЭС, можно предположить, что в часы пик (первые 10 минут начала пары) количество запросов к контроллерам доменов значительно возрастет, следовательно, и трафик может значительно увеличиться. Проведя дополнительный расчет, используя результаты практической работы АД, оказалось, что объем трафика в «часы пик» возрастет примерно до 2.5 Мбит/с.

Несмотря на то, что пропускная способность каналов сети ВГУЭС от 100 Мбит/с до 1 Гбит/с и снижения ее на 2.5% не должно быть серьезной проблемой, имеет смысл минимизировать объемы трафика между пользователями и контроллерами. Здесь многое зависит от физического расположения зданий университета, компьютерных классов внутри здания и числом контроллеров одного домена.

Если в университете несколько зданий, в которых расположены группы компьютерных классов, то имеет смысл разместить контроллеры доменов в каждом из зданий. Это позволит локализовать АД трафик внутри здания, используя магистральные каналы, связывающие здания, для синхронизации контроллеров. Во ВГУЭС таким отдельно стоящим зданием со своими компьютерными классами является ШИОД, в котором и размещается дополнительный контроллер домена.



а)



б)

Рис. 4.18. Режим редактирования справочника: а) простой режим редактирования; б) специальный режим редактирования

В общем случае предполагается, что доступ дается на весь справочник в режиме редактирования или использования (только

Система сайтов позволяет определять для рабочих станций, на каком именно контроллере домена необходимо проходить аутентификацию. Сайт представляет собой логическую единицу AD, которая используется для описания топологии корпоративной сети. Сайт содержит контроллеры доменов (каждый контроллер должен принадлежать какому-либо сайту), подсети IP, определяющие рабочие станции сети, которые относятся к этому сайту. Таким образом, сайт устанавливает соответствие между группой рабочих станций и контроллерами, которые их обслуживают. Во ВГУЭС выделяется четыре сайта: ВГУЭС, Артем, Находка, ШИОД (табл. 3.3).

Таблица 3.3

Сайты КИС ВГУЭС

Сайт	Контроллеры доменов
ВГУЭС	maindc1.vvsu.ru, maindc2.vvsu.ru, studdc1.stud.vvsu.ru, studdc2.stud.vvsu.ru, empldc1.empl.vvsu.ru, empldc2.empl.vvsu.ru, admcdc1.adm.vvsu.ru и admcdc2.adm.vvsu.ru
Артем	artemdc.artem.vvsu.ru
Находка	nakhdc.nakhodka.vvsu.ru
ШИОД	studdc3.stud.vvsu.ru, empldc3.empl.vvsu.ru

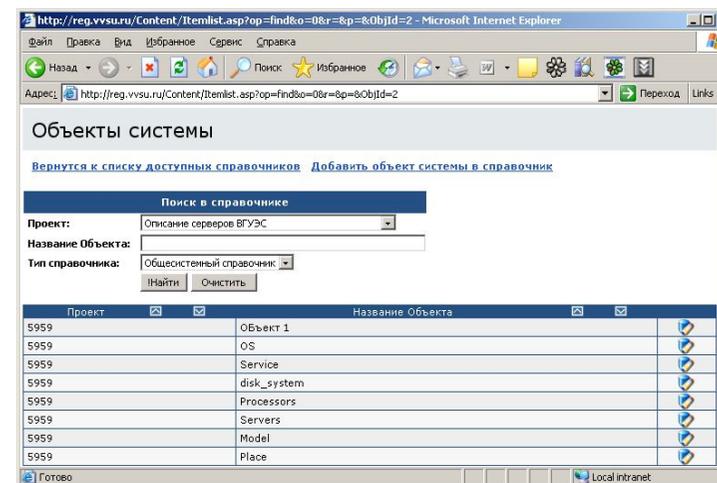
Репликация между сайтами может быть настроена по времени. Например, репликация между сайтами ВГУЭС и ШИОД настраивается на время между «парами».

Очевидно, что надежность функционирования AD сводится к надежности функционирования ее контроллеров и к надежности сетевых соединений.

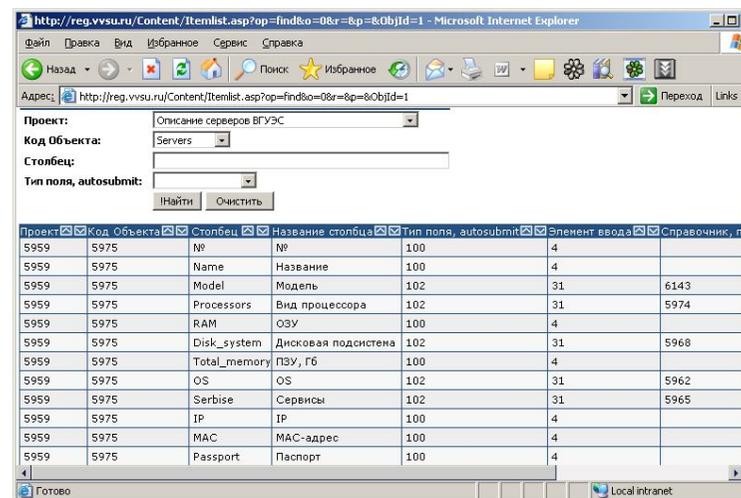
Для повышения надежности функционирования доменов необходимо использовать для каждого домена как минимум два контроллера. Использование двух контроллеров для каждого домена позволит сохранять работоспособность AD в двух случаях:

– при выходе из строя одного из контроллеров второй продолжит выполнение авторизации пользователей, т.е. для пользователей сети выход из строя одного контроллера не будет очевидным;

ствующий экземпляр (рис. 4.18,а). Для большего удобства пользователей может быть разработан интерфейс для доступа к редактированию полей справочников (рис. 4.18,б).



а)



б)

Рис. 4.17. Режим редактирования справочников:
а) редактирование общего метаописания справочника;
б) редактирование структуры справочника

Понятие *A* имеет поле *ID* и понятие *B* имеет поле *ID*. Понятие *B* связано с понятием *A*, т.е. одно из полей *B* – это уникальный идентификатор из *A*.

При установлении связи между справочниками выбирается не поле с уникальным идентификатором, а произвольное поле, которое используется для отображения (в настоящее время связь отображается с помощью поля с именем Name). Связи между справочниками возможны и с внешними справочниками, в этом случае также необходимо задать поле справочника *A*, которое отображается при редактировании справочника *B*.

Кроме идентификационного поля, которое создается вместе со справочником, справочник содержит другие поля. При создании поля справочника кроме имени поля требуется определить:

- название столбца (то, что видит пользователь);
- тип поля – так как поле может быть и полем ввода – текст, число, дата и поле связи между справочниками, в последнем случае требуется определить справочник связи;
- способ ввода – поле ввода, или выбор даты или выбор из ссылки на другой справочник;
- значения по умолчанию – для новой записи;
- формула расчета;
- ограничения выборки.

Справочник имеет метаописание. Метаописание – это описание справочника:

- 1) проект, в котором фигурирует справочник (где он создается и редактируется);
- 2) объект (идентификатор справочника);
- 3) столбец (имя в базе данных);
- 4) название столбца (на русском языке привычное название);
- 5) признак того показывать или нет.

Метаописания справочников реализовано также с использованием системы справочников (рис. 4.17).

Связь справочника с проектом определяется тем, в каком проекте предполагается редактировать данные справочники. В каждом проекте могут быть и справочники, созданные в системе Справочники, и справочники, подключенные из внешних к системе источников.

Редактирование и просмотр справочника возможен в двух режимах. В самом простом случае редактирование содержимого справочника возможно в системе справочников, где можно создать/удалить экземпляр понятия справочника или изменить суще-

– при выходе из строя одного из контроллеров данные, относящиеся к этому домену, сохранятся на втором контроллере, следовательно, не произойдет потери данных.

Если в университете существуют несколько узлов, то имеет смысл разнести контроллеры домена по этим узлам. Это позволяет минимизировать трафик при аутентификации и авторизации пользователей. Третьи контроллеры доменов `stud.vvsu.ru` и `empl.vvsu.ru` созданы на узле в ШИОД на одном сервере с помощью технологии виртуальных машин. Это позволяет, с одной стороны, минимизировать трафик между ШИОД и основным кампусом ВГУЭС, с другой – повышает надежность в случае повреждения соединения.

Повышение надежности сетевых соединений осуществляется путем ввода резервных магистральных кабелей. Все коммутаторы соединены двумя кабелями. В случае выхода из строя одного кабеля автоматически поток информации будет перенаправлен на резервный канал.

3.2.3. Файловая служба КИС ВГУЭС

Файловая служба остается одной из самых востребованных в вузе, и администрирование этой службы является чрезвычайно трудоемкой задачей. Система управления доступом к ресурсам должна обеспечивать автоматическое поддержание структуры каталогов на файловых серверах в соответствии с организационной структурой вуза. Это упрощает администрирование и обеспечивает простой поиск и обмен информацией между подразделениями, персоналом, студентами.

3.2.3.1. Организация файлового сервера для студентов

ВГУЭС имеет компактное расположение, где несколько корпусов имеют между собой соединение 100 Мб/с или 1 Гб/с. При меньшей пропускной способности нет смысла рассматривать вопрос о едином файловом сервере¹ для всех пользователей КИС.

Если пропускная способность канала достаточна для работы с файловой службой, но надежность канала не позволяет в полной

¹ Необходимо учитывать, что этот канал используется не только для доступа к файлам, но и для выхода в Интернет, для доступа к корпоративному порталу, для обмена данными контроллерами доменов и т.п.

мере гарантировать надежную работу с ней, то следует рассмотреть другие решения, отличные от единственного файлового сервера студентов, расположенного в основном кампусе. Выходом в данном случае является распределение файлового сервера студентов. Предлагается распределить файловый сервер на два сервера, имеющих большое дисковое пространство. Целесообразно применить один из двух способов распределения:

1) учитывая, что в удаленном корпусе учатся только определенные студенты, то файловый сервер, расположенный в этом корпусе, поддерживает работу только этих студентов, а сервер, располагающийся в главном здании, использовать для всех остальных студентов университета;

2) используя распределенную файловую систему (DFS) в Windows Server, организовать распределенное хранилище данных. Принцип работы такого хранилища заключен в следующем. На нескольких серверах определяется каталог, который будет доступен по сети. С периодичностью, задаваемой администратором сети, эти каталоги синхронизируются на всех серверах.

К достоинствам первого варианта можно отнести низкую себестоимость. Данные не дублируются, а соответственно и не занимают дополнительное дисковое пространство. Недостатками являются: низкий уровень защиты данных от аппаратного или программного сбоя сервера; необходимость дополнительных административных решений, связанных с переносом каталогов при переходе студентов из удаленного корпуса в другие корпуса. Также проблема возникает и с теми, кто одновременно обучается в нескольких корпусах. Возможно, что возникнет путаница у преподавателей, которые хотят обмениваться информацией со студентами (на какой из серверов выкладывать информацию и т.п.). К тому же использование первого варианта организации сервера выгодно скажется на сети только в том случае, если удастся организовать доступ студентов только из своих корпусов. Полностью добиться выполнения этого условия невозможно по многим техническим и организационным причинам.

К достоинствам второго варианта относится: повышенная защита данных, минимизация трафика на магистральном канале вне зависимости от того, студенты какого курса и из какого здания будут получать доступ к файловому серверу, возможность

которые вносятся однократно и затем не меняются, только расширяются. Эти данные используются в других системах информационной среды как базовые.

Справочники могут быть простые, т.е. те, в которых отсутствуют связи с другими справочниками, и связанные, в которых имеется связь с одним и более справочником.

Система справочников должна поддерживать работу с внутренними и внешними справочниками. Внутренние справочники – это те, которые созданы непосредственно в системе справочников, а внешние – это те, которые подключаются из других таблиц и баз данных.

Справочники объединяются в некоторые группы для упрощения поиска. В системе справочников возможно использование некоторых справочников в режиме чтения, но изменения возможны только в других системах. Поиск справочника может осуществляться по выбору группы.

Доступ на справочники разрешен:

1) чтение – использование в других справочниках

2) изменение (удаление) – редактирование справочника.

Создание и редактирование справочников выполняется в режиме редактирования и описания справочников. При создании внутреннего справочника необходимо задать группу справочников, описание справочника, название, описать поля и связи справочника с другими справочниками.

При создании внешнего справочника кроме всего прочего необходимо задать источник данных (сервер, название таблицы), поле, отвечающее за уникальность, за название и при необходимости запрос. Во внутреннем справочнике уникальным будет поле, которое однозначно определяется системой справочников. Оно одно и уникально для всех объектов системы справочников. Понятие *A* всегда имеет поле *ID*, даже если оно не описано при создании.

Во внешнем справочнике необходимо определить поле с уникальным идентификатором. Здесь можно использовать описание понятия в ОРМД и предложить по умолчанию то, что описано в таблице метаданных заданной пользователем таблицы. Уникальным может быть только одно поле.

Связи между справочниками выполняются по уникальному полю. Такая связь не видна для пользователя, так как пользователь при установлении связи выбирает не уникальную связь, а другой справочник и поле для отображения этой связи.

Критерий непротиворечивости соответствует тому, что среди $\{b_k'', k = \overline{1, J}\}$ нет повторяющихся элементов, т.е.

$$\forall k, j, 1 \leq k, j \leq J, k \neq j, \quad b_k'' \neq b_j''. \quad (4.45)$$

Таким образом, бизнес-аналитик создавая условия, всегда может проверить корректность заданных условий по соотношениям (4.41) и (4.45).

4.5.2. Интеграция функций

Большинство проектов КИС имеет общие функции: регистрацию и управления правами пользователей системы, создание справочников и отчетов. Интеграция этих функций в одном проекте и реализация в качестве специализированных приложений можно отнести к блоку интеграции БП, так как и процессы регистрации пользователей с выдачей им прав, и процессы формирования справочников и составления отчетов являются отдельными БП деятельности вуза.

Общие функции мы выделяем в отдельные системы (рис. 1.6): систему единой регистрации и управления правами пользователей, систему управления справочниками и систему отчетности. Модель системы единой регистрации и управления правами пользователей и систему создания отчетов мы обсуждали ранее. Здесь мы рассмотрим систему управления справочниками КИС.

Рассматриваемый в работе подход интеграции функций позволяет облегчить процесс разработки и сопровождения информационных систем, так как уменьшает объемы разработки (нет необходимости в создании подсистем управления пользователями, вывода отчетов, формирования справочников), а также упрощает процесс сопровождения (так как позволяет автоматизировать управление правами пользователей, упрощает разработку новых форм отчетов и облегчает ввод в систему новых справочников).

4.5.2.1. Система справочников

Справочники – это объекты информационной среды, описывающие некоторое подмножество данных предметной области. В общем случае к справочникам можно отнести все множество данных информационной среды вуза, но это не всегда удобно. В большинстве случаев к справочникам следует относить данные,

административного управления процедурами синхронизации данных.

Основным недостатком является более высокая себестоимость второго решения. Если учесть, что во ВГУЭС учится около 12,5 тыс. студентов по традиционной форме обучения (недистанционной) и каждому студенту необходимо выделить около 20 Мбайт на файловом сервере, а число преподавателей около 1 тыс. и объем места на файловом сервере студентов у них ограничен 40 Мб, то общий объем дисков файлового сервера должен составить около 290 Гбайт (общий объем дискового пространства определяется как $(N-M)*K + L*I$, где N – общее число студентов вуза, M – число студентов дистанционной формы, K – максимальный объем дискового пространства на одного студента, L – число преподавателей, I – максимальный объем дискового пространства для преподавателя). При использовании второго варианта распределения файлового сервера, учитывая, что данные хранятся на двух серверах одновременно, потребуются наличие 250 Гб на каждом из файловых серверов. На самом деле синхронизировать можно не все каталоги, а только те, которые относятся к студентам, обучающимся в удаленном кампусе. Это позволяет ускорить репликацию и ограничить используемое дисковое пространство. Недостатком такой синхронизации могут быть только дополнительные нагрузки на канал связи между корпусами.

Второй способ является предпочтительным, поскольку он хорошо интегрируется с системой управления правами пользователей, рассматриваемой далее. В этом случае общая схема регистрации остается неизменной, а для некоторых каталогов выполняется синхронизация один или более раз в день.

Вне зависимости от того, каким из способов организовать хранение данных студентов, на файловых серверах должны быть каталоги, в которых преподаватели смогут сохранять информацию полезную (необходимую) для студентов (рис. 3.9). Доступ к этим каталогам для студентов должен быть только в режиме чтения, а для преподавателей полный доступ. Для того чтобы избежать умышленного или случайного удаления информации одного преподавателя другим преподавателем, необходимо организовать иерархию каталогов, доступ к которым будет определяться на уровне учетной записи преподавателя.

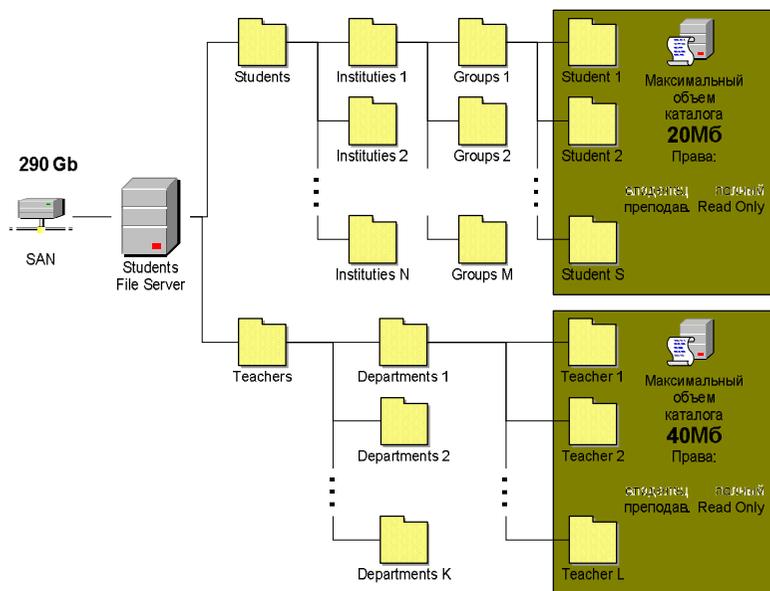


Рис. 3.9. Структура каталогов файлового сервера студентов

Необходимо отметить, что каталоги Teachers должны использоваться преподавателями только для обмена информацией со студентами (не для хранения личных документов).

Для организации файлового сервера студентов используется хранилище данных IBM SAN и один из контроллеров домена stud.vvsu.ru (сервер Studdc1, рис. 3.3).

Файловый сервер студентов может быть создан в филиале на тех же принципах, что и основной файлового сервер студентов.

3.2.3.2. Организация файлового сервера сотрудников

Для хранения информации сотрудников ВГУЭС используется файлового сервер сотрудников (он же контроллер домена Admdc1), который сопряжен с хранилищем данных SAN (рис. 3.3). Использовать несколько файловых серверов для сотрудников имеет смысл, когда соединения между кампусами вуза ненадежны или не имеют достаточной пропускной способности.

Во ВГУЭС так же как и с файлового сервером студентов имеет смысл использовать DFS для организации синхронизации ме-

снижает достоверность оценки, так как не может гарантировать отсутствия ошибок в будущем.

Лучшим решением будет выполнение проверки собственно условий b_k без привлечения текущего состояния множества A . Пусть в условиях b_k участвуют атрибуты некоторого понятия $\{x_l, l = \overline{1, L}\}$. В указанном выше примере в качестве понятия рассматривается *Дисциплина*, а в качестве атрибутов – *Форма обучения, уровень образования и технология обучения*. Для форм обучения определено дискретное конечное множество значений {очное, заочное, вечернее, очно-заочное}, для уровней образования {высшее специальное, среднеспециальное, среднее общее, начальное, дополнительное}, для технологии {стандартная, дистанционная}.

Условия b_k можно представить в виде дизъюнктивной нормальной формы (ДНФ)

$$b_k = \bigcup \left(\bigcap x_l^n \right), \forall k \leq M, l = \overline{1, L}, n = \overline{1, Q_l}, \quad (4.42)$$

где x_l^n – n-е значение атрибута x_l из набора допустимых значений для этого атрибута (число допустимых значения L_n).

Мы можем составить наборы всех возможных ДНФ на всех возможных допустимых значениях атрибутов:

$$b'_k = \left(\bigcap x_l^n \right), k = \overline{1, P}, l = \overline{1, L}, n = \overline{1, Q_l}, P = Q_1 \times Q_2 \times \dots \times Q_L \quad (4.43)$$

Рассмотрим отдельные члены ДНФ (4.43)

$$b''_k = \bigcap x_l^n, k = \overline{1, J}, J \geq M.$$

Очевидно, что $\{b''_k, k = \overline{1, J}\} \subseteq \{b'_k, k = \overline{1, P}\}$. Критерием полноты условий (4.43) является

$$\{b''_k, k = \overline{1, J}\} \equiv \{b'_k, k = \overline{1, P}\}. \quad (4.44)$$

Критерий (4.44) означает, что условия, которые описывают движение в БП, будут корректными, если слагаемые ДНФ полностью покрываются всеми возможными случаями конъюнкции атрибутов.

менить можно также и роли, которые управляют БП. Обе эти возможности есть у бизнес-аналитиков.

4.5.1.1. Проверка условий

Определение условий переходов в составном БП выполняется аналитиками. Здесь есть опасность того, что условия будут заданы некорректно. Рассмотрим пример с созданием дисциплин. Условия, которые приведены на рис. 4.16, не описывают всех возможных ситуаций и, следовательно, система не будет знать, какой БП ей запускать для создания дисциплин при непопадающих ни под одно из приведенных условий ситуаций.

Для решения этой проблемы система управления БП содержит модуль проверки корректности заданных условий. Проверка корректности условия может быть выполнена двумя способами. Самым простым является способ наложения условий $B = \{b_k, k = \overline{1, M}\}$ на все множество дисциплин $A = \{a_i, i = \overline{1, N}\}$ и анализ полученных подмножеств $Y = \{y_j, j = \overline{1, M}\}$, где $y_j = \{a_i, 1 \leq i \leq N\}$.

$$B \otimes A = \bigcup_{k=1}^M [b_k \otimes A] = \bigcup_{k=1}^M y_k \quad (4.39)$$

Проверка корректности условий b_k выполняется на основании двух соотношений

$$\bigcup_{j=1}^M y_j = A \quad (4.40)$$

$$\bigcap_{k=1}^M y_j = \emptyset \quad (4.41)$$

Соотношение (4.40) описывает свойство полноты заданных условий, соотношение (4.41) определяет их непротиворечивость (так как одна и та же дисциплина не может попасть в подмножества, полученные разными условиями, – это не позволяет корректно обработать БП).

Существующие системы VMPS выполняют проверку соотношения (4.40) только на существующем множестве данных, что

жду файловыми серверами в главном кампусе и сервером в ШИОД. Организация файловой системы для хранения данных сотрудников показана на рис. 3.10.

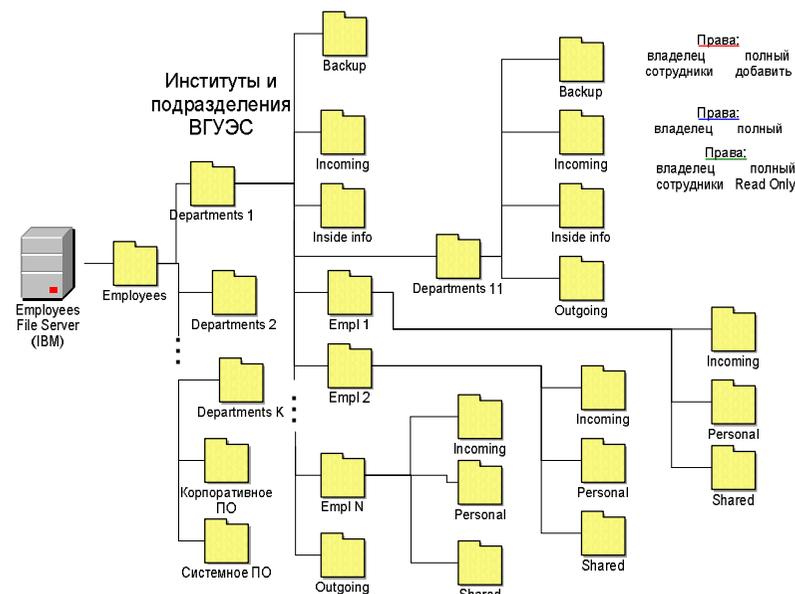


Рис. 3.10. Структура каталогов файлового сервера сотрудников

Каталог Employees содержит в себе папки всех подразделений и институтов ВГУЭС. Кроме этого каталога есть еще несколько основных каталогов – Корпоративное ПО и Системное ПО, где хранится программное обеспечение (ПО), необходимое в КИС ВГУЭС.

Каталоги подразделений помимо каталогов сотрудников, работающих в данном подразделении, содержат четыре папки:

- Inside Info – каталог, содержащий информацию, предназначенную для внутреннего использования сотрудниками подразделения; доступ к каталогу имеют пользователи, чьи учетные записи относятся к группе AD, соответствующей подразделению;
- Incoming – каталог используется для массового ознакомления подразделений с приказами, постановлениями и другой слу-

жебной информацией. В этот каталог имеют доступ для записи и чтения все пользователи, которые входят в группу Publicator;

– Outgoing – каталог используется для размещения исходящих документов подразделения. В каталог имеют доступ пользователи из группы Publicator;

– Backup – каталог используется для информации, которая нуждается в резервном копировании. Доступ к каталогу имеют пользователи соответствующего подразделения. Из каталога данные с периодичностью 1 раз в неделю забираются для архивного копирования.

Каждый каталог сотрудника содержит три папки:

– Incoming – папка, в которую все пользователи домена могут записывать файлы, предназначенные для сотрудника-собственника каталога;

– Shared – каталог, в который сотрудник выкладывает файлы для передачи его другим пользователям;

– Personal – используется для хранения личных документов сотрудников, в папку имеет доступ только пользователь-собственник каталога.

Ограничения на объем размещаемой информации могут изменяться в зависимости от общего объема дисков файлового сервера. В настоящее время для сотрудников ВГУЭС на файловом сервере выставлено ограничение по умолчанию 200 Мб.

Если сотрудники хотят обмениваться или совместно работать с файлами при ограниченном доступе пользователей, то внутри каталогов Inside Info, Shared, Incoming или Outgoing можно создавать подкаталоги, права на которые сами пользователи назначают индивидуально.

При регистрации пользователей в AD учетные записи заносятся в отдельные группы (в том числе Publicator) на основании прав, которые назначены пользователю по умолчанию. Специализированная процедура заносит автоматически учетные записи AD в те группы, которые прописаны пользователю. Поэтому руководители подразделений могут делегировать свои права по доступу к файловым ресурсам своим заместителям.

Важной характеристикой БП является время. Для каждого элементарного БП может быть указан:

- 1) абсолютный одноразовый срок исполнения,
- 2) абсолютный периодический срок исполнения,
- 3) относительный одноразовый срок исполнения,
- 4) относительный периодический срок исполнения.

За некоторый период времени до окончания срока исполнения все пользователи, которые имеют права на исполнение, извещаются о необходимости выполнить процедуру элементарного БП.

Для создания дисциплины используется составной БП **Формирование дисциплины**. Этот составной БП состоит из элементарного БП **Подача заявки**, блока перехода и составного БП **Согласование и утверждение**. Составной БП **Согласование и утверждение** состоит из элементарных БП **Согласование** и **Утверждение**.

Дисциплины кафедры (колледжа, лицея, вуза) могут создавать те пользователи КИС, у которых есть роль **Подача заявления от кафедры (ПК)** с областью видимости кафедры. Далее, в зависимости от уровня и формы дисциплины, процессы согласования/утверждения различаются. Например, для дисциплин очного высшего образования требуются согласующие подписи от кафедры (СК), согласующие подписи от института (СИ), согласующие подписи от учебного управления (СУК) и утверждающая подпись проректора по учебной работе (УК). Для согласования/утверждения дисциплин высшего образования заочной формы требуется дополнительно согласующая подпись директора заочного факультета. Дисциплины очного среднеспециального образования утверждаются сразу без согласования. Дисциплины дополнительного образования согласуются с директорами институтов (СИ) и учебным управлением (СУК).

На самом деле в коде программы не заложена связь между ролью и БП. Эта связь определяется в системе управления правами. Отсюда следует, что, например, создавать дисциплину могут пользователи с ролью *Согласующая подпись* или с любой другой, если в СЕРУПП администратор проекта назначит доступ этой роли к элементарным БП.

Предложенная схема может в любой момент быть изменена для отражения текущих правил создания дисциплины в вузе. Из-

3.2.4. Резервное копирование

Резервное копирование выполняется с использованием одного сервера, к которому подключен стример. Сохранение данных на внешний магнитный носитель осуществляется еженедельно для папок Backup, находящихся в каталогах подразделений. Сохранение AD производится один раз в четыре недели. Это обусловлено тем, что время жизни объекта в AD равно 30 дней (после удаления объекта из AD объект присутствует в хранилище еще 30 дней). Следовательно, если резервное копирование AD выполнять реже 30 дней, то возможно не удастся корректно восстановить AD после сбоя. Более частые сохранения делать нецелесообразно, т.к. за каждый домен отвечают два контроллера домена, т.е. информация продублирована.

3.3. Организация сетевых служб и сервисов

3.3.1. Доступ в Интернет

ВГУЭС предоставляет доступ в Интернет для сотрудников и студентов на бесплатной основе с ограничениями и на платной основе. Также ВГУЭС предоставляет доступ для сторонних организаций. Среди этих организаций есть и коммерческие, и некоммерческие проекты. В том числе ВГУЭС является точкой доступа в Интернет для 300 школ Приморского края.

В этом разделе мы остановимся на доступе в Интернет для внутренних пользователей КИС ВГУЭС.

Во ВГУЭС используется два проху-сервера (для бесплатного и платного трафика) (рис. 3.11). При использовании двух различных проху-серверов накладываются дополнительные расходы и идет потеря производительности за счет того, что оба сервера имеют разные КЭШ. Оба недостатка можно исключить, организовав иерархию КЭШ.

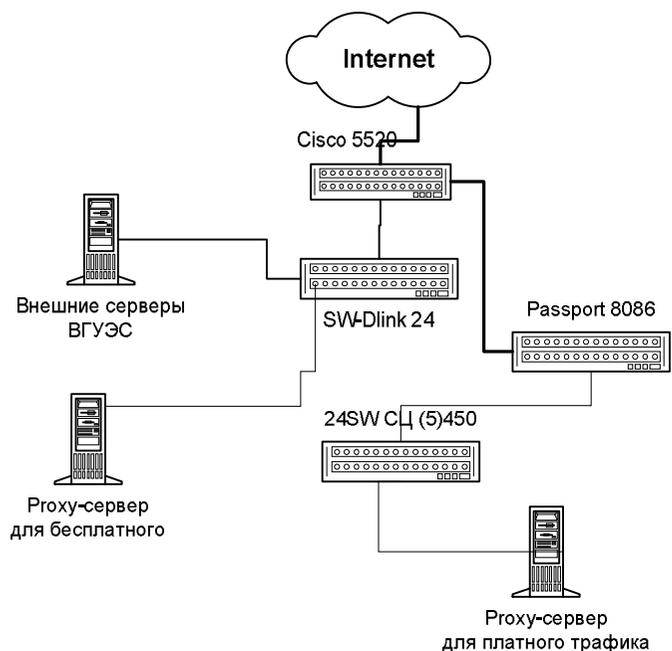


Рис. 3.11. Схема проxy-серверов КИС ВГУЭС

Для выхода в Интернет используется NAT-сервер. Cisco ASA 5520 (рис. 3.12) – это аппаратный межсетевой экран. Управление устройством строится на базе операционной системы (ОС) Linux, в состав которой входит NAT-сервер. Возможности NAT-сервера позволяют организовать трансляцию адресов типа per-server. Каждому проxy-серверу ВГУЭС необходимо сопоставить статичный (не изменяющийся) адрес реальной сети в NAT-сервере. Это необходимо для обмена информацией с проxy-серверами более высокого уровня.

В качестве проxy-сервера бесплатного доступа в КИС ВГУЭС используется squid. Этот сервер позволяет управлять доступом на основе IP-адресов, даты и времени и, используя ПО Samba, на основе учетных записей AD. С помощью AD и системы управления правами пользователей во ВГУЭС организован доступ в Интернет

кой подход позволяет своевременно реагировать на изменения БП в системах их управления, а также позволяет разработчикам КИС создавать новые информационные системы.

Введем понятие *элементарный бизнес-процесс*. Элементарные БП реализуют простую логику, которая реализована в программах, процедурах, методах серверных компонент или как-то иначе. Элементарные БП описаны в ОРМД.

Пользователи КИС могут формировать составные БП, состоящие из элементарных БП. В общем случае составные БП состоят из других составных БП и элементарных БП. Понятие «состоять из» означает, что внутри составного БП элементарные и другие составные БП могут выполняться последовательно или параллельно.

Последовательность действий может управляться блоком условий. Они могут комбинироваться по «И», «ИЛИ» или «Не». В условиях используются понятия КИС и их атрибуты. Атрибуты могут быть равными, меньше или больше некоторой величины. Отношения определены не только для числовых, но и для строковых значений.

Доступ к элементарным БП внутри составного БП определен для ролей пользователей проектов. Это означает, что пользователь, который имеет роль, может или должен выполнить действие, определенное элементарным БП.

Когда некоторый БП вуза изменяется, должны быть изменены и составные БП. В некоторых случаях требуется разработка новых элементарных БП. Новые элементарные БП описывают в ОРМД. В определенных случаях изменения БП приводят к необходимости вводить новые понятия, тогда от администратора КИС требуется описание этих новых понятий в ОРМД с привязкой к новым таблицам и представлениям.

Реализация элементарных БП выполняется как разработчиками, так и в отдельных простых случаях бизнес-аналитиками. Использование БП, создание составных БП, определение условий выполняются бизнес-аналитиком. Это принципиально отличается от предложенных на рынке систем ВМР.

Рассмотрим пример БП – создание дисциплины. Процесс создания дисциплины определяется тем, для какого уровня и какой формы образования предназначена дисциплина. Разные уровни и формы определяют утверждающие и согласующие подписи. В общем случае процесс создания дисциплины показан на рис. 4.16.

правами, определяемыми ролью. Действия могут представлять собой программу, веб-приложение, веб-службу, методы которых могут быть вызваны на основе протокола http или другим способом (например через программы на .Net).

Разработчик должен ввести понятия предметной области для формирования бизнес-правил. Понятия могут быть связаны с полями таблиц, с константами, с атрибутами XML-документа или с возвращаемыми значениями функций.

Основным недостатком в настоящее время ВМР систем является то, что несмотря на заявленную простоту использования для бизнес-аналитиков они ограничивают их участие составлением бизнес-правил, но не формированием оркестровки БП. Конечно, изменения БП для программиста упрощаются и поэтому системы действительно повышают эффективность управления БП и актуальность реализации технической поддержки. Но задача управления аналитиком БП не решена.

Часто в литературе, описывающей проектирование информационных систем, говорится о необходимости описывать БП «как есть», затем «как должно быть» [51]. Те методы, которые рассмотрены в представленной работе, позволяют уйти от необходимости этого описания. Во-первых, описание БП «как есть» – это нерациональная трата времени. Описание БП «как надо» имеет смысл реализовывать непосредственно при реализации БП средствами ИТ. Здесь может возникнуть необходимость введения нового элементарного БП, для чего потребуются программисты. Но в этом случае бизнес-аналитик может достаточно точно поставить задачу, так как в той схеме составного БП, которую он нарисовал, будет не хватать строго определенных блоков.

4.5.1. Управление БП в КИС

Для управления БП внутри приложения необходимо разработать схему управления БП на основании понятий и атрибутов. ОРМД содержит не только описания понятий, которые используются в управлении БП, но и описания БП и схем его функционирования.

Целью такого подхода является создание инструмента, который бы позволил бизнес-аналитикам, специалистам-предметникам самими формировать БП, определять порядок и условия следования действий в БП, а также задавать бизнес-правила. Та-

через squid на базе ограничений по трафику (более подробно описание доступа в Интернет на базе системы управления правами можно найти в [84] и в п. 3.4.4.1).

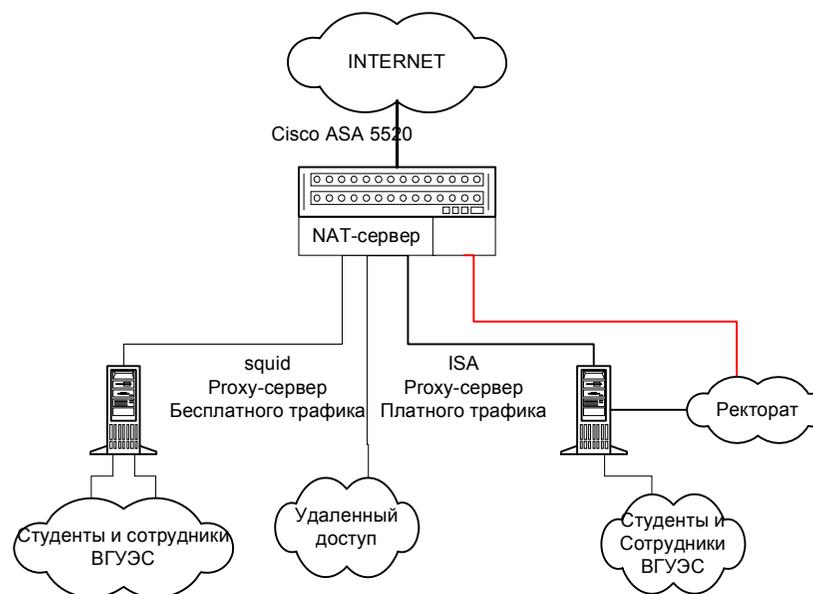


Рис. 3.12. Схема доступа в Интернет

Для доступа в Интернет используется группа AD – proxy_enable, в которую занесены все пользователи, доступ которым разрешен через squid. В эту группу пользователей заносит специально разработанная процедура на основании назначения прав пользователей. Дополнительным параметром при назначении прав доступа является размер допустимого трафика в учетный период. Так как во ВГУЭС используется регламент доступа, определяющий размер трафика в зависимости от категорий пользователя (преподаватели, сотрудники, руководители структурных подразделений, деканы, зав. кафедрами, ректорат и т.п.), то назначение прав доступа выполняется администратором проxy-сервера простой процедурой назначения прав по категориям пользователей.

Проху-сервер сохраняет информацию о трафике пользователя, которую использует специализированная процедура для подсчета объема трафика пользователя за учетный период. По достижении максимально допустимого объема процедура устанавливает пользователю в системе управления правами запрет на доступ в Интернет до конца учетного периода.

Для запрета доступа в Интернет используется группа AD – prohu_disable, в которую учетные записи пользователей попадают при определенных условиях. В эту группу вносятся учетные записи автоматически по получению в системе управления правами запрета на доступ в Интернет. Запрет на доступ может быть определен либо автоматически при достижении максимально возможного размера трафика (запрет действует до конца учетного периода), либо вручную администратором проху-сервера на время, определенное при назначении.

Из учебных компьютерных классов разрешен доступ в Интернет в определенные часы на основании IP-адресов компьютеров. Для выхода обычно используется зарезервированная учетная запись домена stud – guest, под которой все пользователи заходят в это время на компьютер. В общем случае, если учетной записи доступ не разрешен, то выход в Интернет будет осуществляться на базе IP-адреса, если же разрешен, то на базе учетной записи.

Сервер squid, имея много преимуществ, обладает существенным недостатком в части запрета на доступ. Если пользователь начинает скачивать файл при наличии разрешения, то файл будет скачен до конца, несмотря на то, что доступ пользователю был закрыт в процессе скачивания файла. Этот недостаток затрудняет использование squid сервера для организации платного трафика.

Для платного доступа используется проху-сервер ISA, который обеспечивает доступ на основании учетных записей AD и размера трафика. Сервер ISA позволяет прерывать сессию при достижении пользователем граничного порога, даже если это произошло в процессе скачивания файла. Это сервер пропускает учетную запись на основании ненулевого параметра учетной записи, отвечающего за доступ в Интернет. Этот параметр автоматически устанавливается на основании информации из бухгалтерской системы. Как только пользователь оплатил в кассе аванс за использование Интернет, специально разработанная процедура

основном сопровождением уже существующих информационных систем и процесс развития КИС приостанавливается.

Существует также и другая проблема в автоматизации БП вуза. Эта проблема связана с тем, что части БП могут быть реализованы в различных программах, которые не связаны между собой ничем, кроме, может быть, данных. В то же время существует необходимость связать выходные и входные данные этих систем для организации единого БП.

Примером таких систем могут служить, например, системы Успеваемость и Стипендия в КИС ВГУЭС. Эти системы связаны между собой только на основании общих данных по студентам и институтам. Требуется автоматизировать процесс начисления стипендии на основании успеваемости студентов и дополнительных бизнес-правил. На основании результатов сессии может быть подготовлен приказ на начисление стипендии. К данным об успеваемости в условия начисления стипендии могут входить дополнительные условия, которые меняются в зависимости от семестра. Приказ, подготовленный на основании успеваемости и дополнительных данных, подписывают ответственные лица. После завершающей подписи на основании приказа формируется начисление стипендии в системе Стипендия.

Решением второго рода проблем занимаются системы интеграции БП – системы класса BPMS. В настоящее время производители (IBM, Microsoft и другие) стараются не позиционировать свои системы как систему BPMS, так как к последним предъявляются довольно жесткие требования. Системы BizTalk, IBM Business-Process Integrator и другие определяются как системы с поддержкой Business Process Execution Language (BPEL).

Главная идея BPMS – это интеграция различных информационных систем для организации единого БП. В концепции BPMS информационные системы могут ничего не знать друг о друге. Каждая из них просто выполняет свою часть единого БП с дальнейшим объединением результатов на базе XML-сообщений.

Согласно концепции BPMS БП реализуется с помощью некоторой схемы, часто называемой оркестровкой, в которую включены действия и ветвления. Действия имеют входы и выходы, ветвления позволяют направить пользователя по альтернативным маршрутам. Субъектом БП является пользователь с некоторыми

ми сформирована таблица, описывающая связи проектов КИС вуза и серверов баз данных, с которыми этот проект взаимодействует, а также баз данных, где находится таблица связи прав пользователей информационной среды и ролей базы данных для конкретного проекта. На серверах корпоративных баз данных сформированы таблицы, связывающие права пользователей проектов в информационной среде (уникальные идентификаторы) и роли в базе данных (объект Roles в MS SQL Server). При этом обеспечиваются отношения многие ко многим – одна роль в информационной среде поддерживается одной или более ролями в базе данных. Одна и та же роль в базе данных может поддерживать несколько ролей одного проекта информационной среды. Эту таблицу необходимо заполнить один раз администратором системы.

Процедура синхронизации, работающая один раз в сутки, проверяет наличие пользователей информационной среды и их ролей в приложениях по системе управления правами. В соответствии с ролями и пользователями на сервере, указанном в соответствующей таблице базы данных, ищется таблица, связывающая роли информационной среды и роли базы данных. Для нового пользователя информационной среды или пользователя, у которого еще нет учетной записи в базе данных, создается новая учетная запись с тем же логином в базе данных (включая домен). Роли базы данных назначаются учетной записи в соответствии с таблицей связи ролей информационной среды и ролей базы данных. В одном проекте может быть несколько серверов и несколько баз данных (в том числе и базы филиалов), а все необходимые сведения могут быть получены из таблицы в базе данных системы управления правами.

4.5. Интеграция бизнес-процессов

Вуз – это инновационная организация, в которой БП изменяются постоянно, так что программы, автоматизирующие некоторый БП, могут устареть еще до момента внедрения. КИС автоматизирует деятельность вуза, и чем большие сферы затрагивает автоматизация, тем сложнее процесс сопровождения и модификации программ. Поэтому часто, начиная с некоторого уровня развития автоматизации БП в вузе, разработчики занимаются в

преобразует размер оплаты в объем доступного трафика и заносит информацию в параметры учетной записи. Этот параметр автоматически корректируется ISA при использовании Интернет пользователем.

Если у пользователя есть и платный, и бесплатный доступ, он может использовать наиболее подходящий, меняя установки навигатора Интернет.

3.3.2. Удаленный доступ

Сервис удаленного доступа во ВГУЭС используется для входа в корпоративную сеть сотрудников университета. Этот сервис реализуется с помощью модемов и сервера удаленного доступа NOC (внутренний корпоративный сервер ВГУЭС). Рабочая станция, подключившись к модему университета и пройдя соответствующую идентификацию, получает динамический IP-адрес внутренней сети ВГУЭС. Используя этот адрес (этот адрес соотнесен с виртуальной сетью внутренних корпоративных серверов), пользователю становятся доступны все внутренние корпоративные серверы (в том числе файловые серверы, доступ в Интернет и доступ к корпоративному portalу).

Доступ к службе удаленного доступа получают пользователи, зарегистрированные на сервере удаленного доступа. Если предположить, что будет выполнено несанкционированное подключение к серверу удаленного доступа, обойдя каким-либо способом службу идентификации, то это подключение не позволит использовать сетевые ресурсы ВГУЭС, т.к. доступ к сетевым ресурсам невозможен без предварительной авторизации пользователя на контроллере домена. Если авторизация пользователя пройдет успешно, то он будет допущен к ресурсу, если нет – то ресурс останется недоступным. Однако, для того чтобы пройти авторизацию, пользователь должен быть зарегистрирован в AD.

Пользователь, использующий сервис удаленного доступа, может получить выход в Интернет только при регистрации в AD. Это обусловлено тем, что проху-сервер будет производить идентификацию пользователя согласно информации, хранящейся в базе данных AD.

3.3.3. Доступ к почтовой службе

Для почтовой службы во ВГУЭС используется сервер mail.vvsu.ru, который обеспечивает работу с электронной почтой всех сотрудников и студентов ВГУЭС. Для доступа к почтовому ящику пользователи могут использовать почтовый клиент или веб-интерфейс. Серверная часть реализована с помощью СУБД MySQL и сервера qmail на сервере с операционной системой FreeBSD. Кроме основного почтового домена vvsu.ru существуют домены artem.vvsu.ru и nakhodka.vvsu.ru, которые обеспечивают работу почтовых серверов филиалов.

Вся почта приходит на основной домен mail.vvsu.ru, который определяет почтовые сообщения, предназначенные для филиалов, и отправляет их на соответствующие почтовые серверы. В настоящее время почтовые серверы на филиалах установлены на контроллерах доменов AD. Исходящие почтовые сообщения из филиалов проходят через mail.vvsu.ru, которые их отсылает адресату.

Управление почтовыми ящиками сотрудников и студентов ВГУЭС осуществляется автоматически на основании данных в корпоративной базе данных. Автоматическое создание и управление почтовыми ящиками пользователей ВГУЭС мы обсудим в п. 3.4.4.2.

3.4. Система единой регистрации и управления правами пользователей

Назначением системы единой регистрации и управления правами пользователей (СЕРУПП) является автоматизация процедуры управления доступом пользователей к ресурсам КИС. Ресурсы КИС представляют собой набор информационных систем и данных, связанных с ними. Кроме того, СЕРУПП обеспечивает для разрабатываемого и поддерживаемого корпоративного программного обеспечения потребности в создании ролей и назначении прав пользователей, что освобождает разработчиков КИС от решения этих задач в каждом отдельном приложении.

Основными функциями СЕРУПП являются:

- поддержка автоматической регистрации в КИС персонала и студентов вуза на основании данных о них, хранящихся в корпора-

2) на основе прав пользователя в единой системе управления правами в КИС сервис актуализации данных формирует пользователей унаследованного приложения и их права, если приложение не допускает перенастройку на единую систему управления правами КИС;

3) аутентификация выполняется на основе единой системы управления правами КИС, авторизация приложения выполняется со своими данными, которые формируются периодически на основе единой системы управления правами пользователей КИС.

Предпочтительным является первый подход, который предполагает «сильную» интеграцию унаследованных приложений. Если же приложение не допускает такой интеграции или временные рамки обеспечения этой интеграции слишком велики, допустима частичная (3) или слабая (2) интеграция.

Еще одним этапом в интеграции унаследованных приложений будет изменение внутренней работы с базами данных. Вся работа с базами данных должна быть вынесена в СК, которые являются первичными для приложения (создаются в приложении), обращение может выполняться напрямую, обращение к вторичным для системы данным должно происходить также через СК, чаще всего при этом используются уже созданные ранее СК.

4.4.1.6. Интеграция унаследованных приложений

Развитие КИС вуза обычно начинается не на пустом месте, а в условиях, когда в вузе уже функционируют приложения. Эти приложения, многие из которых хорошо себя зарекомендовали, могут продолжать работать еще некоторое время. В некоторых случаях имеет смысл интегрировать унаследованные приложения в КИС вуза.

Как правило, все используемые программные приложения административного управления являются двухуровневыми клиент-серверными приложениями, которые настроены на доступ к базе данных на основе учетной записи в Active Directory с использованием системы управления правами.

Для двухуровневых приложений необходимо создать пользователя базы данных и назначить ему права в базах данных. Для соотношения прав пользователей приложений с распределением ролей в корпоративной базе данных в системе управления права-

существует управляющая СК, которая обеспечивает выдачу адреса СК клиентам СК в случае, когда клиенты не знают точного расположения необходимой им СК. Эту возможность можно использовать при распределении нагрузки, когда одна и та же СК может использоваться в нескольких информационных сервисах и управляющая служба выдает адрес наименее загруженного сервера.

8. Для обеспечения безопасности каждый проект имеет своего пользователя с логином и паролем для доступа к СК. Права пользователя приложения описаны в единой системе управления правами, где определены те СК, к которым приложение имеет доступ, а также те методы, которые доступны приложению.

9. Примером интеграции приложений и технологий на базе СК может служить задача управления доступом к ресурсам, когда все приложения используют СК аутентификации и авторизации, которая обеспечивает проверку соответствия имени и пароля пользователя, используя базу данных зарегистрированных пользователей или службу каталогов, и получения прав пользователя в некоторой системе информационной среды.

Что касается унаследованных приложений, то вопрос их интеграции должен решаться индивидуально. Двухуровневые клиент-серверные приложения могут быть интегрированы практически без изменений, если выполнены следующие условия:

- разработка процедуры синхронизации пользователей информационной среды и пользователей базы данных с автоматической генерацией ролей пользователю базы данных на основе ролей пользователя в КИС;
- установление свойств соединения с базой данных на наиболее удобный механизм аутентификации в СУБД, например, для MS SQL Server таким механизмом будет аутентификация на базе учетных записей AD.

Для трехуровневых приложений интеграция в КИС может иметь различные формы, в зависимости от внутренней организации приложений.

Возможны следующие подходы:

1) выполнение аутентификации и авторизации пользователя, используя специально предназначенную для этого СК КИС, если приложение допускает изменение кода аутентификации и авторизации и перенастройку его на единую систему управления правами;

тивных базах данных (при регистрации возможна идентификация на основании паспортных данных, ИНН, пенсионного кода и т.п.);

- автоматическое управление правами доступа пользователей к информационным ресурсам вуза;
- актуализация учетных записей (удаление записей отчисленных студентов и уволенных сотрудников) при изменении контингента;
- поддержка в актуальном состоянии данных о правах пользователей с учетом любых изменений – прием (зачисление), увольнение, перевод, изменение должности, должностных обязанностей (специальности), слияние подразделений, создание новых подразделений и т.п.

Дополнительные функции СЕРУПП:

- автоматизация процесса создания почтового ящика и поддержки почтовых учетных записей в актуальном состоянии (почтовые учетные записи удаляются автоматически после отчисления студента или увольнения сотрудника);
- автоматизация архивирования личной папки при увольнении сотрудника с переносом в каталог для архивного копирования;
- автоматическое создание и поддержка в актуальном состоянии прав пользователя на каталоги файлового сервера.

В настоящее время в результате автоматической регистрации пользователи получают доступ к следующим сервисам:

- персональный доступ в корпоративную сеть (домен empl – для сотрудников и stud – для студентов ВГУЭС и домены artem, nakhodka для студентов и сотрудников соответствующих филиалов в гг. Артеме и Находке);
- доступ к файловому серверу сотрудников, позволяющему обмениваться файлами между сотрудниками подразделений и хранить персональные файлы сотрудника в защищенном каталоге, иметь доступ к корпоративному и системному программному обеспечению;
- для преподавателей возможен доступ к файловому серверу студентов, который позволяет студентам и преподавателям обмениваться файлами друг с другом; студенты получают доступ к личным папкам и к папкам преподавателей на файловом сервере студентов;
- доступ к корпоративному информационно-образовательному portalу ВГУЭС (как к внешней, так и к внутренней его час-

ти), обеспечивающему единый доступ к различным информационным ресурсам вуза, в том числе к ресурсам поддержки учебного процесса, к ресурсам поддержки групповой работы, управления учебным процессом и вуза в целом и многое другое;

- доступ к телематическим сервисам – Интернет и почтовой службе.

Результатом внедрения СЕРУПП является наличие единого имени и пароля у каждого пользователя для входа во все программные приложения (проекты) КИС, в том числе и в корпоративную сеть. Единая процедура управления правами во всех проектах КИС имеет большие возможности по автоматизации процесса управления и поддержания данных в актуальном состоянии. Еще одним преимуществом внедрения СЕРУПП является исключение разработки процедуры регистрации пользователей для новых проектов. Это упрощает процесс разработки, внедрения и сопровождения информационных систем в вузе.

3.4.1. Учетные записи пользователя

При регистрации пользователя в КИС создаются две учетные записи с одинаковым именем и паролем – учетная запись AD и учетная запись, используемая для доступа к ресурсам, доступ к которым нельзя организовать с использованием AD (далее будем ссылаться на нее как на учетную запись UNet). Применение этих учетных записей не связано друг с другом, за исключением процедуры актуализации, которая может выполнять изменения учетных записей в двух базах данных, процедуры удаления учетных записей, а также процедуры управления доступом в Интернет и доступом к файловым серверам.

Учетная запись AD обеспечивает доступ к следующим информационным ресурсам: корпоративная сеть, файловые серверы студентов и сотрудников, корпоративные базы данных, доступ в Интернет, на внутренний корпоративный портал, к корпоративному программному обеспечению. Учетная запись UNet обеспечивает доступ к информационным ресурсам внешнего университетского портала. На рис. 3.13 показана схема использования учетных записей в КИС ВГУЭС. Доступ к внутреннему корпоративному portalу осуществляется в два этапа. Аутентификация выполняется на базе учетных записей доменов. Авторизация вы-

которые могут использоваться, но не создаваться, изменяться или удаляться в рассматриваемой программе) возможно только посредством соответствующих СК.

2. В случае, если программа работает с логически интегрированными данными, т.е. такими данными, между которыми существует только логическая связь (данные при этом могут храниться на различных серверах и под управлением различных СУБД), СК для обработки составного запроса, использующего логически связанные данные с нескольких серверов, следует обращаться за необходимой информацией к соответствующим СК, после чего СК, принявшая составной запрос, генерирует общий ответ приложению.

3. В СК могут быть вынесены не только части приложений, работающие с базами данных, но и алгоритмические блоки или любой другой код, исполнение которого может быть затребовано из разных приложений.

4. Все СК КИС подчиняются правилам именования СК, методов, переменных и типов данных.

5. Все СК, работающие в среде, должны быть каталогизированы с помощью специализированной службы каталогизации. Служба каталогизации обеспечивает механизм для хранения описания СК с целью предоставления адреса СК проектам КИС, предоставления информации разработчикам информационной среды, а также для автоматического поиска необходимой СК сторонними разработчиками, желающими интегрировать свои решения с КИС. Использование службы каталогизации позволяет не только обеспечить интеграцию внутри КИС, но и поддерживает интеграцию среды с внешними системами. В последнем случае может быть обеспечен поиск СК по ключевым словам предметной области и получено полное описание СК для генерации динамического запроса.

6. Все проекты среды должны опираться на систему единой регистрации и управления правами доступа пользователей к информационным ресурсам. Это позволяет осуществить один из аспектов интеграции – интеграцию режимов функционирования системы, исключив из всех новых систем вопросы, связанные с регистрацией пользователей и назначением им прав в системе.

7. Все приложения в первую очередь должны обращаться к специализированной управляющей СК. Для управления работой в среде

вать нагрузку, но в отдельных случаях не приводит к повышению производительности.

В проектах, реализованных как веб-приложение, ситуация несколько отличается. Веб-приложения обычно вызываются при запросе от некоторого пользователя. При этом большинство технологий для веб-приложений позволяет использовать статическую память приложения, в случае, когда поддерживается механизм кэширования приложения или механизм сессий с общей памятью для одного клиента. Использование общей памяти всех приложений при централизованной стратегии аналогично приложению клиент-сервер невыгодно, так как в этом случае все запросы от всех пользователей будут направляться по одним и тем же адресам, особенно если приложение используется интенсивно (т.е. работает механизм кэширования приложения). В то же время приложение может с некоторой периодичностью вновь запрашивать актуальные адреса, что позволит распределять нагрузку более эффективно. Конечно, и для приложения клиент-сервер такой периодический запрос возможен, но для веб-приложений он необходим.

Еще одним вариантом работы использования стратегии с централизованным выбором будет возможность сохранять единые адреса для одной сессии. В этом случае может оказаться, что адреса уже неактуальны, но в целом баланс нагрузки будет выполняться.

4.4.1.5. Требования к интегрируемым приложениям

Сформулируем основные требования к вновь разрабатываемым приложениям КИС.

1. Несмотря на использование различных технологий желательным (но не обязательным) является выделение работы с базами данных в отдельные СК. При этом обращения программы к своим собственным данным (данные, которые могут быть созданы, удалены или отредактированы в данной программе) могут осуществляться любым удобным программисту способом, но предпочтительным является доступ через СК. Доступ к данным напрямую, минуя СК, допускается только при невозможности использовать ее (вероятность практически стремится к нулю) в приложениях КИС. Обращение к данным других программ (данные,

полняется на основе системы управления правами, данные которой хранятся в базе данных, расположенной за межсетевым экраном. Доступ к внешним серверам вуза осуществляется на основе учетных записей UNet.

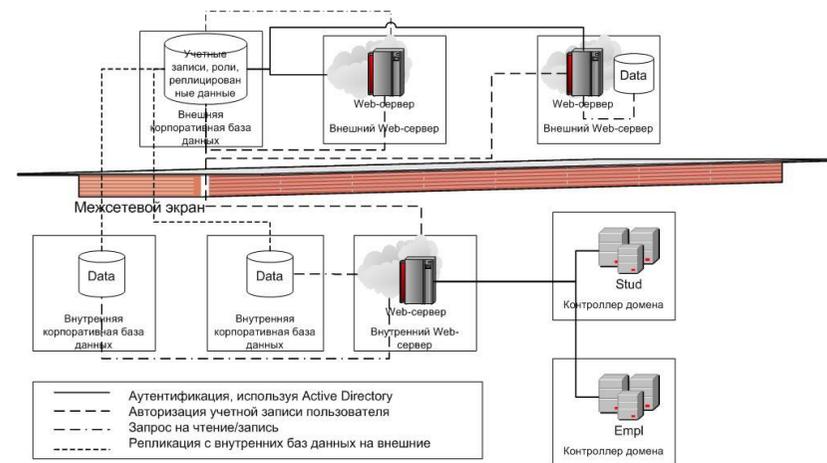


Рис. 3.13. Схема использования учетных записей в КИС вуза

Для поддержания учетных записей и прав пользователей в КИС ВГУЭС в актуальном состоянии подсистема актуализации, используя информацию корпоративных баз данных, изменяет права пользователя и области доступа, реализует новые связи.

3.4.2. Подсистема регистрации пользователей

Регистрация пользователя КИС предназначена для создания двух учетных записей (в AD и Unet), создания персонального каталога пользователя (для преподавателей создаются два каталога на файловых серверах сотрудников и студентов), занесения пользователей в группы на основании их служебных обязанностей и на основании тех прав, которые определены для пользователя в системе управления правами, назначения пользователям прав на основании прав по умолчанию, заданных в системе управления правами. Система регистрации пользователя КИС включает следующие компоненты (рис. 3.14):

- 1) веб-интерфейс с пользователем;

2) IRA Web-service DLL – адаптер для взаимодействия со службой регистрации;

3) IRA LDAP – сервис для создания учетной записи в AD, занесение ее в группы;

4) IRA FSE – сервис создания каталогов на файловом сервере сотрудников и установление правами доступа;

5) IRA FSS – сервис создания каталогов на файловом сервере студентов и установление правами доступа;

6) IRA DB – сервис актуализации учетных записей, их прав и каталогов пользователей и подразделений;

7) специализированная процедура базы данных Auth, устанавливающая права вновь созданной учетной записи.

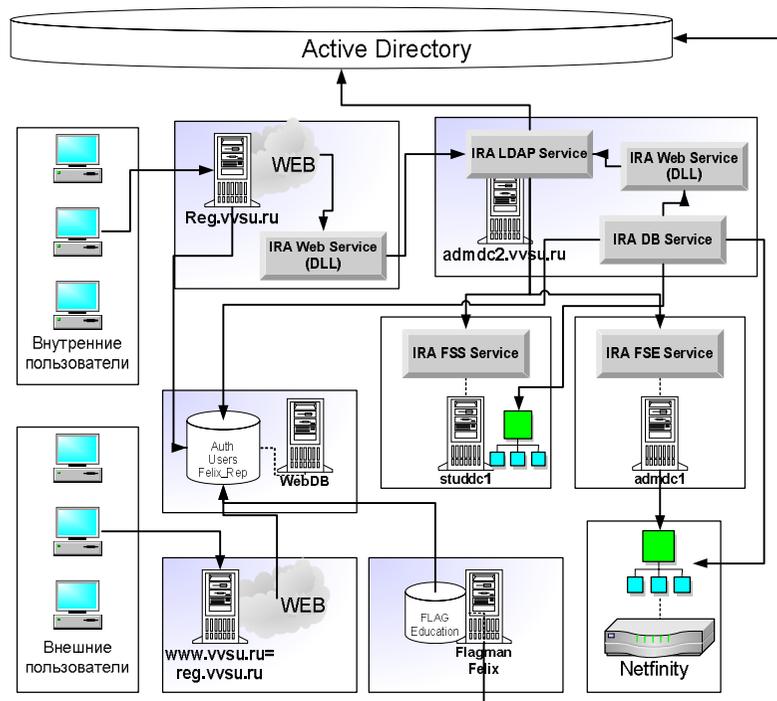


Рис. 3.14. Схема регистрации пользователей в КИС

Обсуждение коэффициентов a_i и b_i в формулах (4.37) и (4.38) соответственно выходит за рамки этой работы. Хотелось бы отметить только, что согласно теории принятия решений эти коэффициенты в сумме должны давать 1, т.е. $\sum a_i = \sum b_i = 1$.

В КИС ВГУЭС используется соотношение (4.38) в виде

$$\lambda = 0,3m + 0,4p + 0,3s.$$

Дальнейшее усложнение алгоритма может включать учет числа необработанных запросов от клиента. Клиент, получив адрес прикладной СК, направляет ей запрос. В начале выполнения запроса прикладная СК сообщает об этом сервису ControlService, перед окончанием она также извещает его об этом. В результате каждый ControlService в любой момент времени знает о том, сколько запросов и какой прикладной СК не выполнены на данном компьютере.

При большой величине λ возможна ситуация, когда на сервере присутствует большое число невыполненных запросов от клиента. Это объясняется тем, что прикладная СК ожидает ответа или от другой прикладной СК или от некоторой базы данных. С одной стороны, может показаться, что в таком случае фактор числа необработанных запросов можно не учитывать, но, с другой – очередь необработанных запросов может быть признаком того, что в ближайшем будущем сервер будет занят их обработкой и неэффективно нагружать его новой работой.

Если проект представляет собой клиент-серверное приложение, то, запустившись на компьютере пользователя, проект обращается к серверной компоненте Main и получает в результате актуальные на момент запроса адреса необходимых прикладных серверных компонент. С момента запуска до момента завершения проекта может пройти в этом случае много времени и данные о наиболее подходящих адресах устаревают. При отсутствии соединения в течение некоторого времени приложение может запросить повторно актуальные адреса серверных компонент. Конечно, запрашивать данные об актуальном адресе можно и непосредственно перед вызовом метода, но может оказаться, что запрос об актуальности сравним по длительности и даже превосходит вызов метода. Поэтому стратегия с централизованным выбором для проектов клиент-сервер в целом позволяет сбалансиро-

3.4.2.1. Создание учетной записи AD

Этот подход хорошо работает в идеальных условиях, когда все серверы одинаковые и на них нет другой нагрузки. На практике это не так и поэтому используется второй подход, в котором нагрузка может быть распределена неравномерно и два следующих друг за другом запроса могут быть отосланы на один и тот же сервер.

На каждом из серверов, где функционирует прикладная СК, в фоновом режиме в качестве сервиса или домена работает программа ControlService, которая собирает данные о сервере и работающих на сервере прикладных СК. Основные характеристики, которые по запросу может предоставить ControlService – это процент использования процессора(ов) и памяти. Эти две характеристики важны при выборе сервера, на который необходимо направить клиента.

В самом простом случае их и достаточно. СК Catalog запрашивает все сервисы ControlService, расположенные на тех серверах, где могут запускаться прикладные СК для получения приоритета сервера в очереди готовности серверов. Этот приоритет в простейшем случае имеет вид

$$\lambda = a_1 * m + a_2 * p, \quad (4.37)$$

где m – процент неиспользуемой памяти сервера, p – процент неиспользованной процессорной мощности (среднее арифметическое от простоя всех процессоров сервера).

В более сложном случае возникает необходимость учитывать мощность сервера, в этом случае выражение (4.37) переписывается в виде

$$\lambda = b_1 * m + b_2 * p + b_3 * s, \quad (4.38)$$

где s – относительная мощность сервера.

Под относительной мощностью сервера понимается относительная величина, обратно пропорциональная времени вычисления эталонной задачи серверов. Для каждого сервера такая относительная мощность вычисляется заранее и хранится в базе данных наряду с адресами СК. При вводе в КИС нового сервера, на котором будут располагаться СК, относительные мощности всех серверов должны быть пересчитаны.

Процедуры регистрации отличаются при регистрации пользователя из корпоративной и внешней сети. Это связано, прежде всего, с безопасностью. Обращения во внутреннюю корпоративную сеть для веб-сервера blackcat (www.vvsu.ru) запрещены. При обращении к странице регистрации <http://reg.vvsu.ru/reguser.asp> внешний DNS-сервер отправляет запрос на blackcat, внутренний DNS-сервер тот же запрос отправляет на корпоративный сервер reg.vvsu.ru, расположенный во внутренней сети ВГУЭС.

Пользователь с помощью веб-интерфейса выполняет процедуру регистрации, в которой задает собственные идентификационные данные (фамилию, имя, отчество, номер паспорта) и данные учетной записи (имя и пароль). Веб-приложения обращаются к базе данных Felix_ger на WebDB для проверки идентификационных данных пользователя. База данных Felix_ger является внешней репликой корпоративных данных FLAG (данные о сотрудниках) и Education (данные о студентах). Репликация выполняется 1 раз в сутки.

В случае успешного подтверждения идентификационных данных пользователя в веб-приложении выполняется проверка учетной записи пользователя в базе данных Users. При отсутствии у пользователя регистрации выполняется обращение из корпоративного сервера reg.vvsu.ru к сервису IRA LDAP. Сервису IRA LDAP передаются данные о пользователе – имя и пароль, категория (студент/сотрудник), подразделения, где работает или учится пользователь, учебная группа (для студентов).

Сервис IRA LDAP регистрирует учетную запись в том домене, который соответствует домену пользователя. Часть пользователей является одновременно и сотрудниками, и студентами. Для них выбор домена осуществляется по следующему правилу:

- обучающиеся очно студенты являются одновременно сотрудниками, регистрируются в домене stud.vvsu.ru;
- студенты, обучающиеся по заочной, вечерней и дистанционной формам, являющиеся сотрудниками ВГУЭС, регистрируются в домене empl.vvsu.ru.

Такой выбор объясняется тем, что обучающиеся очно студенты обычно подрабатывают на кафедрах и в подразделениях вуза в свободное от основной учебы время. Студенты-заочники и вечер-

ники обычно работают на постоянной основе, и им требуется те же ресурсы, что и другим сотрудникам вуза. В частности, у пользователей, зарегистрированных в домене stud.vvsu.ru, являющихся одновременно сотрудниками, личные папки будут организованы и на файловом сервере студентов и сотрудников. Пользователи будут иметь права доступа на файловый сервер сотрудников и к каталогу своего подразделения на равных с остальными сотрудниками подразделения правах.

При создании учетной записи в домене определяются группы, в которые необходимо занести учетные записи. Группы AD соответствуют иерархии организационной структуры ВГУЭС. Если группа AD, в которую необходимо занести учетную запись, отсутствует, то она будет создана в процессе регистрации учетной записи. Для сотрудников группа AD, в которую заносят их учетную запись, соответствует подразделению, в котором сотрудник работает. Если сотрудник работает в нескольких подразделениях, то его учетная запись будет занесена в соответствующие подразделениям группы AD. Для студентов группы AD, в которые заносятся их учетные записи, соответствуют учебные группы. Если студент обучается по индивидуальной программе, то его учетную запись заносят в группу EMPTY, которая связана с группой, соответствующей кафедре (или другому подразделению, осуществляющему обучение студентов).

3.4.2.2. Создание каталогов

Сервис IRA LDAP через сервисы управления каталогами передает данные об учетной записи пользователя. Если пользователь является сотрудником (не преподавателем), то IRA LDAP сервис обращается только к IRA FSE сервису, который проверяет существование всех каталогов, соответствующих подразделению пользователя в иерархической организационной структуре вуза, и при отсутствии каких-либо каталогов создает их, включая все вложенные каталоги (Incoming, Outgoing, InsideInfo, Backup) и каталог подразделения. В каталоге подразделения создается личная папка пользователя, на которую ему даются права. Если каталог подразделения создается в процессе регистрации пользователя, то группе AD, соответствующей подразделению пользователя, даются права на созданный каталог подразделения.

Рассмотрим схему работы с прикладными компонентами, распределенными по нескольким серверам (рис. 4.15).

Первый клиент обращается к СК Main для получения адресов необходимой ему прикладной СК. СК Main обращается к СК Catalog, которая извлекает все возможные адреса из базы данных AUTH. Приход запроса от клиента и будет тем моментом, когда нужно принимать решение о распределении нагрузки.

Дальнейшие действия определяются двумя основными подходами (и соответственно ответами на два последних вопроса). Первый подход состоит в том, что СК Catalog равномерно относительно запросов распределяет нагрузку на доступные серверы. Это означает, что серверы, на которых может быть запущена прикладная СК, выстраиваются в очередь готовности и запросы отсылаются на первый сервер, извлеченный из очереди. После того, как сервер извлечен из очереди и на него перенаправлен запрос, он снова помещается в очередь готовности.

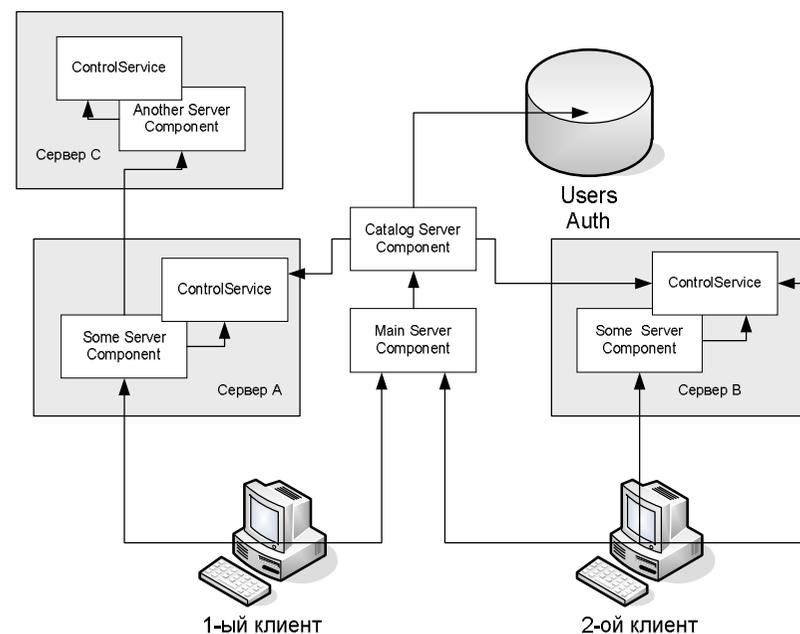


Рис. 4.15. Схема использования алгоритма баланса нагрузки

серверных компонент. СК Auth позволяет определять валидность имени и пароля пользователя, а также выдавать данные о назначенных пользователю ролях (проект, роль, область видимости). СК позволяет получать информацию как о действующих назначениях, так и о назначениях, срок которых истек, или о запрещении доступа.

Компонента Auth принимает запрос, в котором передается учетная запись пользователя ИС, а также учетная запись проекта. Компонента Auth в случае корректной учетной записи (т.е. совпадения имени и пароля учетной записи и наличие роли «Вызов метода» у учетной записи проекта) выполняет аутентификацию, а затем и авторизацию пользователя на основе данных в базах данных USERS и AUTH.

Некоторые методы серверных компонент могут быть доступны для публичного вызова, т.е. для вызова любым клиентом из любой точки мира. В этом случае метод не содержит проверки прав. Некоторые методы могут быть доступны внешним проектам. Например методы, которые предназначены для обмена информацией с другими организациями. В этом случае в ИС ВГУЭС должны быть описаны эти внешние проекты (название, учетная запись) и для учетной записи определены права доступа.

4.4.1.4. Алгоритм баланса нагрузки

Во многих случаях проблемы с производительностью в КИС связаны с большими нагрузками на серверы баз данных. Но также нередки случаи, когда узким местом становятся системы обработки данных. Для решения именно таких проблем предназначено решение, в котором одна и та же прикладная СК размещается на нескольких серверах и для достижения эффективности работы распределенной системы СК используется алгоритм баланса нагрузки.

За основу в КИС ВГУЭС взят алгоритм, описанный в [46]. Алгоритм баланса нагрузки состоит из ответов на несколько вопросов:

- 1) когда следует перераспределять нагрузку;
- 2) на какой компьютер следует перераспределять нагрузку;
- 3) какую часть нагрузки следует перераспределять.

Если пользователь является преподавателем, то кроме сервиса IRA FSE сервис IRA LDAP обращается к сервису IRA FSS, управляющему каталогами файлового сервиса студентов. На файловом сервере студентов для преподавателя создается личная папка (при отсутствии создаются также каталоги соответствующей кафедры и института). Учетная запись преподавателя заносится в группу AD Teachers, для которых разрешен доступ к личным папкам студентов (кроме личной папки в каталоге студента).

Для студентов на студенческом файловом сервере создаются личные папки в каталогах, соответствующих институтам, кафедрам и учебным группам студентов. Если таких каталогов нет, то они создаются перед созданием личной папки студента. Для студентов, обучающихся по индивидуальному графику, папки создаются в каталоге EMPTY соответствующей кафедры. Учетные записи студентов заносятся в группу Student, которым разрешен доступ на чтение к личным папкам преподавателей на файловом сервере студентов. Это позволяет преподавателям размещать информацию для студентов. Студенты же могут размещать свои файлы в своих личных папках, в каталоге Shared, куда имеют доступ преподаватели.

Если пользователь является одновременно студентом и сотрудником, то его учетной записи будет разрешен доступ на оба сервера. На сервер студентов в качестве студента, на сервер сотрудников – в качестве сотрудника. За исключением того, что студенты-очники, подрабатывающие в университете, не имеют личных папок на файловом сервере сотрудников.

Для сотрудников, работающих в нескольких подразделениях, создается единственная личная папка в том каталоге, который соответствует основному месту работы пользователя. В каталогах других подразделений, где работает пользователь по совместительству, создаются ярлыки на его личный каталог. Это позволяет легко находить каталог другим пользователям, которые хотят обмениваться файлами.

Название каталогов подразделений соответствует названиям подразделений, а личных папок пользователей – их имени и фамилии. В личных папках преподавателей на файловом сервере сотрудников хранятся ярлыки на их личные папки на файловом сервере студентов.

Среди атрибутов учетных записей есть атрибут пути к личному каталогу. Этот атрибут позволяет отображать путь к личному каталогу у каждого пользователя при открытии «Мой компьютер» (рис. 3.15).

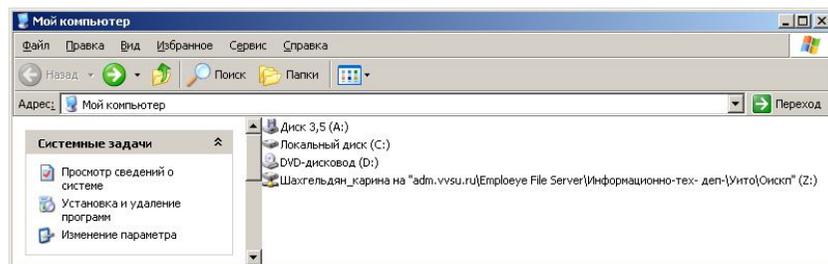


Рис. 3.15. Пример ярлыка на личную папку на файловом сервере сотрудников

3.4.2.3. Создание учетной записи UNet

При успешном создании учетной записи AD и каталогов на файловых серверах управление возвращается в веб-приложение, которое создает соответствующую запись в базе данных Users (рис. 3.14). На учетную запись Unet устанавливается признак того, что для данной записи есть соответствующая запись в AD, а также указание на домен, в котором создавалась соответствующая учетная запись AD.

Процедура генерации прав пользователя на основе системы управления правами для каждой созданной записи генерирует права, которые положены пользователю по умолчанию. Полные права пользователь получит лишь через сутки, так как процедура выполняет обновления по частям (ввиду большой нагрузки на сервер в период массовой регистрации в начале учебного года).

Регистрация пользователей из внешней сети не содержит блока взаимодействия с сервисом IRA LDAP. Пользователь получает лишь учетную запись Unet и при этом на его учетную запись устанавливается признак того, что для данной записи нет соответствия в AD. Для создания учетной записи AD в этом случае используется процедура актуализации данных.

пароля может выполняться по обычным SSL каналам, не требуя дополнительного шифрования.

Приложение обращается к СК, вызывая один из его методов. В методе СК выполняется проверка прав проекта на вызов данного метода, и при успехе метод реализует запрос пользователя. Для проверки прав проекта в методе СК выполняется обращение к СК Auth.

4.4.1.2. Серверная компонента каталогизации

СК каталогизации Catalog реализует две основные функции: каталогизацию СК и предоставление информации об адресах доступных проекту методов. Для каталогизации компонент СК Catalog анализирует файлы описания интерфейсов СК: WSDL или IDL файлы. На основе файлов-описаний составляется каталог СК и методов СК. Дополнительно с помощью специально разработанного интерфейса администратор КИС заносит в каталог информацию о тех серверах, на которых может работать СК и уникальные идентификаторы методов, с помощью которых может выполняться второй способ проверки прав проекта на вызов метода.

СК, являясь частью КИС, имеют связи с проектами, другими СК и с данными. Связи с проектами и другими СК определяются на уровне управления правами доступа. Связи с данными могут быть определены из описаний понятий и заданы администратором КИС вручную. Описания этих связей позволят обнаруживать места потенциальных ошибок или код, который необходимо скорректировать в связи с изменениями в других частях КИС.

Администратор КИС также определяет ключевые слова, связанные с СК, для организации поиска подходящей СК.

СК Catalog позволяет найти прикладные СК по ключевым словам, по серверам, на которых они работают, по имени, по данным, с которыми они связаны, по связям с проектами и с СК. По идентификатору метода Catalog выдает или URL метода или идентификационную ссылку на CORBA объект.

4.4.1.3. Серверная компонента аутентификации и авторизации

СК Auth предназначена для выполнения аутентификации и авторизации пользователей КИС, в том числе и для проектов и

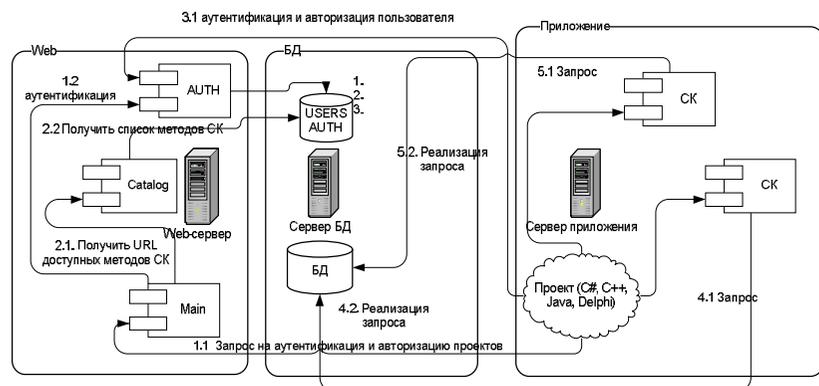


Рис. 4.14. Схема работы серверной компоненты

СК Main обращается к СК Auth, передавая в качестве параметров логин и пароль проекта с целью аутентификации и авторизации проекта в КИС. СК Auth выполняет аутентификацию проекта, проверяя через базу данных Users логин и пароль проекта, а затем через базу данных Auth получает все доступные проекту методы, т.е. выполняет его авторизацию. Получив от СК Auth доступные проекту методы, СК Main обращается к СК Catalog для получения необходимой дополнительной информации по доступным методам СК. В частности, требуется информация по URL для СК, которая реализована как веб-служба, или идентификационная ссылка объекта (IOR) для СК, реализованной на базе технологии CORBA.

При необходимости веб-служба Catalog, используя дополнительные сервисы, может возвращать URL или IOR CORBA объекта наименее загруженного сервера. СК Main возвращает проекту все данные о доступных проекту СК. Далее проект работает с СК напрямую, используя полученные данные.

Каждая серверная компонента КИС имеет метод CheckRight, который получает в качестве параметра уникальный идентификатор метода, выдаваемый при каталогизации, имя и пароль учетной записи проекта. Так как и проекты, и серверные компоненты обычно расположены на серверах, в отдельно выделенной виртуальной сети, закрытой от прослушивания, то передача имени и

3.4.2.4. Регистрация внешнего пользователя

Внешний портал ВГУЭС доступен не только для студентов и сотрудников, но и для пользователей, которые не связаны со ВГУЭС. Для получения доступа пользователь должен зарегистрироваться как внешний пользователь. Процедура регистрации включает создание одной учетной записи Unet с занесением данных о пользователе в базу данных Users. Такие пользователи получают доступ к внешнему portalу, в том числе к полнотекстовым материалам.

Внешние пользователи используются не только для доступа к информационным ресурсам вуза, но и к другим ресурсам вуза. В частности, для доступа в общежитие, проживающие в нем студенты и сотрудники используют идентификационные пластиковые карты. Но кроме них в общежитии живут также люди, которые не являются студентами и сотрудниками, например члены семьи проживающего сотрудника. Для них карточки изготавливаются на основе данных, занесенных при регистрации их как внешнего пользователя. В этом случае при регистрации внешнего пользователя может быть добавлена фотография.

3.4.2.5. Области интересов пользователей Unet

В проектах КИС ВГУЭС требуется выделить некоторых пользователей по признакам, которые связаны с принадлежностью к проекту. Например, зарегистрированный пользователь должен автоматически быть связанным с проводимой в вузе конференцией или быть пользователем стороннего к КИС портала (для ВГУЭС таким порталом является молодежный портал, разрабатываемый на основе Microsoft ClassServer).

Связь пользователя с областью интересов устанавливается в момент регистрации, через специализированный веб-интерфейс отдельного проекта. Отдельный веб-интерфейс регистрации разработан в КИС ВГУЭС для регистрации участников конференций, проводимых во ВГУЭС, и для молодежного портала. Связь может быть установлена и для уже зарегистрированных пользователей, например, когда они подают заявку на участие в конференции или для доступа в молодежный портал.

Понятие области интересов в системе регистрации позволяет интегрировать портал ВГУЭС и сторонние порталы на уровне пользователей.

3.4.2.6. Актуализация данных

Актуализация данных представляет собой процедуру, реализующую изменения информации на основании текущих сведений о пользователе КИС. Актуализация выполняется несколькими модулями (рис. 3.14). Во-первых, это сервис IRA DB, который, запускаясь 1 раз ночью, выполняет изменения, относящиеся к учетной записи AD и каталогам на файловых серверах. Этот сервис также выполняет создание учетной записи AD для тех пользователей, которые регистрировались из внешней сети. Во-вторых, процедура актуализации прав пользователя в базе данных Auth, которая обновляет права в соответствии с назначениями (назначения хранятся в базе данных Auth), с актуальными данными из корпоративных данных (реплика хранится в базе данных Felix_rep), с появлением новых пользователей в базе данных Users. В-третьих, еще одна процедура, реализованная как сервис на сервере Flagman, корректирует свойства учетных записей – группы вхождения учетной записи, объем квоты.

Атрибутом учетной записи AD является также и квота на размещение файлов на файловом сервере. По умолчанию квота установлена для сотрудников в 200 Мб. Но с помощью системы управления правами размер квоты может меняться в зависимости от должностных обязанностей сотрудников. Процедура актуализации изменяет этот параметр учетной записи. Эта же процедура заносит или удаляет учетную запись из групп AD для различных задач – управление доступом в Интернет, назначения прав руководителя подразделения и т.п.

Задачи актуализации сервиса IRA DB:

1. Зарегистрировать в AD учетную запись Unet, которая не имеет регистрации. Для этой цели сервис IRA DB обращается к базе данных Users и определяет те учетные записи Unet, которые должны быть зарегистрированы в AD. Регистрация выполняется по тем же правилам (через сервисы IRA LDAP, IRA FSE и IRA FSS), что и при регистрации из корпоративной сети.

ной компоненте и после аутентификации и авторизации хранить информацию об адресах доступных методов. Двух- и многоуровневые приложения должны обратиться к главной управляющей серверной компоненте только, если адреса, которые получены при запуске, не отвечают.

Сложнее обстоит дело с веб-приложениями. Если веб-приложения могут иметь статическую память для разных клиентов, например как Java-servlets, то полученные от главной управляющей компоненты адреса могут храниться в этой статической памяти и использоваться разными клиентами. Если же статической памяти нет, то необходимо для каждого запроса от клиента формировать обращение к главной управляющей серверной компоненте.

Главная управляющая серверная компонента, получив запрос пользователя, передает его для аутентификации и авторизации серверной компоненте авторизации и аутентификации. В случае успешной аутентификации серверная компонента возвращает идентификаторы доступных проекту методов. Главная управляющая серверная компонента передает идентификаторы доступных методов в компоненту каталогизации, которая возвращает адреса этих методов.

Обращение ко всем управляющим серверным компонентам обязательно для всех проектов среды. Исключения возможны для двухуровневых и некоторых многоуровневых приложений.

Схема работы управляющих серверных компонент КИС показана на рис. 4.14. База данных USERS содержит информацию о пользователях КИС (в том числе и об учетных записях проектов КИС), аутентификация выполняется на основании этих данных. База данных AUTH содержит права пользователей КИС, в том числе права доступа проектов, поэтому авторизация выполняется, используя AUTH, в которой также хранятся данные о серверных компонентах.

Первый запрос от проекта посылается серверной компоненте Main, о которой ему известны ее местонахождение и методы. Это единственное, что должен знать каждый проект КИС, а также любой внешний проект, который претендует на взаимодействие с КИС ВГУЭС. Проект в качестве параметров вызова метода передает свою учетную запись.

стоит из имени объекта и сервера, на котором объект запускается. Один и тот же CORBA объект может быть запущен на нескольких серверах.

4.4.1.1. Главная управляющая серверная компонента

Каждый проект КИС может взаимодействовать с любыми компонентами, но для этого необходимо иметь некоторое представление об этой компоненте. В частности, необходим сервер, на котором компонента расположена, имя серверной компоненты и возможность вызова методов серверной компоненты.

Прикладные серверные компоненты могут менять свое местоположение на серверах КИС, для одной серверной компоненты могут использоваться несколько различных серверов – все это делает невозможным жестко прописывать серверы для прикладных серверных компонент.

Все проекты КИС, а также проекты сторонних информационных сред знают один адрес – адрес главной управляющей серверной компоненты. Ввиду того, что главная управляющая серверная компонента должна быть доступна и из корпоративной сети, и из внешней сети, то в качестве технологии реализации для нее выбрана технология веб-служб.

Доступ к главной управляющей серверной компоненте осуществляется по https протоколу, с любого компьютера, имеющего выход в Интернет. Каждый проект в начале своей работы должен обратиться к главной серверной компоненте, посылая в запросе учетную запись проекта. Главная управляющая компонента возвращает адреса (или другие характеристики) всех методов, к которым у проекта есть доступ.

Проект, который работает в КИС, может быть двух видов – клиент-серверное приложение (двух или многоуровневое) и веб-приложение. Если приложение является двухуровневым клиент-серверным, то при запуске, единожды обратившись к главной управляющей серверной компоненте, приложение сохраняет адреса всех доступных методов и в дальнейшем работает с этими адресами напрямую, без обращения к главной управляющей компоненте.

Если приложение является трехуровневым, то сервер приложений должен единожды обратиться к главной управляющей сервер-

2. Обработать ситуации, требующие изменения в AD или на файловых серверах, и реализовать эти изменения.

Ситуации, попадающие во второй пункт, – это:

- 1) увольнение сотрудника или отчисление студента;
- 2) учетная запись пользователя существует в AD, но не существует в Unet;
- 3) подразделения были переименованы;
- 4) пользователь перешел в другое подразделение;
- 5) пустые группы и каталоги (нет ни одной учетной записи);
- 6) изменился код подразделения (код подразделения входит в название группы) и возможно произошло переподчинение подразделений;
- 7) некорректный перенос каталога пользователя (запись о личном каталоге пользователя в атрибутах учетной записи не соответствует действительности);
- 8) неверное расположение каталога пользователя.

В AD подразделения представлены в виде групп в формате *~(номер подразделения)_ (название подразделения)*. Структура иерархии подразделений в AD представлена в виде членства групп. Для каждой группы подразделения из AD на файловом сервере создан каталог подразделения. В учетной записи пользователя предусмотрены три поля, для хранения информации о расположении личного каталога сотрудника, преподавателя и студента. Если человек является сотрудником, то в учётной записи дополнительно устанавливаются поля для подключения сетевого диска. Рассмотрим некоторые ситуации, требующие актуализации данных.

Сотрудник уволен

Учетная запись такого сотрудника блокируется. Это означает, что учетная запись AD удаляется из всех групп и получает признак disable. Личный каталог пользователя переносится в каталог Backup подразделения, ярлыки на личный каталог, если они были в других каталогах, удаляются. Личный каталог преподавателя из файлового сервера студентов удаляется.

У учетной записи Unet меняется категория с сотрудника на уволенный сотрудник. Права пользователя в системе управления правами, связанные с ним как с сотрудником, удаляются.

Студент отчислен

Учетная запись студента в домене stud.vvsu.ru блокируется, т.е. она удаляется из всех групп AD и получает признак disable. Личный каталог студента удаляется. Удаляются также ярлыки на личный каталог из всех каталогов файлового сервера студентов или файлового сервера сотрудников.

У учетной записи Unet меняется категория со студента на отчисленный студент, и, соответственно, пользователь теряет все права студентов.

- Если пользователь является одновременно и сотрудником, и студентом, то действия по актуализации зависят от того, в каком домене хранится учетная запись пользователя.

- Если пользователь был зарегистрирован как сотрудник, т.е. в домене empl.vvsu.ru, то при отчислении его как студента удаляются права студента на учетную запись Unet. С учетной записью AD никаких изменений не произойдет.

- Если пользователь был зарегистрирован в домене empl.vvsu.ru и уволен как сотрудник, то он должен будет перерегистрироваться, так как его учетная запись в домене будет заблокирована. Альтернативным решением является удаление учетной записи в домене empl.vvsu.ru с одновременным созданием аналогичной записи в домене stud.vvsu.ru. Последнее решение в настоящее время в разработке.

- Если пользователь был зарегистрирован в домене stud.vvsu.ru и отчислен в качестве студента, оставаясь при этом сотрудником, то для такого пользователя необходимо выполнить перерегистрацию в качестве сотрудника, так как его учетная запись будет заблокирована. Альтернативным вариантом решения проблемы является удаление учетной записи в домене stud.vvsu.ru с одновременным созданием учетной записи в домене empl.vvsu.ru.

- Если пользователь был зарегистрирован в домене stud.vvsu.ru и уволен как сотрудник, то с его учетной записью не произойдет изменений за исключением того, что она будет удалена из всех групп домена empl.vvsu.ru.

Учетная запись пользователя существует в AD, но не существует в БД

Такая ситуация возможна, если администратор домена AD вручную создал учетную запись. Ситуация является недопусти-

Вопрос безопасного вызова может решаться несколькими способами. Первый способ предполагает проверку прав проекта внутри каждого метода. Второй способ предполагает передачу серверной компоненте некоторого идентификационного ключа, который позволит компоненте определить, имеет ли отправитель запроса право вызывать метод. В настоящее время в КИС ВГУЭС используется первый подход (это не связано с тем, что первый подход лучше, наоборот, по мнению авторов, следует отдавать предпочтение второму подходу ввиду его лучшей производительности и безопасности; причина обусловлена тем, что второй подход находится в стадии проектирования).

Пользователь проекта обращается к проекту с некоторым запросом. Проекты КИС трансформируют запрос в запросы к серверным компонентам. После проверки прав данного проекта на вызов соответствующих методов серверная компонента реализует запрос, выполняя некоторые вычисления или обращаясь к некоторым данным. Отдельные серверные компоненты для реализации части запроса могут обращаться к другим серверным компонентам. Результаты запроса интегрируются в проекте и выдаются пользователю. Здесь обращаем внимание, что в КИС ВГУЭС отсутствует отдельный сервер, выполняющий интеграцию данных из различных источников. Серверные компоненты или проекты сами интегрируют данные, полученные из различных источников.

Прикладные СК оперируют на различных серверах, поэтому в базе данных хранится информация о всех возможных URL адресах методов СК, реализованных на базе технологии веб-служб. Вызов метода веб-службы осуществляется при обращении по протоколу http и не требует дополнительной организации. Сложнее обстоит дело с СК, реализованными на базе CORBA технологии.

Для поиска СК на базе CORBA необходимо использовать уникальную идентификационную ссылку на объект, которая обычно формируется при инициализации объекта. Для того чтобы эту ссылку получили клиенты СК, необходимо, чтобы объект был зарегистрирован в сервисе CORBA Name Service. Таким образом, в КИС должна существовать программа, которая инициализирует CORBA объекты. CORBA объект при инициализации выполняет регистрацию в Name Service под некоторым именем, которое со-

другой СК описываются в СЕРУПП аналогично описанию прав для проектов.

Серверные компоненты, как отмечалось выше, могут быть разработаны на основе различных технологий. Если для реализации выбрана технология веб-служб, то под адресом методов веб-службы понимается URL. Описание методов веб-службы получено из файла WSDL (Web-Service Definition Language), доступ к которому осуществляется по http.

Если в качестве технологии серверных компонентов выбрана технология CORBA, то в качестве методов описания используется файл IDL (Interface Definition Language), который разработчик CORBA-серверной компоненты задает на вход программе каталогизации. Доступ к самой компоненте осуществляется по специализированному протоколу CORBA GIOP/IIOP на базе протокола TCP/IP.

Чтобы управлять компонентами, необходимо иметь их описание, которое хранится в каталоге компонентов КИС. В базе данных хранятся описания собственно компонентов – названия, серверы, где работают компоненты, URL (для компонент, разработанных как веб-службы), целевое назначение компоненты и т.п. В базе данных хранятся также описания всех методов компонентов – названия, параметры, целевое назначение, описание методов и структур данных, URL, связи с используемыми объектами баз данных (таблицы, представления, процедуры и функции).

Проекты обращаются к методу серверной компоненты, чтобы реализовать запрос пользователя. Для вызова метода серверной компоненты проект должен иметь права. Управление доступом к методам серверных компонентов происходит на основании СЕРУПП.

Проект КИС имеет учетную запись со своим именем и паролем. Все методы серверных компонентов каталогизированы, т.е. описаны и имеют уникальный идентификатор. Каждому проекту КИС в СЕРУПП администратором проекта «Управление серверными компонентами» дается роль «Вызов метода» с областью видимости Метод серверной компоненты. Таким образом, вызов метода серверной компоненты разрешен проекту только, если проект имеет роль с соответствующей областью видимости.

мой, так как в этом случае возможны проблемы при регистрации. Если администраторы доменов empl.vvsu.ru, stud.vvsu.ru, artem.vvsu.ru или nakhodka.vvsu.ru должны создать учетные записи вручную, они должны предварительно создать учетную запись внешнего пользователя (для внешнего пользователя не требуется проверки по корпоративной базе данных сотрудников и студентов) с тем именем, с которым он затем создает учетную запись в домене. В КИС ВГУЭС имена учетных записей прозрачны для всех пользовательских доменов (stud, empl, artem, nakhodka), т.е. они не повторяются.

При нахождении такой учетной записи в AD она удаляется. Если с учетной записью связан каталог на файловом сервере сотрудников, то он перемещается в каталог backup подразделения.

Переименование подразделения

При просмотре веток подразделений в AD, представленных группами, и сравнении названий группы с названием подразделения с таким же номером в БД, обнаружилась ситуация с несовпадением названий.

Обозначим проверяемое подразделение, состоящее из группы в AD и каталога на файловом сервере как *A*. Результирующее подразделение, представляющее *A* после переименования как *B*. Преобразование *A* в *B* ($A \Rightarrow B$). Необходимо выяснить, не существует ли уже *C* с характеристиками *B*. Если $\exists C$:

- 1) переводим всех участников группы из *C* в *A*;
- 2) переносим на файловом сервере все содержимое из каталога *C* в каталог *A*;
- 3) переименовываем на файловом сервере каталог *C*, добавляя к его имени “.old” (для возможности выполнения быстрой отмены операции);
- 4) удаляем группу *C* из AD;
- 5) на файловом сервере переименовываем каталог *A* в *B*;
- 6) в AD переименовываем группу *A* в *B*;
- 7) обновляем во всех учетных записях пользователей подразделения *B* и ниже лежащих сведения о местонахождении личных каталогов, если они расположены в ветке переименованного подразделения;
- 8) удаляем каталог *A* и группу *A* в AD.

Если *C* не существует, то:

1) создаем группу *B* в AD, копируя туда все учетные записи из группы *A*;

2) создаем каталог *B* на файловом сервере, копируя туда все данные из каталога *A*;

3) удаляем группу *A* в AD;

4) удаляем каталог *A* на файловом сервере.

Удаление пустых подразделений

Если в группе AD, соответствующей подразделению, нет ни одной учетной записи, то такие группы можно удалить. Если в каталоге файлового сервера нет ни одной личной папки пользователя или папки другого подразделения, то такой каталог можно перенести в backup каталог файлового сервера.

Программа актуализации выполняет обход дерева AD в поиске пустых групп. Если для пустой группы есть пустой каталог, то каталог подразделения переносится в каталог Backup (каталог архивных копий на файловом сервере).

Если каталог подразделения не пуст, то проверяем наличие ссылок на личные папки в учетных записях пользователей. В случае нахождения переносим либо каталоги на файловом сервере, либо учетные записи в группу AD.

Изменение кода подразделения

В КИС ВГУЭС используется систем управления персоналом «Флагман» фирмы Инфософт. В этой системе код подразделения может меняться в течение его жизненного цикла. В частности, когда подразделения меняют подчинение в иерархии.

Изменение кода подразделения требует изменения групп в AD и часто изменения расположения каталогов на файловом сервере. Выполняется поиск в AD рабочей группы с таким же именем, но с отличным от проверяемого номером. Если группа найдена, то сравнивается иерархия группы с иерархией организационной структуры. Если эти иерархии соответствуют друг другу, то группа переименовывается (меняется начало название группы) и этой группе даются права на существующий каталог. Если группа не найдена, то она создается.

Некорректные данные о каталоге пользователя

По разным причинам учетные записи могут содержать данные о каталоге пользователя, которые не соответствуют действи-

- необходимости переконфигурировать сеть, вводя новые и выводя старые серверы таким образом, чтобы не прерывать работу КИС;

- необходимости интеграции КИС вуза с системами других организаций таким образом, чтобы при изменении сервера расположения серверных компонент взаимодействие со сторонними средами не прерывалось.

2. Каталогизация серверных компонент в КИС и поиск подходящей компоненты в каждый отдельный момент.

3. Управление доступом к серверным компонентам, а также управление доступом пользователей к ресурсам КИС.

4. Управление понятиями КИС.

С учетом перечисленных задач в КИС ВГУЭС спроектированы четыре управляющие серверные компоненты:

1) главная управляющая серверная компонента;

2) серверная компонента каталогизации;

3) компонента аутентификации и авторизации;

4) компонента обобщенного репозитория метаданных.

Проекты КИС каталогизированы, т.е. описаны, имеют название, адрес URL, роли пользователей и некоторые другие параметры. Для каждого проекта создана учетная запись в Unet, с именем, паролем и категорией – проект КИС. Эта учетная запись позволяет проекту взаимодействовать с серверными компонентами.

В КИС ВГУЭС существует проект – «Серверные компоненты», в котором есть роль «Вызов метода серверной компоненты» с областью видимости – методы серверной компоненты. Поскольку все серверные компоненты каталогизированы, т.е. описаны они сами и их методы, то область видимости формируется из каталога серверных компонент.

Каждому проекту (учетной записи проекта) с помощью СЕРУПП назначаются права на роль «Вызов метода серверной компоненты» с областью видимости – доступные методы. Это означает, что проект имеет право вызвать метод серверной компоненты. Права даются на каждый отдельный метод. Права на вызов методов СК даются не только проектам, но и другим СК. Поэтому каждая СК имеет учетную запись, от имени которой она обращается к другим СК. Права на вызов методов СК из методов

нем, т.е. с другими серверными компонентами. СУБД могут взаимодействовать только друг с другом.

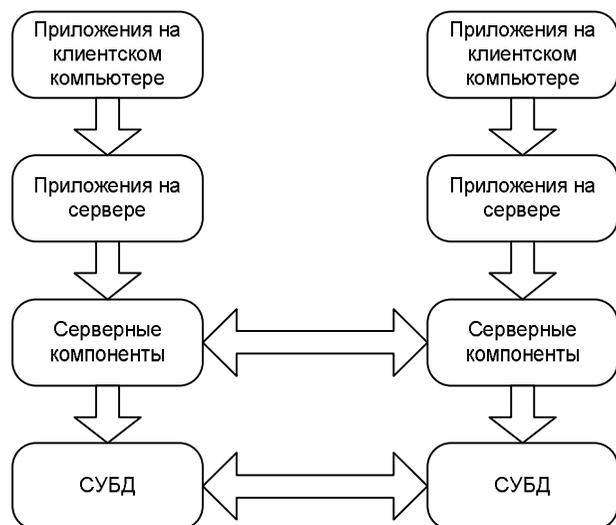


Рис. 4.13. Уровневая модель КИС

Архитектура КИС на основе серверных компонентов приводит к тому, что их становится достаточно много и без управления эффективность их использования снижается. Для решения проблем управления, размещения, доступа к серверным компонентам используются специализированные серверные компоненты, которые мы называем управляющими компонентами.

4.4.1. Управляющие компоненты КИС

Управление серверными компонентами включает несколько задач [48]:

1. Управление маршрутизацией запросов, направлением их к соответствующей серверной компоненте. Эта проблема связана с тем, что серверные компоненты могут быть расположены на разных серверах ввиду:

- необходимости распределять нагрузку между серверами¹;

¹ Нагрузка связана с выполнением работы серверной компоненты. В данном случае распределяются данные, когда запросы от разных клиентов обрабатываются на разных серверах, но одной и той же серверной компонентой.

тельности. У учетной записи пользователя есть два поля. Одно отвечает за расположение личной папки пользователя. Другое определяет путь к сетевому диску до личной папки. Если одно из полей или оба не совпадают с каталогом пользователя, то выполняется корректировка или полей, или каталога. Если каталог в нужном месте не обнаружен, то процедура попытается найти в других каталогах. Если каталог будет найден, то выполняется проверка прав на него у учетной записи. Если права есть, то каталог переносится в папку действующего подразделения пользователя. Если прав у пользователя на найденный каталог нет, то информация о его расположении поступает администратору домена. Вопрос о переносе каталога в данном случае решается администратором, а не программой, так как личный каталог пользователя определяется только на основании фамилии и имени и прав пользователя на данный каталог.

Дополнительные проверки необходимы для пользователей, которые являются преподавателями. Это связано с наличием дополнительного каталога на файловом сервере студентов.

Перевод пользователя между подразделениями

При переводе пользователя в иное подразделение (при смене группы студентов) необходимо перенести учетную запись в новую группу AD и каталоги на файловых серверах. При переводе также могут меняться роли пользователя – руководитель, преподаватель.

Программа выполняет сравнение групп из AD вместе с суммарной ролью пользователя (преподаватель, руководитель или и то и другое) и подразделений, где работает пользователь. При расхождении учетная запись пользователя перемещается в действующие группы, а каталог перемещается в каталог действующего подразделения пользователя.

Обновление ярлыков сотрудников

Во всех операциях актуализации необходимо обновлять ярлыки пользователей. Поэтому процедура выполняет сравнение и корректирует ярлыки по мере необходимости. Все обновления должны касаться также и файлового сервера студентов. При проверке корректности данных необходимо установить правила корректных данных или условия нарушения корректности.

3.4.2.7. Непротиворечивость данных

Один из критериев качества данных состоит в обеспечении непротиворечивости данных. В контексте системы управления учетными записями пользователей рассмотрим критерии непротиворечивости данных.

Определим учетную запись в домене AD `stud.vvsu.ru`, `empl.vvsu.ru`, `artem.vvsu.ru` или `nakhodka.vvsu.ru` со статусом `enable` как A и учетную запись в Unet с тем же логином, как B . Сформулируем некоторые требования по непротиворечивости данных.

- Учетная запись AD должна иметь соответствующую учетную запись с тем же логином в Unet, т.е. если $\exists A \Rightarrow \exists B$.

- Если существует действующая учетная запись в AD, то ей соответствующая учетная запись в Unet должна иметь категорию 1 (студент), 2 (сотрудник) или 3 (внешний пользователь). Для бывших студентов, бывших сотрудников, проектов, серверных компонентов, проектов между учетными записями либо нет такого соответствия, либо учетная запись в AD имеет статус `disable`. Если $\exists A \Rightarrow B.category \in \{1,2,3\}$.

- Если в Unet существует учетная запись студента или сотрудника, то в AD должна существовать соответствующая учетная запись. Если $\exists B(B.category \in \{1,2\}) \Rightarrow \exists A$.

- Если учетная запись в домене `empl.vvsu.ru` связана с группой AD, в названии которой встречается идентификационный код подразделения X , то пользователь должен работать в подразделении X . Верно и обратное, если пользователь работает в подразделении X , то его учетная запись должна входить в группу домена `empl.vvsu.ru` с кодом подразделения X . Для сотрудников филиалов верно второе, но используются домены `nakhodka.vvsu.ru` или `artem.vvsu.ru`.

- Если группы в AD, соответствующие подразделениям, связаны по цепочке, то в организационной структуре должна существовать соответствующая иерархия.

При нарушении одного из этих критериев администраторам рассылается уведомление о наличии противоречивой информации. В некоторых случаях корректировка данных может быть выполнена автоматически.

воляют распределять компоненты по серверам и переносить работу или данные на менее загруженный сервер.

Бесспорно, важным фактором являются вопросы грамотного кодирования кода и запросов к базе данных. Но эти вопросы мы не обсуждаем в рамках данной работы, как и вопросы безопасного доступа к данным.

4.4. Интеграция приложений

Архитектура КИС ВГУЭС предполагает использование серверных компонентов, которые выполняют большую часть бизнес-логики программы. Серверные компоненты предназначены для двух основных задач: взаимодействовать с базами данных и выполнять общую обработку. Все проекты КИС взаимодействуют с базами данных. Перед разработчиками встает вопрос: разрабатывать ли серверные компоненты для всех проектов?

Серверные компоненты в работе с базами данных нужны тогда, когда данные, создаваемые в проекте, будут использоваться и в других проектах также (в режиме выборки). Часто в процессе разработки не предполагается дальнейшее использование данных в других проектах, и разработчики обходятся без серверных компонентов. Опыт создания КИС показывает, что нет таких данных, которые не пришлось бы позднее использовать либо в проектах, либо в отчетах, коррелированных с другими данными.

Использование серверных компонент позволяет уменьшить затраты на сопровождение КИС, так как обеспечивает минимизацию изменений кода, позволяет увеличить производительность разработчиков, освобождая их от разработки своих версий работы с одними и теми же данными. В результате использования компонентов приложения КИС отделены от источника данных и могут ничего о них не знать. Любые изменения в источнике не изменяют приложения, при этом всю нагрузку по изменениям берут на себя компоненты, взаимодействующие с базами данных.

В общем случае архитектуру КИС ВГУЭС можно считать многоуровневой (рис. 4.13). Два верхних уровня – уровень пользовательского интерфейса и уровень приложения на сервере – взаимодействуют только с более низкими уровнями. Уровень серверной компоненты может взаимодействовать со своим уров-

давать не только администраторы проекта, но и те, у кого есть роль, которая связана с другими ролями на административном уровне, что и позволяет назначать доступ с ограниченной областью видимости другим пользователям. Такая возможность позволяет, например авторам документов, давать права доступа или авторства другим сотрудникам.

Но здесь важны не только наличие доступа, но и средства, обеспечивающие доступ и представление данных. Вопрос о доступе к необходимой пользователю информации для редактирования (а также создания и удаления) данных обычно решается оперативно в рамках разработки информационной системы.

Доступ пользователей к данным для анализа развивается постепенно, по мере внедрения информационной системы. Кроме того, для анализа часто требуются данные из нескольких систем. Поэтому для анализа данных можно использовать отдельный специализированный сервис – анализ и представление информации, в простейшей ситуации – системы составления отчетов в табличной и графической формах. Формирование отчетов, основанное на использовании понятий и атрибутов, значительно повышает доступность информации. Такие отчеты могут формировать сами пользователи без привлечения программистов.

Одним из условий высокой доступности является время извлечения и обработки данных. Повышение производительности достигается различными способами. Например, для получения агрегированных данных могут использоваться хранилища, которые сформированы с использованием OLAP-технологии или иных средств создания агрегированных данных.

Элемент, который уменьшает производительность информационных систем, – это серверные компоненты с доступом, основанным на XML. Разбор результатов исходящих сообщений может занимать продолжительное время. С этим фактором приходится считаться там, где речь идет о большом объеме информации. Решением проблемы будет ужесточение параметров запроса с целью уменьшения объема информации, при этом всю необходимую информацию можно получать, организуя вызов методов в цикле в отдельном потоке. Кроме этого, в некоторых случаях имеет смысл использовать алгоритм баланса нагрузки. Алгоритмы баланса нагрузки, которые могут использоваться в КИС, поз-

3.4.3. Система управления правами

Получив учетную запись, пользователь КИС должен получить и права, которые позволят ему использовать ресурсы университета. Здесь хочется подчеркнуть, что речь идет не только об информационных ресурсах КИС, но и о других ресурсах, доступ к которым может быть организован с помощью специализированной системы управления правами.

Вопросы, связанные с моделью управления правами пользователей на основе индивидуально-группового разграничения прав, обсуждались во многих работах, например в [13, 110]. Но данный подход применим в случае небольшого числа групп пользователей, которые, кроме того, являются статичными. В вузе число групп пользователей постоянно растет, а сами группы не являются постоянными по составу, так как организационная структура вуза часто меняется. В результате для обеспечения автоматического управления правами пользователей требуется подход, основанный не на группах, а на динамических структурах.

Рассмотрим подробно модели управления правами в КИС ВГУЭС. Для этого опишем логическую, функциональную, математическую и информационные модели системы.

3.4.3.1. Логическая модель

Логическая модель СЕРУПП описывает основные понятия системы, связи и правила.

Проекты

Проект – это одно или несколько связанных между собой приложений КИС, собирающих и анализирующих данные КИС для автоматизации некоторого бизнес-процесса. Каждый проект имеет несколько характеристик: название, описание, принадлежность к группе, начальный адрес URL (если он есть), признак доступности проекта в портале.

Описание проекта содержится в классе **Project** (рис. 3.16). СЕРУПП также является одним из проектов КИС.

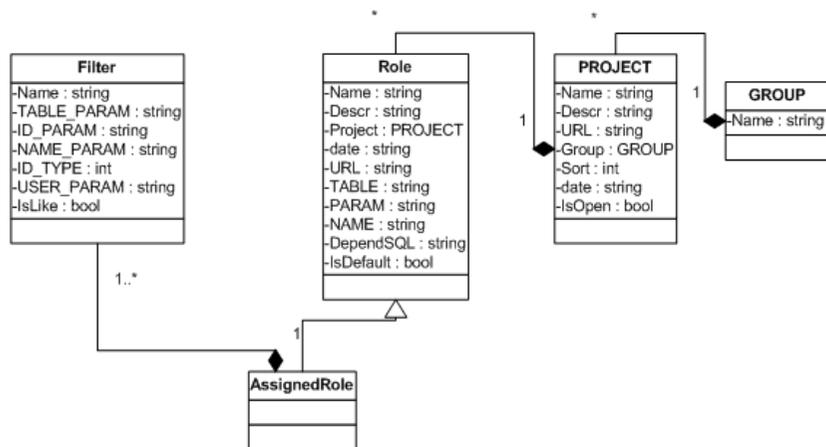


Рис. 3.16. Диаграмма основных классов системы управления правами

Группы проектов

Все проекты КИС вуза имеют целевое назначение и поэтому могут быть разбиты на группы (по назначению). Например, существуют группы образовательного блока, группа управления финансами, управления учебным процессом, личная информация и т.п. Группы формируются администратором КИС исходя из концепции информационной среды. Для описания этих групп используется класс **Group** (рис. 3.16). Группа проектов имеет атрибутом название. В общем случае группы проектов могут иметь иерархическую структуру, но до сих пор в КИС ВГУЭС в этом не было необходимости.

Роль

В каждом проекте есть роли. Понятие роли неоднозначно. С одной стороны, роль – это совокупность некоторых возможностей пользователя в рамках некоторого проекта. С другой – роль позволяет определять группу пользователей, которым назначены права к определенным ресурсам. Первый подход подразумевает, что действия пользователей при наличии некоторой роли описаны в коде программы, реализующей некоторый проект. Второй подход предполагает, что действия пользователя, имеющего некоторую роль, определяются не в коде программы, а в системе управления правами, где устанавливается связь между ролью и

$$E^{PD} = E^{PV} \cdot \tilde{E}^{VV} \cdot E^{VD} ; \forall j \exists i \text{ такое, что } e_{ij}^{PD} = 1. \quad (4.36)$$

Невыполнение условия (4.36) означает, что существуют понятия, которые нигде не используются и, возможно, которые никому не нужны.

Примеры с доступом к понятию определяются критерием «Для каждого понятия существует хотя бы один пользователь (проект), имеющий доступ к этому понятию».

4.3.4.6. Необходимая информация

Одной из целей КИС является обеспечение доступа пользователей к необходимой им информации. Доступность информации определяется двумя аспектами: наличием необходимой информации и существованием к ней средств доступа. Наличие необходимой информации определяется наличием используемых в КИС вуза информационных систем¹.

Доступ к информации реализуется с использованием системы управления правами, которую мы рассмотрели выше подробно. Система управления правами КИС ВГУЭС позволяет легко управлять правами многочисленных пользователей. В настоящее время в системе управления правами ВГУЭС установлено около 2 млн действующих назначений. Такой объем назначений выполнить вручную невозможно (особенно, если учесть и сравнимое множество удаленных назначений в связи с отчислением студентов и увольнением сотрудников). Вновь зарегистрированному пользователю автоматически становятся доступными сервисы на основании должностных обязанностей. Это позволяет получать доступ к необходимой информации без задержек. Доступ к той информации, которая не входит в должностные обязанности, но необходима пользователю по роду деятельности, управляется администратором системы, и поскольку имеет возможности тонкой настройки и удобного интерфейса, не представляет проблем не только для ИТ-специалистов, но и для специалистов-предметников, которые могут выполнять обязанности администраторов проектов. Права доступа в системе управления правами могут

¹ Здесь важен аспект использования в не меньшей степени, чем наличия. Так как не редки ситуации, когда информационная система не используется совсем или используется в ограниченном объеме

тами. Каждая информационная система может вызывать методы нескольких серверных компонентов. В свою очередь серверные компоненты могут вызывать методы других серверных компонентов или обращаться к базам данных. Таким образом, можно определить связь между пользователями и понятиями.

Определение связей пользователей и проектов, проектов и методов СК, методов СК между собой дано соответственно в (4.5), (4.9) и (4.10). Здесь мы добавим определение для связи методов СК и понятий:

$$E^{VD} = \{e_{nmij}^{VD}\} = \begin{cases} 1, & v_n^m - > c = d_i^j \\ 0, & v_n^m - > c = d_i^j \end{cases}.$$

Для общности мы не определяем характер связи – изменения/просмотр/удаление.

Из связей первого порядка могут быть получены связи второго и большего порядка, которые описывают связь между всеми методами серверных компонентов. Связь между пользователями и методами серверных компонентов определяется как результат умножения матриц в соответствии с (4.12).

Так как серверные компоненты связаны друг с другом, то можно определить полные косвенные связи между методами серверных компонентов, как показано в (4.16).

Определим доступ пользователей к экземплярам понятий:

$$E^{UD} = E^{UP} \cdot E^{PV} \cdot \tilde{E}^{VU} \cdot E^{VD}.$$

Критерием доступности экземпляра понятия будет условие, что

$$\forall j \exists i \text{ такое, что } e_{ij}^{UD} = 1.$$

Это означает, что ко всем экземплярам всех понятий в КИС существует доступ, по крайней мере, у одного пользователя. Если выполняется условие, что

$$\exists i \text{ такое, что } \forall j e_{ij}^{UD} = 0,$$

то существуют пользователи, которым доступ ко всем данным КИС закрыт.

Интерес представляет также существование понятий, к которым отсутствует доступ хотя бы из одного проекта, т.е. следующее условие не выполняется:

единицей работы, которую в дальнейшем будем называть элементарным бизнес-процессом. Оба эти подхода используются в КИС ВГУЭС. Второй подход появился с момента разработки системы управления бизнес-процессами, которую мы рассмотрим позже.

Описание роли содержит: название, описание, принадлежность проекту, дату создания, адрес URL для этой роли, если он отличается от основного адреса проекта, таблица базы данных (или представление), которая позволяет ограничить области видимости данных для роли, имя поля, которое используется в таблице для установления ограничений области видимости, имя поля, которое используется в таблице для отображения в приложении поля, запрос, который описывает зависимости между ролями (см. ниже описание зависимостей), признак возможности назначения роли автоматически по связи пользователя с областью видимости.

Описание роли хранится в классе **Role** (рис. 3.16). В одних случаях роль может быть простой, т.е. не связанной ни с какой областью видимости. Например, в проекте «Цифровые учебные материалы вуза» студент получает доступ ко всем материалам без ограничений, на основании роли «Студент вуза». В других случаях роль может быть связана с некоторым набором данных, и при назначении роли пользователям необходимо ограничивать их некоторой частью этих данных.

Область видимости роли

Роль может иметь ограничения по области видимости. Например, в системе обмена документами можно давать доступ пользователям к роли «Чтение документа» на объект документ «Договор на оказание услуг», что при назначении роли ограничивает ее область видимости только одним документом. Другой пример: роль директора института имеет ограничение видимости данных по определенному институту. Ограничения по области видимости описываются в роли несколькими характеристиками:

- атрибутами таблицы, описывающей ограничения доступа (сервер, база данных, имя таблицы);
- параметром, который необходимо учитывать при ограничении области видимости;

- название параметра (для отображения его пользователям СЕРУПП).

Наследование прав и администрирование роли

Роли могут быть связаны отношениями наследования и администрирования роли. Если роль A наследуется от роли B , то пользователи с ролью B имеют права пользователей с ролью A . Роль «Администратор проекта» наследуется от роли «Главный администратор», что позволяет всем пользователям, имеющим роль «Главный администратор», являться администраторами всех проектов КИС. Роль «чтение документа» наследуется от роли «чтение типа документа», что фактически означает, что пользователь, имеющий роль «чтение типа документа», автоматически получает роль «чтение документа» с областью видимости всех документов данного типа. Поддерживается механизм множественного наследования.

Администрирование роли – это другой тип отношений, который позволяет тому, у кого есть некоторая роль B , назначать пользователям роль A , если роль B имеет администраторский доступ к роли A . К роли «чтение документа» имеет администраторский доступ роль «Администратор документа». Таким образом обеспечивается возможность пользователям с ролями «Администратор документа» давать другим пользователям право на чтение документа, присваивая им роль «чтение документа» с областью видимости конкретный документ.

Назначение роли

Правила назначения роли устанавливаются администратором проекта. Можно разделить три типа назначений:

- 1) простая роль назначается без каких-то ограничений по области видимости;
- 2) роль с ограничением по области видимости назначается автоматически пользователям из некоторой выборки на основании связи пользователей с областью видимости;
- 3) роль с ограничением по области видимости назначается пользователям из некоторой выборки на конкретную область видимости.

Рассмотрим примеры на все три типа назначений. Роль «студент» может не иметь ограничений по области видимости в некотором проекте и должна быть назначена на основании того, что

существующих учетных записей домена $EMPL$, M – число действующих учетных записей домена $STUD$, a'_i – i -й пользователь внешнего портала ВГУЭС, соответствующий понятию *Студент*, a''_i – i -й пользователь КИС, соответствующий понятию *Сотрудник*, I – число всех пользователей КИС.

Для описания соотношения (4.35) в ОРМД необходимо использовать критерий «Для любого экземпляра понятия *учетная запись домена* существует хотя бы один экземпляр понятия *пользователь портала*. В этом случае используется уточнение – «единственный экземпляр».

Проблему непротиворечивости условий для управления бизнес-процессами и описания контекстно-зависимых отношений мы рассматривали в работе [81].

4.3.4.5. Доступность информации

Доступность информации обычно относят к пользовательским характеристикам качества [108]. Но мы определим доступность как внутреннее понятие КИС, так как связываем его с доступностью данных для пользователей КИС, основанное на системе управления правами. Рассмотрим понятие «доступность данных», с одной стороны, как обеспечение доступности по крайней мере одного пользователя к любому экземпляру любого понятия в КИС с правами на изменения, с другой стороны, как способность КИС простым способом обеспечивать такой доступ для любого пользователя или любого множества пользователей КИС.

Решение обеспечения в КИС простого механизма управления доступом любого набора пользователей обсуждается в работе [84]. Там же можно найти и процедуры оценки доступности данных по областям видимости для пользователей в КИС.

В КИС связи между понятиями могут быть связями второго и более порядков. Рассмотрим пример, связанный с доступом пользователей к информационным ресурсам вуза. КИС вуза можно представить как совокупность информационной инфраструктуры, корпоративных данных и информационных систем, направленных на автоматизацию задач, стоящих перед вузом. Каждая информационная система имеет своих пользователей, наделенных некоторыми ролями. Информационные системы представляют собой набор приложений, работающих с серверными компонен-

где N_i есть число учетных записей i -го домена, M – число доменов пользователей КИС в службе каталогов, U^e – число пользователей-сотрудников КИС, U^s – число пользователей-студентов КИС.

Для того чтобы описать такой формализованный критерий непротиворечивости данных в ОРМД, администратор КИС оперирует понятиями и их атрибутами. Для этого должны быть определены, кроме пользователей КИС, также пользователи домена AD. Это вводит необходимость описания в ОРМД метаданных нереляционных баз данных (AD). Число экземпляров понятия *пользователи портала* с атрибутом *категория* = {Сотрудник; Студент} должно быть равно числу экземпляров понятия *учетная запись домена* с атрибутом *домен* = {EMPL; STUD}.

Если критерий непротиворечивости нарушен, то программа проверки критериев информирует об этом администратора. Администраторы сети КИС в отдельных случаях могут намеренно создавать учетные записи в пользовательских доменах для служебных задач, и тогда критерий (4.34) не выполняется. В этом случае его можно изменить, используя для создания таких учетных записей специализированный сервис, который будет проверять на наличие пользователя с таким именем в базе данных зарегистрированных пользователей портала ВГУЭС, а в случае отсутствия выполнит двойную регистрацию и среди внешних пользователей портала ВГУЭС, и в пользовательском домене AD. Кроме этого сервис изменит критерий (4.30), добавив к нему 1:

$$\sum_{i=1}^M N_i = U^e + U^s + U^x,$$

где U^x – число внешних пользователей КИС, имеющих учетную запись в AD.

Еще один формализованный критерий непротиворечивости данных на наличие соответствия между учетными записями AD и пользователями портала можно определить следующим образом:

$$\{u_i^e, i = 1, \dots, N\} \cup \{u_i^s, i = 1, \dots, M\} = \{a'_i, i \in I\} \cup \{a''_i, i \in I\}, \quad (4.35)$$

где u_i^e – это i -я действующая учетная запись домена EMPL, u_i^s – это i -я действующая учетная запись домена STUD, N – число дей-

пользователь является студентом. Роль «зав. кафедрой» должна иметь ограничения по области видимости – кафедра и может быть назначена автоматически всем зав. кафедрами, так как их можно связать с их кафедрой на основании информации о пользователе в корпоративной базе данных персонала. Роль «зам. зав. кафедрой по работе со студентами» имеет ограничения по области видимости – кафедра и не может быть назначена сразу на все кафедры. Роль может быть назначена тому преподавателю, который исполняет обязанности зам. зав. кафедрой в части работы со студентами. Информация о связи преподавателя с такими функциональными обязанностями в базе данных персонала отсутствует, поэтому такая роль должна быть назначена только вручную для каждой отдельной кафедры.

При назначении роли определяется период действия, т.е. доступ к некоторому ресурсу КИС устанавливается на определенный период времени (возможно, неограниченный). Например, доступ к учебно-методическим материалам вуза может быть выдан внешнему пользователю на ограниченный период времени, после которого система удалит назначение этой роли на данного пользователя. Примером ограниченного по времени назначения может служить также назначение роли «запрещен доступ в Интернет» до конца учетного периода, по окончании которого с пользователя автоматически удалится назначение.

До сих пор речь шла о назначении роли со статусом «разрешено». Но роль может быть назначена со статусом «запрещено». Отсутствие назначения некоторой роли автоматически означает запрет на данный ресурс, тем не менее, в некоторых проектах требуется запретить доступ к ресурсу явным образом. Поэтому при назначении роли имеется возможность назначить явный запрет этой роли некоторой выборке пользователей.

При определенном условии одному и тому же пользователю одна и та же роль с одной и той же областью видимости может быть назначена со статусом и «разрешено» и «запрещено». Правило выбора результирующего назначения следующее:

1) решение принимается на основании периода назначения, если периоды не перекрываются, то противоречия не возникает;

2) при перекрывающихся периодах результирующим будет последнее по дате назначение.

Фильтр

При назначении роли требуется выделить некоторых пользователей, чтобы им назначить выбранную роль. Пользователи могут быть выделены на основе некоторого признака. В частности, пользователей можно выделить на основании: должности, группы, в которую входит должность (например руководители, преподаватели, проректоры и т.п.), категории (студент/ сотрудник/ внешний пользователь/ отчисленный студент/ уволенный сотрудник/ серверная компонента/ проект), работы в некотором подразделении, работы в подразделении из некоторой группы (учебные подразделения, бухгалтерия и т.п.), обучения в учебной группе, в некотором институте, на некоторой кафедре, наличия учетной записи в AD и на основании того, что это – заданный пользователь.

Категории, которые позволяют выделять пользователей для назначения им прав, названы фильтрами. Для описания фильтра используются атрибуты: название фильтра, результирующая таблица, описывающая ограничения фильтра, (например, для фильтра выбор сотрудников по подразделению используется таблица подразделений), при этом может храниться не название таблицы, а запрос, ее генерирующий, поле таблицы, по которому выполняется ограничение, название параметра, поле, которое описывает зарегистрированного пользователя КИС, используемое при выборе фильтра, категория пользователя, признак того, разрешено ли вложение (выбор сотрудников не только текущего подразделения, но и вложенных, может относиться также и к ролям должностей и к должностям).

При назначении роли используются фильтры, которые могут накладываться по «И» и по «ИЛИ». Наложение по «И» создает группу «согласованных» фильтров, которые могут объединяться по «ИЛИ» для создания общего списка пользователей. Например, роль декана назначается при объединении по «И» фильтров по группе должностей (руководители) и по группе подразделений (Институты).

В результате: *Декан = Руководитель «И» Институт*

Но поскольку некоторые деканы закреплены за подразделением из группы Деканат, то нужно добавить по «ИЛИ» еще одну

бором правил: первичный ввод данных в КИС осуществляется только в одном приложении; первичные данные могут храниться только на своем первичном сервере, откуда при необходимости они могут реплицироваться в другие базы данных. Внесение изменений в данные возможно лишь на первичном сервере. Следствием этого правила является необходимость иметь единые справочники для всех приложений КИС. Поскольку создание справочников присутствует практически во всех проектах КИС, то можно выделить эту функциональность в отдельную подсистему создания справочников.

Единая система справочников не запрещает иметь отдельные справочники каждому проекту КИС. Как и возможность их редактировать и использовать. Единая система справочников лишь определяет иметь единственный справочник для одного понятия во всей КИС и использовать его в любом проекте среды.

Несмотря на наличие правила единственного справочника в КИС не исключено наличие противоречивых данных. Рассмотрим один из таких примеров.

В КИС ВГУЭС существует две учетные записи пользователей с одним именем: пользователь AD и запись в таблице базы данных, используемая для внешнего портала ВГУЭС. Эти две учетные записи при создании идентичны, поэтому требуется, чтобы и множество учетных записей AD и множество учетных записей пользователей сотрудников и студентов внешнего портала совпадали с точностью до имени пользователя. Но КИС не может запретить администратору контроллера домена создать вручную пользователя AD. Эта ситуация влечет за собой противоречивые данные по двум показателям. Во-первых, существует учетная запись AD с именем, которое уже есть в базе данных и в AD (в другом домене), во-вторых, в будущем может быть попытка создания такого пользователя, что приведет к трудно обнаруживаемой ошибке.

Критерий непротиворечивости данных во многих случаях можно формализовать. Например, для учетных записей можно определить один из критериев непротиворечивости:

$$\sum_{i=1}^M N_i = U^e + U^s, \quad (4.34)$$

вторичными и первичными данными из разных систем, тем большее число некорректных данных будет обнаружено.

Еще одна проблема связана с тем, что одна и та же ситуация в реальном мире может быть отображена на разные состояния информационной системы. В общем случае это не запрещено, и даже более того, в этом случае информационная система работает корректно [118]. Но для получения агрегированных отчетов необходимо иметь однозначное соответствие между состоянием системы реального мира и информационной системы.

Например, один и тот же работодатель может быть внесен в справочник более одного раза и при этом иметь разные названия. При составлении агрегированных отчетов (например число выпускников вуза, проходивших практику на предприятии) мы получаем некорректные данные, хотя первичные данные являются вполне достоверными и даже корректными.

Решение этой проблемы известно и описано в работе [120], где предлагается вести таблицы соответствия элементов справочников (словарь синонимов) и построение агрегированных отчетов выполнять с учетом такого соответствия.

4.3.4.4. Непротиворечивость

Непротиворечивость согласно [118] означает, что не существует двух состояний системы реального мира, которые бы отразились в одно состояние информационной системы. Это позволяет однозначно восстановить из состояния информационной системы состояние системы реального мира.

Непротиворечивость данных связана, во-первых, с требованием обеспечить в информационных системах однозначное представление системы реального мира [108], во-вторых, с требованием получать одинаковые данные по одному и тому же понятию при обращении в любую информационную систему КИС.

Определим понятие непротиворечивости данных для гетерогенной КИС. Непротиворечивость данных внутри КИС означает, что один экземпляр понятия должен иметь в КИС не более одного состояния, по крайней мере, в определенные в спецификации периоды.

Непротиворечивость информации по различным информационным системам в рамках КИС обеспечивается некоторым на-

группу согласованных фильтров: группа должностей (Руководитель) и группа подразделений (Деканат).

Таким образом, $Декан = (Руководитель \langle И \rangle Институт) \langle ИЛИ \rangle (Руководитель \langle И \rangle Деканат)$

Если при назначении требуется выбрать всех деканов кроме декана некоторого института, то для этого декана данная роль устанавливается дополнительно со статусом «Запрещено». При этом дата назначения запрета должна быть позже даты назначения разрешения.

3.4.3.2. Математическая модель СЕРУПП

Определим СЕРУПП как совокупность абстракций: пользователи проекта, проекты КИС, роли проекта, собственно данные, доступ к которым осуществляется с использованием проектов, фильтры, которые обеспечивают выделение подмножества пользователей, могут комбинироваться по правилу «И» или «ИЛИ», и при наложении на них ролей ограничены периодом действия. Определим СЕРУПП как $G = \{U, P, R, D, F, E\}$. Здесь $U = \{u_n\}_{n=1}^N$ – множество пользователей КИС вуза, где N – число пользователей информационных ресурсов КИС. Можно отметить, что пользователями КИС могут быть не только субъекты системы (т.е. сотрудники, студенты, внешние пользователи), но и некоторые приложения (серверные компоненты и проекты), которые через СЕРУПП получают доступ к другим приложениям (серверным компонентам). Множество проектов КИС $P = \{p_k\}_{k=1}^K$ – это проекты – программные средства доступа к информации, а также средства управления и анализа данных. Множество ролей k -го проекта $R_k = \{r_{kj}\}_{j=1}^{J_k}$ – это совокупность правил поведения с некоторыми данными в k -м проекте. Для каждого проекта можно выделить доступное ему множество данных D_k . Объединение множеств данных всех проектов представляет собой общее множество данных КИС вуза:

$$D = \bigcup_{k=1}^K D_k \quad (3.1)$$

Пересечение множеств D_k не пусто, так как в интегрированной информационной среде различные проекты используют одни

и те же данные. Для каждой роли r_{kj} возможно выделение подмножества данных $\{d_{kj}^m\}_{m=1}^{M_{kj}}$, определяющих область видимости для пользователя, которому назначена роль r_{kj} . Объединение всех областей видимости для всех ролей проекта представляет собой множество данных проекта:

$$D_k = \bigcup_{j=1}^{J_k} \bigcup_{m=1}^{M_{kj}} d_{kj}^m, \quad (3.2)$$

пересечение областей видимости не является пустым $\bigcap_{j=1}^{J_k} \bigcap_{m=1}^{M_{kj}} d_{kj}^m \neq 0$.

Подставляя (3.2) в (3.1), получим общее множество данных КИС вуза:

$$\bigcup_{k=1}^K \bigcup_{j=1}^{J_k} \bigcup_{m=1}^{M_{kj}} d_{kj}^m = D.$$

Множество фильтров, позволяющих выделять некоторое подмножество множества пользователей, $F = \{f_l\}_{l=1}^L$.

Множество назначений роли $E = \{e_{kj}^{nm}\}$ на области данных d_{kj}^m , которое определяется

$$e_{kj}^{nm} = \begin{cases} 1 - \text{если роль } r_{kj} \text{ (} j \text{-ая роль в } k \text{-м проекте) назначена} \\ \quad n \text{-му пользователю на } m \text{-м множестве данных} \\ 0 - \text{если роль } r_{kj} \text{ не назначена } n \text{-му пользователю} \\ -1 - \text{если роль } r_{kj} \text{ запрещена } n \text{-му пользователю} \end{cases} \quad (3.3)$$

Как видно из определения (3.3), общее число назначений ролей пользователям КИС равно

$$L = \sum_{k=1}^K \sum_{j=1}^{J_k} \sum_{m=1}^{M^{(kj)}} 1 \times N.$$

Для КИС среднего вуза – 15 тыс. пользователей, 30 проектов, по 5 ролей, с 10 областями видимости данных, число назначений

- 1) опубликование данных;
- 2) выполнение процедур на основе первичных данных, которые оказывают управляющее воздействие на системы реального мира;
- 3) формирование на основе первичных данных вторичной информации;
- 4) обработка данных для представления и принятия на их основе управленческих решений.

Опубликование данных часто связано с представлением некоторых отчетов для внутреннего или публичного доступа. Этот пункт позволяет пользователям самим контролировать корректность данных.

Примером управляющей процедуры может служить система единой регистрации пользователей КИС ВГУЭС. Все студенты ВГУЭС в первые дни учебы проходят регистрацию для создания учетной записи пользователя КИС. При регистрации предлагается ввести данные о ФИО и паспортные данные пользователя. Если введенные данные отличаются от тех, которые ранее внесены в базу данных в приемной комиссии, то студенты обращаются в службы, которые занимаются ведением данных о студентах, с целью скорректировать паспортные данные или ФИО. Без регистрации студенты ВГУЭС не могут полноценно участвовать в учебном процессе, и, следовательно, ошибки ввода, связанные с ФИО и паспортными данными, будут выявлены почти в 100% случаях. Таким образом, процедуры управляющих воздействий позволяют повысить корректность данных.

Еще одна проблема связана с корректным формированием вторичных данных. Например, когда из студентов формируются группы, то возможно занесение студента не в ту группу. Проблемы с вторичными данными могут решаться несколькими способами. Первый связан с тем, что вторичная информация формируется через документы, результатом которых являются приказы. Сформированный приказ проходит несколько проверяющих инстанций, и после утверждения группы сформируются автоматически на основании подписанной электронной версии приказа.

Второй способ состоит в использовании вторичных данных пользователями КИС. Чем большее число пользователей использует вторичные данные и чем большая степень интеграции между

ло доступных образовательных программ), в правилах или в триггерах (возможно в процедурах, которые вызываются из триггеров), или в полях базы данных. Если разработчики программы знают о возможности такого ограничения на момент разработки, то последнее решение является предпочтительным. Но, к сожалению, в процессе эксплуатации системы такие ограничения возникают там, где они ранее не были предусмотрены.

С точки зрения возможностей сопровождения КИС без участия программистов значительно более предпочтительно описать такие ограничения в ОРМД. Реализация такого подхода позволяет менять ограничения не только по числу образовательных программ, но и по другим параметрам в любое время без привлечения программистов.

Для того чтобы описать такое ограничение, вернемся к представлению понятий и атрибутов. Понятие *Учебная программа* имеет атрибуты – *уровень учебной программы* и *год начала обучения*. *Учебная программа студента* имеет атрибуты – ссылки на *учебную программу*, на *студента* и *статус студента на учебной программе*.

Для того чтобы определить ограничение, нам необходимо в ОРМД ввести функцию – количество (COUNT), которая позволяет определять число экземпляров некоторого понятия. В ограничении мы должны указать, что число экземпляров понятия *Учебная программа студента* с атрибутом статус = «Подано заявление» и заданным студентом и годом при ограничениях на атрибут *уровень учебной программы* как «Высшее профессиональное образование» не должно превышать 3.

Если такое ограничение описано, то перед любым вводом или изменением в экземплярах понятия *Учебная программа студента* выполняется проверка ограничения, и оно не завершается, если ограничение нарушено.

Кроме счетчика экземпляров понятия в ограничениях могут использоваться операции сравнения, функции минимума и максимума.

Наконец, третье правило поддержки корректности данных связано с использованием уже введенных, возможно, некорректных данных. Для повышения корректности данных следует их использовать различным образом:

$L=22,5$ млн. Создание и сопровождение такого количества назначений возможно только автоматически.

Рассмотрим назначение ролей. Назначение простой роли пользователю выполняется следующим образом.

1. Выделяется подмножество пользователей, которым следует назначить роль, с помощью фильтра:

$$U_i^i = (U \cap f_i^\tau), \quad (3.4)$$

где операция \cap – определяет наложение фильтра на множество пользователей, τ – определяет параметр фильтра, используемый при наложении.

2. Так как при назначении ролей может использоваться несколько фильтров, соединенных по «И», то соотношение (3.4) имеет следующий вид:

$$U_i = \bigcap_{l \in L} (U \cap f_l^{\tau_l}) = (U \cap f_{ll}^{\tau_{ll}}) \cap f_i^{\tau_i}, \quad (3.5)$$

где f_{ll} – один из накладываемых по «И» фильтров (обычно первый); U_i – это один согласованный фильтр, который используется при назначении.

3. Так как согласованные фильтры могут быть объединены по «ИЛИ», то соотношение (3.5) переписывается следующим образом:

$$U = \bigcup_{i=1}^I U_i, \quad (3.6)$$

где I – число объединенных по «ИЛИ» согласованных фильтров. Соотношение (3.6) определяет множество всех пользователей КИС, которым должна быть назначена простая роль r_{kj} .

4. Роль r_{kj} без ограничений по области видимости назначается множеству пользователей U :

$$r_{kj} \oplus U = \{e_{kj}^n\}_{u_n \in U}.$$

Символом \oplus мы определяем связь между ролью и пользователями.

Опишем назначение роли с определенной областью видимости.

1. Соотношение (3.4) так же, как и в предыдущем случае, описывает выбор пользователей, для которых выполняется назначение.

2. Роль r_{kj} с ограничением области видимости d_{kj}^m назначается множеству пользователей U

$$(r_{kj} \Theta d_{kj}^m) \oplus U = \{e_{kj}^{nm}\}_{u_n \in U}. \quad (3.7)$$

Символ Θ определяет связь между ролью и областью видимости. Подставив (3.4) в (3.7), получим множество назначенных прав пользователей для назначения роли с определенной областью видимости:

$$(r_{kj} \Theta d_{kj}^m) \oplus \bigcup_{i=1}^l U_i = \bigcup_{i=1}^l ((r_{kj} \Theta d_{kj}^m) \oplus U_i) = \{e_{kj}^{nm}\}_{u_n \in \bigcup_{i=1}^l U_i}. \quad (3.8)$$

В соотношении (3.8) роль назначается только тем пользователям, которые вошли в множество, полученное в результате объединения выборок пользователей, сформированных из пересечения наложенных на все множество пользователей фильтров с некоторым значением параметра фильтра.

Назначение роли с ограниченной областью видимости в зависимости от связи пользователя и области видимости определяется следующим образом:

1. Соотношение (3.4) описывает то множество пользователей, из которого будут выбираться пользователи, связанные с областью видимости на основании некоторого условия.

2. Условие связи пользователей и областей видимости описывается фильтром с параметром, соответствующим области видимости. Таким образом, для каждой области видимости d_{kj}^m множество пользователей выбирается по $U \cap f_l^m$.

3. Назначение описывается следующим соотношением:

$$\left\{ (r_{kj} \Theta d_{kj}^m) \oplus (U \cap f_l^m) \right\}_{m=1}^{M_{kj}} = \left\{ \{e_{kj}^{nm}\}_{u_n \in U} \right\}_{m=1}^{M_{kj}}. \quad (3.9)$$

Результирующим будет множество назначений некоторой роли по всем ее областям видимости. Подставляя (3.4) в (3.9), полу-

$$\text{при этом } b_{ij}^{(2)} = a_n^m (\leftrightarrow)^2 a_t^l = \begin{cases} 0, & n = t \ \& \ m \neq k \\ b_{ij}^{(2)}, & n \neq t \ | \ (n = t \ \& \ m = k) \end{cases} \quad (4.32)$$

Выражение (4.32) означает, что связь между элементами одного и того же справочника не устанавливается (т.е. равна 0), а связь элемента с самим собой всегда равна 1.

Полная связь всех элементов справочника получается умножением матрицы B .

$$B^H = \prod_{i=1}^{\sum_{l=1}^M M_l} B \quad (4.33)$$

В выражении (4.33) следует учитывать правило (4.32), а также операции логического умножения и сложения (4.31). Таким образом, при формировании допустимых значений для выбора элементов используется выражение (4.33), чтобы ограничить разрешенные элементы справочников.

Режим редактирования с использованием семантически связанных справочников может быть реализован двумя способами. Первый способ предполагает свободный выбор любого элемента из всех справочников без учета семантических связей. Проверка ввода выполняется при сохранении отредактированной информации на основании семантических связей. Второй способ предполагает автоматическую подстановку одного из возможных вариантов из семантически связанных справочников. В этой ситуации выбор некорректных данных невозможен.

Второе правило для обеспечения корректности данных – это использование процедур проверки ограничений на параметры ввода. Например, любые даты должны быть в оговоренных диапазонах (в том числе дата начала периода не должна быть позже даты окончания). Большая часть ограничений может быть реализована средствами системы управления базами данных (СУБД) – с помощью ограничений, триггеров и правила. Но возможности СУБД не всегда покрывают все требования.

Например, правилами вуза установлено, что абитуриент не может подавать заявление на более чем 3 программы высшего очного образования в один год. Такое ограничение может быть реализовано в коде программы (с возможностью менять только чис-

$$B = \left\{ b_{nm} = a_i^j \leftrightarrow a_k^l, n = \sum_{t=1}^{i-1} M_t + j, m = \sum_{t=1}^{k-1} M_t + l \right\}_{i,j=1, M_j, l=1, M_k, k=1, M}$$

$b_{nm} = 1$, если связь между элементами существует, иначе $b_{nm} = 0$.

Таблица 4.4

Матрица связей элементов трех справочников

	a_1^1	a_1^2	a_2^1	a_2^2	a_2^3	a_2^4	a_3^1	a_3^2	a_3^3
a_1^1	1	0	1	1	1	0	0	0	0
a_1^2	0	1	0	0	0	1	0	1	0
a_2^1	1	0	1	0	0	0	1	0	0
a_2^2	1	0	0	1	0	0	1	0	0
a_2^3	1	0	0	0	1	0	0	1	0
a_2^4	0	1	0	0	0	1	0	0	1
a_3^1	0	0	1	1	0	0	1	0	0
a_3^2	0	1	0	0	1	0	0	1	0
a_3^3	0	1	0	0	0	1	0	0	1

Чтобы определить связи высокого порядка, т.е. связи, которые описывают допустимые значения не напрямую, а через другие связи, необходимо вычислить произведение матриц, в котором операции умножения и сложения заменены соответствующими логическими операциями:

$$a \cdot b = \begin{cases} 1, a = b = 1 \\ 0, a = 0 \vee b = 0 \end{cases} \quad a + b = \begin{cases} 0, a = b = 0 \\ 1, a = 1 \vee b = 1 \end{cases} \quad (4.31)$$

Кроме этого при вычислении результата умножения матриц учитывается следующее

$$B^2 = B \cdot B = \left\{ b_{ij}^{(2)} = \sum_{k=1}^{\sum_{t=1}^M M_t} b_{ik} \cdot b_{kj}, i, j = 1, \overline{\sum_{t=1}^M M_t} \right\},$$

чим результирующее отношение для автоматического назначения ролей без определения области видимости:

$$\left\{ (r_{kj} \ominus d_{kj}) \oplus \left(\bigcup_{i=1}^I U_i \cap f_i^m \right) \right\}_{m=1}^{M_{kj}} = \left\{ \{ e_{kj}^{nm} \}_{u_n \in \bigcup_{i=1}^I U_i} \right\}_{m=1}^{M_{kj}}.$$

Различные назначения одной и той же роли с одной и той же областью видимости данных на одного пользователя возможны при использовании различных фильтров, соединенных по «ИЛИ». При этом результирующее назначение определяется как результат операции наложения назначений (табл. 3.4, операция \wedge). Определим также в этой таблице используемые в дальнейшем операции агрегации \vee , поиск противоречия \neg , поиск избыточности \div .

Таблица 3.4

Операции над назначениями

a	b	$a \wedge b$	$a \vee b$	$a \neg b$	$a \div b$
1	1	1	1	1	0
1	0	1	1	0	0
1	-1	-1	1	0	1
0	-1	-1	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	1	1	1	0	0
-1	1	1	1	0	1
-1	-1	-1	0	1	0
-1	0	-1	0	0	0

Как видно из табл. 3.4, операция наложения назначений некоммукативна. Если первой была операция запрет, а второй – разрешение, то приоритет имеет разрешение, и, наоборот, если первой было разрешение, а вторым – запрет, то приоритет имеет запрет. Состояние «не назначена» всегда имеет меньший приоритет, чем разрешение и запрет, в независимости от порядка следования. Результирующее назначение прав пользователя, по которому

СЕРУПП допустит пользователя u_n к проекту p_k с ролью r_{kj} в область видимости d_{kj}^m , определяется соотношением

$$\tilde{e}_{kj}^{nm} = \bigwedge_{i=1}^I e_{kj}^{nm}.$$

Наложение происходит по всем согласованным фильтрам (3.6), используемым в назначении.

В КИС должен существовать такой фильтр, по крайней мере один, что наложение его на множество пользователей со всеми возможными параметрами даст полное множество пользователей КИС вуза:

$$U = \bigcup_{m=1}^{Max_i} (U \cap f_i^m). \quad (3.10)$$

Такой фильтр – f_i – необходим, чтобы назначать некоторые проекты КИС в публичный доступ. Примером такого фильтра может быть фильтр по категориям пользователей – сотрудник/студент/внешний пользователь/отчисленный студент/уволенный сотрудник/проект/серверная компонента.

Для повышения эффективности управления правами пользователей КИС администраторам проектов и главному администратору КИС необходимо учитывать различные характеристики.

Матрица связи пользователя u_n с проектом p_k определяется соотношением

$$\{e_k^n\} = \bigvee_{j=1}^{J_k} \bigvee_{m=1}^{M_{kj}} \tilde{e}_{kj}^{nm}, \quad (3.11)$$

$$e_k^n = \begin{cases} 1, & n\text{-й пользователь имеет права в } k\text{-м проекте} \\ 0, & n\text{-й пользователь не имеет прав в } k\text{-м проекте} \end{cases}$$

Операция агрегации назначений определена в табл. 3.4 (операция \bigvee). Из соотношения (3.11) можно определить абсолютное и относительное число пользователей p_k -го проекта, которое может служить одним из критериев оценки востребованности проекта:

$$H_k = \sum_{n=1}^N e_k^n = \sum_{n=1}^N \bigvee_{j=1}^{J_k} \bigvee_{m=1}^{M_{kj}} \tilde{e}_{kj}^{nm}, \quad V_k = \frac{H_k}{N} \times 100\%.$$

вочника. $a_i^j \leftrightarrow a_k^l, 1 \leq i, k \leq N, 1 \leq j \leq M_i, 1 \leq l \leq M_k$.

Рассмотрим пример из трех справочников A_1, A_2, A_3 (рис. 4.12). Пусть в ОРМД описаны связи между $a_1^1 \leftrightarrow a_2^1$, $a_1^1 \leftrightarrow a_2^2$, $a_1^1 \leftrightarrow a_2^3$, $a_2^1 \leftrightarrow a_3^1$, $a_2^2 \leftrightarrow a_3^1$, $a_2^3 \leftrightarrow a_3^2$, $a_2^2 \leftrightarrow a_3^4$, $a_2^4 \leftrightarrow a_3^3$ и $a_1^2 \leftrightarrow a_3^2$.

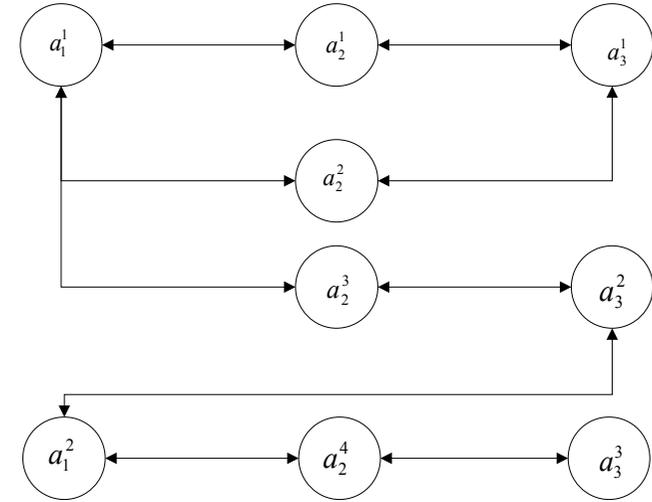


Рис. 4.12. Пример семантических связей между справочниками

Рассмотрим, как происходит выбор элементов справочников. Пусть первоначально не задан ни один элемент из справочника. Выбор в справочнике A_1 элемента a_1^1 приведет к ограничениям в выборе в справочнике A_2 элементов a_2^1, a_2^2, a_2^3 . Так как связь между A_1 и A_3 не определена, то при незаданном элементе из справочника A_2 допускается выбор любого элемента из справочника A_3 , в том числе и элемента a_3^3 , который не должен быть совмещен с a_1^1 .

Для решения этой проблемы в ОРМД хранятся матрицы, описывающие связи (табл. 4.4).

больше пользователей, сервисов среды и интенсивность работы, тем выше вероятность выявления ошибок и их устранения.

Определим первое правило ввода корректных данных: при вводе данных должны в максимально возможной степени задействоваться справочники. Использование справочников позволяет избежать многочисленных ошибок ручного ввода.

При вводе данных с помощью справочников остается проблема выбора некорректного элемента справочника. Частичным решением этой проблемы является установление связей между справочниками. Справочники фактически являются представлением некоторого понятия, и установление связей между справочниками осуществляется с помощью установления связей между понятиями. Если справочники иерархические, то мы имеем связи вида агрегации. Если связи в справочниках в виде графов, то связь между понятиями ассоциативная.

Помимо связей между понятиями для справочников определены семантические связи. Например, справочник уровней образования (ВПО/СПО/НПО/СОО и т.п.) семантически связан со справочником уровней квалификаций (Магистр/Бакалавр/Специалист/Рабочий и т.п.). Эта связь, например, выражается в том, что при выборе высшего образования (ВПО) могут быть выбраны магистр, бакалавр или специалист, но не рабочий. В то же время выбор специалиста позволяет выбирать ВПО или СПО.

Для решения проблем семантической связи справочников в ОРМД необходимо описать такие связи. Так как связь определяется содержимым справочников, то связи в ОРМД следует описывать специалистам предметной области. Это несколько удлиняет предварительный ввод данных, но дает значительные преимущества на момент ввода. Во-первых, уменьшается вероятность ввода некорректных данных, во-вторых, улучшается удобство ввода данных, так как за счет семантических связей пользователь может выбирать из значительно меньшего объема данных.

В общем случае пусть имеется набор справочников $\{A_i\}_{i=1}^N$, каждый справочник состоит из набора элементов $\{a_i^j, i = \overline{1, N}, j = \overline{1, M_i}\}$. Здесь N – число справочников, а M_i – число элементов в i -м справочнике. Для каждого элемента может быть определена связь с любым другим элементом любого спра-

В работающем проекте КИС необходимо, чтобы все роли были назначены по крайней мере одному пользователю. Отсутствие назначения роли пользователю свидетельствует либо о том, что некоторая работа не будет выполнена, либо о том, что проект разработан некорректно. Для определения наличия назначения роли r_{kj} , по крайней мере на одного пользователя, используется выражение

$$e_{kj} = \bigvee_{n=1}^N \bigvee_{m=1}^{M_{kj}} \tilde{e}_{kj}^{nm} \quad (3.12).$$

Если e_{kj} в соотношении (3.12) равна 1, то роль r_{kj} назначена хотя бы одному пользователю КИС. Число пользователей некоторой роли определяется следующим соотношением:

$$h_{kj} = \sum_{n=1}^N \bigvee_{m=1}^{M_{kj}} \tilde{e}_{kj}^{nm}.$$

При автоматическом анализе КИС вуза на корректность назначения ролей данный параметр может быть индикатором востребованности роли. Для этого возможно использовать относительный показатель (число пользователей роли r_{kj} в проекте p_k) $h_{kj}/H_k \times 100\%$.

Еще одним важным показателем корректности назначения ролей является показатель использования области видимости:

$$e_{kj}^m = \bigvee_{n=1}^N \tilde{e}_{kj}^{nm}.$$

Параметр e_{kj}^m равен 1, если роль r_{kj} с областью видимости d_{kj}^m назначена, по крайней мере, одному пользователю. Иначе параметр e_{kj}^m равен 0. С помощью данного параметра можно автоматически отслеживать те области видимости, которые оказались не охваченными в процессе назначения прав доступа или в процессе выполнения процедуры актуализации данных в результате увольнения (или перевода) сотрудников, которые отвечали за данные области.

В некоторых случаях в результате, например, ошибочных назначений или в силу наследования ролей пользователям может быть установлено избыточное назначение прав или противоречивость прав. К последнему относится одновременное назначение одному и тому же пользователю одной и той же роли с одной и той же областью видимости, со статусами «запрещено» и «разрешено». Как разрешается это противоречие определено в табл. 3.4, операция \wedge , но может оказаться, что при назначении противоречивых прав администратор не учел порядок следования фильтров. Для этого возможно составление отчетов по противоречивым правам.

Для поиска противоречивых прав определим операцию поиска противоречия, признак противоречия 0, так как в этой операции назначены могут быть только разрешения (1) и запрещения (-1) (табл. 3.4, операция \neg).

Как видно из табл. 3.4, параметр устанавливается в 0 и сохраняется при дальнейшем выполнении операции по всем назначенным фильтрам, как только встречается первое противоречивое назначение

$$e'_{kj}{}^{nm} = \neg e_{kj}{}^{nm} \quad l \in L$$

При отсутствии противоречивости назначения параметр установлен в 1.

Избыточность назначений возникает тогда, когда одному и тому же пользователю назначена одна и та же роль по одной и той же области данных. Определить избыточность можно следующим образом. Как видно из табл. 3.4, параметр избыточности \div устанавливается в 0 и остается неизменным для всех дальнейших фильтров, как только встретится первая избыточность

$$e''_{kj}{}^{nm} = \div e_{kj}{}^{nm} \quad l \in L$$

В целом, наличие нескольких назначений одному и тому же пользователю одной и той же роли по одной и той же области видимости всегда означает или противоречивость или избыточность.

Для контроля управления доступом интерес может представлять также ранжирование пользователей по объему доступа к ин-

планов, да и сами учебные планы окажутся совсем на других кафедрах. Эта некорректность выяснится сразу при попытке создания ведомостей. Такая же проверка будет выполнена и при назначении теста, так как в системе тестирования должны быть выполнены аналогичные процедуры актуализации.

В вузе могут поддерживаться бизнес-процессы, для которых в КИС обеспечивается полуавтоматическая актуализация. К таким процессам можно отнести, например, перемещение подразделения в другие помещения. При этом может быть автоматически запрещен доступ пользователей в прежние помещения, если в вузе используется автоматизированная система доступа в помещения.

4.3.4.3. Корректность данных

В работе [118] под корректностью понимается отсутствие искажений, когда система реального мира отображается в корректное состояние информационной системы. Под некорректным состоянием здесь понимается такое состояние, из которого нельзя вернуться ни к какому состоянию реальной системы, или такое состояние, из которого можно вернуться в другое состояние системы реального мира.

Корректность данных чаще всего связана с вводом данных – ручным или автоматическим. Автоматический ввод обеспечивает меньшее число ошибок, но, во-первых, на многих системах КИС невозможно организовать автоматический ввод, во-вторых, и при автоматическом вводе имеют место проблемы, связанные с качеством оборудования и с качеством данных реального мира, предназначенных для ввода.

Большая часть данных в КИС вуза вносится вручную, и для обеспечения корректного ввода необходимы как организационно-учебные мероприятия с участием персонала, ответственного за ввод, так и определенные механизмы на уровне КИС. Корректность данных может быть оценена, во-первых, с помощью специализированных проверок при вводе данных, во-вторых, путем автоматизированных процедур сопоставления данных при формировании отчетов, в-третьих, с помощью пользователей среды, которые получают одни и те же данные в различных приложениях, что повышает вероятность выявления ошибок ввода. Чем

- прием (увольнение), изменение должности сотрудника, перевод его в другое подразделение (или дополнительная работа в другом подразделении);

- зачисление (отчисление) студента, его перевод на другую специальность (другой факультет, курс, группу и т.п.);

- изменение организационной структуры вуза (слияние/перенос/удаление/создание/переподчинение/переименование подразделений).

Для примера с отчислением студента необходимо рассмотреть понятие *Учебные планы*. Это понятие связано с понятием *Студент* через понятие *Учебные планы студента*, характеризующее ассоциацию студента и учебного плана в настоящем или прошлом.

Сценарий включает оценку критерия «для каждого экземпляра понятия *Студент* существует хотя бы один ассоциированный с ним экземпляр понятия *Учебные планы* в ассоциации *Учебные планы студента* с атрибутом статус = «Находитесь в процессе обучения». При нарушении данного критерия в сценарий включается описание процедур, выполняющих обработку отчисления студента (в частности, категория студента как пользователя КИС меняется на *бывший студент*, он лишается доступа ко многим информационным ресурсам и его личные каталоги на дисках удаляются). В настоящее время сложные части сценария актуализации в ОРМД включают описание вызова процедур. Тем не менее, большая часть работы может быть описана в терминах понятий, атрибутов и действий над ними.

Периодически выполняющаяся процедура актуализации обеспечивает актуализацию логически связанных данных КИС. Но иногда процедура может не отработать или она может не учитывать некоторые данные. В этом случае ошибки могут быть обнаружены пользователями в процессе работы в КИС.

При изменении, например, организационной структуры, в части определенного учебного подразделения автоматически должны измениться права пользователей в КИС, учебные планы и дисциплины должны изменить свою принадлежность данному учебному подразделению (факультету или кафедре). Если же по каким-то причинам это не произошло, то в деканате, во-первых, не смогут создавать ведомости, дисциплины исчезнут из учебных

формационным ресурсам. Определим операцию доступности ресурса (табл. 3.5).

Таблица 3.5

Доступности ресурса

Операнд	\forall Операнд
1	1
0	0
-1	0

Тогда общий объем доступных пользователю областей видимости по всем ролям всех проектов КИС определяется по следующему соотношению в абсолютном

$$Y_n = \sum_{k=1}^K \sum_{j=1}^{J_k} \sum_{m=1}^{M^{kj}} \forall e_{kj}^{nm}$$

или относительном виде

$$y_n = \frac{Y_n}{\sum_{k=1}^K \sum_{j=1}^{J_k} \sum_{m=1}^{M^{kj}} 1} \times 100\% .$$

Высоким этот показатель должен быть для тех пользователей, у кого в соответствии с должностными обязанностями имеются широкие полномочия в КИС вуза.

Роли могут наследоваться. Если роль r_{kj} наследуется от r_{ki} ($r_{ki} \rightarrow r_{kj}$), то

$$\left\{ e_{kj}^{nm_j} \right\}_{m_j=M_i^{kj}}^{M_{i+1}^{kj}} = e_{ki}^{nm_i}, \quad m_i \in M_{ki}, \quad M_{kj}^i, M_{kj}^{i+1} \in M_{kj}$$

То есть назначение некоторой базовой роли с одной областью видимости может привести к назначению производных ролей с одной или несколькими областями видимости.

3.4.3.3. Информационная модель СЕРУПП

В СЕРУПП есть три роли: главный администратор КИС, администратор проекта, администратор роли.

Роль «Главный администратор» создается вручную, так как только главный администратор может создать новый проект, в том числе проект СЕРУПП, который обеспечит создание любой роли. Роль «Главный администратор» – простая, назначить и удалить ее можно в СЕРУПП.

Роль «Администратора проекта» позволяет создавать и редактировать роли в определенном проекте, создается вручную, так как создание любой роли – это функция «Администратора проекта». Роль «Администратор проекта» назначается «Главным администратором», имеет ограничения по области видимости – проект.

Роли «Администратор проекта» и «Главный администратор» связаны отношением наследования. «Администратор проекта» наследуется от «Главного администратора», что приводит к тому, что все «Главные администраторы» КИС имеют роль «Администратор проекта» для всех проектов КИС.

Роль «Администратор роли» дает право назначать некоторую роль пользователям, имеет ограничения в области видимости – определенную роль. «Администратор роли» не имеет права на создание, удаление и редактирование роли, но имеет права на назначение роли. Роли «Администратор роли» и «Администратор проекта» связаны отношением наследования. «Администратор проекта» имеет функции «Администратора роли» на все роли своего проекта.

Роль «Администратор роли» может быть заменена в отдельных проектах другими ролями, которые имеют административную связь с ролью проекта. Это позволяет назначать роль с ограничением по области видимости. Например, роль «Администратор документа» имеет административную связь с ролью «Автор документа». Обе роли имеют ограничения области видимости – документ. Пользователь с ролью «Администратор документа» с областью видимости документ *A* имеет возможность назначать пользователям роль «Автор документа» с областью видимости к тому же документу *A*.

При выполнении актуализации следует учитывать все возможные изменения, связанные с рассогласованием данных. Например, в основных данных (справочниках) удалена запись, с которой в данных не был связан ни один экземпляр понятия, но которая использовалась в данных филиала для одного или нескольких экземпляров.

Сценарий действия при возникновении этих проблем может быть прописан в коде программы, которая выполняет актуализацию, в коде хранимой процедуры или описан в ОРМД. Последнее является предпочтительным, так как позволяет администраторам всегда видеть всю схему актуализации данных, изменять/дополнять ее без изменения кода программы.

Сценарий действия в результате удаления элемента справочника предполагает замену значения атрибута на null или на другой элемент справочника. При этом сценарий должен включать не простое сопоставление элементов одного справочника между собой, а вычисляемую переменную, определяемую на основании, возможно, нескольких других атрибутов.

При формировании сценариев актуализации необходимо задавать условия и действия. Сценарий является связкой «если – то». При задании условий «если» используются понятия и их атрибуты. Рассмотрим понятия *студент*, *сотрудник* и *пользователь КИС*. При удалении студента ассоциированный с ним пользователь КИС также должен быть удален, если только он не является дополнительно и сотрудником. В последнем случае необходимо удалить только категорию студента у пользователя и связанные с ним права. Сценарий актуализации выглядит следующим образом: если нарушается критерий «для экземпляра понятия *пользователь КИС* существует ассоциированный экземпляр понятия *Студент* или *Сотрудник*», то такой экземпляр понятия *пользователь КИС* должен быть удален. Для удаления экземпляра понятия используется специализированный метод удаления, который есть у большинства понятий КИС.

Процедуры актуализации в КИС включают не только внесение/изменение/удаление записей в таблицы, но и выполнение более сложных сценариев. В управлении вузом есть несколько бизнес-процессов, которые должны автоматически поддерживаться процедурами актуализации данных:

необходимые направления деятельности вуза. Во-вторых, для КИС необходима развитая система подготовки отчетов по всем направлениям деятельности, при этом требуется, чтобы отчеты связывали показатели различных направлений деятельности вуза. Отсюда следует необходимость обеспечения интеграции корпоративных данных для обеспечения полноты информации.

4.3.4.2. Достоверность данных и информации

Словарь определяет достоверность информации как свойство информации быть правильно воспринятой. Достоверность данных подразумевает, что все состояния информационной системы отображаются в состоянии системы реального мира [118].

Достоверность данных часто связана с характеристикой – время, а следовательно, и с актуальностью. На достоверность информации оказывает влияние то, насколько быстро выполнены процедуры актуализации и восстановилось актуальное отражение данных реального мира в КИС.

Проблема актуальности данных в КИС возникает также там, где речь идет о нескольких информационных системах, интегрированных между собой, по крайней мере, на уровне данных. Данные в информационной системе *B*, содержащей реплицированные или отраженные данные информационной системы *A*, неактуальны, если выполняется одно из следующих условий:

- 1) информационная система *A* имеет данные, которые отсутствуют в *B*;
- 2) информационная система *B* имеет данные из *A*, которых на данный момент нет в *A*;
- 3) информационная система *B* содержит данные из *A*, которые в данный момент имеют другое состояние в *A*.

В рамках одной системы актуальность внутри КИС поддерживается разработчиками на уровне базы данных и на уровне приложения. Вопрос значительно усложняется, когда речь идет о нескольких приложениях, о логической интеграции данных, расположенных в различных базах данных. Актуализация осуществляется через триггеры, процедуры, службы и сервисы. В некоторых случаях актуализация выполняется в режиме реального времени (в этих случаях часто используются триггеры), для другого рода актуализации достаточно выполнение процедур, сервисов и служб 1 раз в час/день/неделю/месяц и т.п.

3.4.3.4. Функциональная модель СЕРУПП

Система СЕРУПП позволяет:

- 1) регистрировать пользователей в КИС вуза, создавая две учетные записи: в AD и UNet;
- 2) создавать персональные каталоги и каталоги подразделений на файловых серверах сотрудников и студентов и устанавливать на них разграниченный доступ;
- 3) определять учетные записи AD в группы, соответствующие месту работы пользователя, его должности и типу должности;
- 4) создавать проекты КИС вуза;
- 5) создавать роли в проекте и определять параметры роли, в том числе параметр области видимости, тип назначения;
- 6) задавать зависимости между ролями;
- 7) задавать правила назначения роли, используя фильтры и устанавливая период действия и статус назначения;
- 8) автоматически генерировать назначение роли на основании правил;
- 9) поддерживать данные о правах пользователей КИС в актуальном состоянии;
- 10) поддерживать в актуальном состоянии каталоги на файловых серверах;
- 11) поддерживать в актуальном состоянии вхождение учетных записей AD в соответствующие группы;
- 12) вычислять различные характеристики, описанные в математической модели СЕРУПП.

Процедура актуализации СЕРУПП один раз в сутки выполняет полную актуализацию прав пользователей на основании данных о них в корпоративных базах данных и выполняет все изменения прав пользователя, которые можно выполнить на основании правил назначения ролей. Помимо этого существует процедура, которая частично обновляет права пользователей в течение суток.

Все проекты, разрабатываемые в КИС ВГУЭС, опираются на СЕРУПП. На СЕРУПП переведены и многие унаследованные приложения, которые были разработаны задолго до СЕРУПП. В настоящий момент в КИС ВГУЭС содержится около 50 проектов, из которых 33 настроены на СЕРУПП.

Использование СЕРУПП значительно упрощает управление КИС и разработку новых проектов. Рассмотрим примеры дополнительной функциональности СЕРУПП.

3.4.4. Доступ к телематическим сервисам на основе СЕРУПП

3.4.4.1. Система доступа в Интернет

Доступ в Интернет во ВГУЭС осуществляется через прокси-сервер squid, настроенный с помощью программного обеспечения Samba, на учетные записи AD. В AD есть группа (proxy_enable), вхождение в которую учетной записи, обеспечивает выход пользователя в Интернет. Там же существует группа (proxy_disable), вхождение в которую запрещает выход пользователя в Интернет.

Доступ в Интернет осуществляется на основании ограниченный трафика пользователя. Для различных категорий пользователей определены различные объемы допустимого трафика. Существует также платный трафик, т.е. трафик пользователей, полученных за дополнительную плату.

В СЕРУПП создан проект «Интернет-трафик», в котором определена роль «Доступ в Интернет», имеющая область видимости – размеры доступного трафика. Администратор прокси-сервера, который имеет роль «Администратор проекта» с областью видимости проект «Интернет-трафик», назначает роль «Доступ в Интернет» с определенным объемом трафика, различными категориям пользователей. Например, для руководителей учебных подразделений (деканов и заведующие кафедрами) назначено ограничение в 150 Мб/месяц.

Приложение проекта «Интернет-трафик» ведет журнал использованного трафика пользователя и при превышении положенного лимита пользователю автоматически назначается роль «Доступ закрыт» до конца определенного периода (обычно текущего месяца). Кроме того, приложение проверяет наличие у пользователей роли «Доступ закрыт» и записывает таких пользователей в группу AD, вхождение в которую обеспечивает запрет на использование Интернет. Те пользователи, которые входят в эту группу AD, но не имеют назначения роли «Доступ закрыт», удаляются приложением из группы proxy_disable.

$$E^{AB} = \{e_{ij}\}_{i=1,N}^{j=1,M}, e_{ij} = \begin{cases} 1, & A_i \rightarrow C = B_j \\ 0, & A_i \rightarrow C \neq B_j \end{cases},$$

где C – атрибут понятия A , через который реализуется ассоциация или агрегация с понятием B , N – число экземпляров понятия A , M – число экземпляров понятия B . Элемент e_{ij} определяет связь между i -м экземпляром понятия A и j -м экземпляром понятия B . Тогда критерием полноты будет

$$\forall i \exists j \text{ такое, что } e_{ij} = 1, \text{ а также } \forall j \exists i \text{ такое, что } e_{ij} = 1.$$

В некоторых случаях критерий полноты будет один. Например, связь между учебными группами и студентами определена только в одну сторону – не должно существовать групп без студентов. В то время как студент может обучаться не в группе (индивидуальное обучение).

Таким образом, в ОРМД определяются два понятия (A и B) и тип ограничений по полноте: двухсторонний или односторонний. Процедуры проверки полноты данных в КИС определяют выполненные критериев на основе данных по экземплярам понятий A и B .

Критерии полноты в общем виде имеют две основные формы:

1) для любого экземпляра понятия A существует, по крайней мере, один ассоциированный с ним или агрегированный в него экземпляр понятия B ;

2) объединение всех заданных условий выборки экземпляров понятия A выделяет все экземпляры понятия A .

Вторую форму полноты данных, связанную с определением условий для контекстно-зависимых отношений между понятиями, мы рассматривали в разделе 4.2.1, обсуждения полноты выборки экземпляров в соответствии с бизнес-правилами в определении бизнес-процесса можно найти в [81] и в разделе 4.5.1. Вторая форма может быть описана через первую, если принять, что *условие* также является понятием. Для любого экземпляра понятия A существует, по крайней мере, одно *условие* (один экземпляр понятия *условие*), которое с ним ассоциируется.

Полнота информации связана с возможностью предоставления пользователям всей необходимой им информации для управления, анализа и принятия решений. Для обеспечения полноты информации, во-первых, требуется, чтобы КИС покрывала все

портных данных не только граждан Российской Федерации, но и любых других, то можно говорить о поддержке полноты данных на уровне информационной системы. Таким образом, одна и та же область данных может быть полной на уровне данных и неполной на уровне поддержки информационной системы, а также и наоборот.

Рассмотрим исследование вопросов полноты данных на примере организации учебного процесса. Для определения критериев полноты ведения данных по организации учебного процесса рассмотрим основные понятия предметной области.

Институт – это подразделение университета, имеющее признак института и занимающееся организацией образовательных программ. *Кафедра* – это подразделение университета, имеющее признак кафедры и занимающееся проведением программ и преподаванием дисциплин. *Образовательная программа* – это понятие, имеющее в качестве атрибутов ссылку на кафедру и институт.

Формальным критерием полноты данных может служить тот факт, что любой институт должен быть организатором хотя бы одной образовательной программы, а кафедра должна проводить по крайней мере одну образовательную программу или вести хотя бы одну дисциплину. Конечно, данный критерий не позволяет гарантировать полноту информации, так как в большинстве случаев образовательных программ у института не менее десятка и данный критерий не гарантирует наличие всех их в КИС. Тем не менее, он определяет нижний предел полноты данных.

Для того чтобы реализовать описание основных критериев полноты данных, необходимо ввести функцию «Для каждого экземпляра понятия *A* существует хотя бы один ассоциированный с ним или агрегированный в него экземпляр понятия *B*».

Примером понятия *A* могут служить *Институты*, а понятием *B* – *Образовательные программы*. При задании в функции понятия *A* (или *B*) можно ограничить выбор каким-то условием по атрибутам понятия *A* (или *B* соответственно). Например, выбирать не все институты, а только те, которые принадлежат основному вузу, исключая филиалы, и только основные образовательные программы.

Для того чтобы определить связь между экземплярами понятий, для каждой пары понятий строится матрица

СЕРУПП проверяет назначения прав пользователей и по окончании срока действия назначения роли «Доступ закрыт» удаляет данное назначение у пользователя, что приводит к возможности вновь использовать Интернет по окончании периода.

Процедура назначения доступа в Интернет работает и для студентов и для сотрудников. Во ВГУЭС есть возможность получения платного Интернет-доступа. Процедура организована следующим образом. Для выхода в Интернет в этом случае используется отдельный проху-сервер ISA (рис. 3.12). Это проху-сервер настроен на учетные записи AD и ограничивает доступ в Интернет тех пользователей, у которых объем трафика превышает оплаченный. Платеж проходит по информационной системе «Флагман», модуль «Бухгалтерия» и автоматически попадает в систему, которая генерирует размер доступного трафика на основе размера платежа. Доступ в Интернет для пользователя открыт с любого компьютера ВГУЭС, в том числе и с терминалов библиотеки.

3.4.4.2. Управление почтовой службой

Создание почтовых ящиков

В вузе десятки тысяч пользователей, и, если создание почтового ящика можно выполнить вручную, то поддержка их в актуальном состоянии вручную не представляется возможным. В КИС ВГУЭС для создания и удаления почтовых ящиков студентов и сотрудников используются специализированные сервисы.

Чтобы создать почтовый ящик на почтовом сервере ВГУЭС, необходимо быть зарегистрированным пользователем КИС. Пользователь КИС подает заявку через веб-форму на сайте ВГУЭС (рис. 3.17). Выполняется автоматическая проверка данных пользователя, в том числе наличия у пользователя электронного почтового ящика (для проверки используется база Users). При успешном результате запрос через Mail Service отправляется на почтовый сервис, где программа создает новую запись в базе данных почтовых ящиков домена vvsu.ru.

Удаление почтового ящика может быть выполнено администратором вручную, через веб-форму, расположенную на корпоративном сервере reg.vvsu.ru. Связь с почтовым сервером осуще-

ствляется через почтовый сервис на reg.vvsu.ru, аналогичный тому, который расположен на www.vvsu.ru.

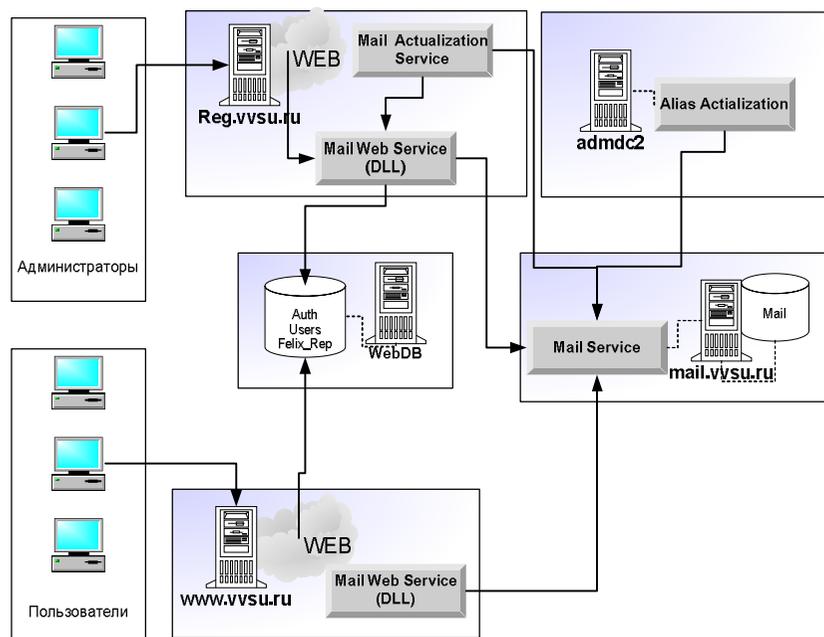


Рис. 3.17. Схема управления почтовой службой ВГУЭС

Поскольку почтовый сервер является корпоративным, то почтовые ящики студентов и сотрудников должны удаляться после отчисления или увольнения соответственно. За актуальностью данных следит сервис актуализации, расположенный на reg.vvsu.ru. Этот сервис проверяет по базе данных Users сведения о работающих сотрудниках и учащихся студентах. Данные передаются на почтовый сервер, где программа отмечает всех тех, о ком сведения не пришли, как «кандидаты на удаление». Если такая ситуация с пользователем произошла впервые, то данные о нем помещаются в специальную таблицу. Сервис, работающий на почтовом сервере, в фоновом режиме проверяет данные «кандидатов на удаление» и через определенный период удаляет почтовые ящики (для сотрудников – спустя 4 месяца после увольнения, для студентов – спустя 2 месяца после отчисления).

2) существование нескольких источников одних и тех же данных приводит к неизбежным несовпадениям содержимого в определенные периоды времени;

3) внесение данных, минуя регламенты ввода, что часто приводит к противоречивости информации;

4) некорректная модель данных, допускающая противоречивость информации;

5) отсутствие поддержки качества данных на фоне изменившихся состояний КИС – ввода новых понятий в КИС или новых алгоритмов обработки данных.

Важным вопросом является также центр ответственности, отвечающий за качество информации и данных. Основных центров два. Во-первых, это разработчики информационной системы, которая должна на основании модели данных, приложений, обрабатывающих данные, пользовательского интерфейса, поддерживающего ввод данных, обеспечивать хранение и представление качественной информации. Во-вторых, это пользователи системы, которые вводят данные.

Определение характеристик качества связано с формулировкой критериев качества данных. Критерии качества должны определяться не только разработчиками, но и пользователями КИС. Кроме того, изменение сложных систем может приводить к серьезным проблемам в задачах обеспечения качества, если только они не будут решаться некоторым стандартизованным для КИС образом совместными усилиями разработчиков и пользователей КИС.

Для решения этой проблемы предлагается использовать ОРМД.

4.3.4.1. Полнота данных и информации

Полнота данных связана с представлением всех состояний систем реального мира в информационных системах [118]. Рассмотрим на простом примере паспортных данных сотрудников предприятия; чем отличается полнота данных от поддержки полноты данных со стороны КИС. Если информационная система содержит паспортные данные по всем сотрудникам предприятия на некоторый момент времени, то можно говорить о том, что паспортные данные на этот момент времени являются полными. Если информационная система обеспечивает поддержку ввода пас-

цию. Контейнеры с более низким приоритетом соответствуют реплицированным данным. Выбор наиболее подходящего контейнера из предложенных определяется условиями задачи. Если необходимо вставить в источник данные, то всегда выбирается только источник с высшим приоритетом. Если данные нужны только для чтения, то допускается другой контейнер.

4.3.4. Качество информации и данных

Качество можно рассматривать с двух точек зрения [118]. Первый взгляд на качество связан с внешней (потребительской) стороной, и в этом случае под качеством понимается совокупность свойств, отражающих степень пригодности конкретной информации об объектах и их взаимосвязях для достижения целей, стоящих перед пользователем. Такой взгляд определяет качество информации в противовес качеству данных [108]. Качество данных отражает внутренние вопросы, связанные с данными, их характеристиками, а также с возможностями информационных систем по их поддержанию.

Качество информации и данных в информационных системах может быть рассмотрено и с точки зрения собственно данных, и с точки зрения обеспечения качества со стороны информационных систем. Это позволяет разделить зону ответственности за качество между пользователями информационной системы и ее разработчиками.

Качество информации и данных определяется в терминах характеристик, описывающих внутренний и внешний взгляды на проблему качества. С внутренней точки зрения выделяют полноту, непротиворечивость, достоверность и корректность [41, 59, 65, 118]. С потребительской точки зрения интересует своевременность, релевантность, доступность, полезность и т.п. [108]. Некоторые характеристики могут быть рассмотрены и с внутренней и с внешней точек зрения. В работе [120] приводится суммарный отчет по множеству характеристик. В общем случае их выделяют 24, хотя многие из них взаимозависимы.

Существует несколько причин ухудшения качества информации и данных в КИС:

- 1) пользователи КИС, обеспечивающие ввод первичной информации, допускают ошибки;

Создание обобщенных адресов

Обобщенный почтовый ящик – это набор адресов некоторых пользователей с общим именем. Такими ящиками удобно пользоваться для групповой рассылки, особенно внутри вуза. В обобщенные адреса должны входить адреса пользователей, выбранные по определенным правилам.

Создание обобщенного почтового ящика опирается на СЕРУПП. Для проекта «Обобщенный почтовый ящик» определена роль «Вхождение в адрес» с областью видимости – обобщенные адреса. Роль «Вхождение в адрес» должна быть присвоена некоторой выборке пользователей, используя фильтры с ограничением области видимости – конкретный обобщенный адрес.

Программа проекта «Обобщенный почтовый ящик» проверяет наличие у пользователей роли «Вхождение в адрес» и по области видимости (определенному адресу) через почтовый сервис создает на почтовом сервере «алиас» для тех электронных почтовых адресов, которые связаны с пользователями КИС, имеющими данное назначение.

Обобщенные адреса обновляются каждую ночь. Поэтому изменения информации о сотрудниках/студентах отражаются в обобщенных адресах на следующий день. Для того чтобы пользователи могли отказаться от получения писем, посланных на обобщенный почтовый ящик, они могут через веб-интерфейс «отписаться» от адреса. При этом пользователю роль «Вхождение в адрес» устанавливается со статусом «Запрещено».

Глава 4. МОДЕЛЬ ИНТЕГРИРОВАННОЙ КОРПОРАТИВНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СРЕДЫ ВУЗА

Главная цель КИС – это обеспечение эффективного использования информационно-телекоммуникационных ресурсов в бизнес-процессах вуза и его управлении. КИС состоит из информационной инфраструктуры, данных, приложений, обрабатывающих эти данные, и пользователей, оперирующих этими приложениями.

Основной концепцией построения КИС вуза является идея интеграции. Для ВГУЭС основные причины построения КИС на основе интеграции были:

- 1) наличие хорошо зарекомендовавших себя приложений из различных областей деятельности вуза;
- 2) наличие нескольких технологий разработки, обусловленных различными решаемыми задачами;
- 3) наличие разных СУБД;
- 4) взгляд на перспективу – невозможность ограничиваться и в дальнейшем одной технологией.

Основные аспекты интеграции, которые необходимо рассматривать при построении КИС, – это интеграция данных, приложений и бизнес-процессов. Причины, по которым выбрана концепция интеграции во ВГУЭС, соответствуют интеграции данных и приложений. Но одна из самых важных проблем обозначалась несколько позднее.

Системы, которые оперируют в КИС вуза, настолько сложны, что процессы сопровождения выходят на первый план. Требования, предъявляемые к сопровождению ПО, определяются требованиями к КИС. КИС должна обеспечивать доступ к качественной информации. Хорошо развитая КИС содержит множество баз данных внутри корпоративной сети. КИС должна объединять не только корпоративные серверы внутренней сети, но и данные филиалов. Кроме того, эти СУБД часто имеют различную архитектуру. Таким образом, вопросы интеграции данных важны с точки зрения сопровождения КИС.

с) атрибуты *Other->Fio* (*FirstName*, *SecondName* и *LastName*) извлекаем на основании контекстно-зависимой логической связи (*Other->ID = User->Category->IDAddInfo*) из источника [*Other*];

d) атрибуты *Project->Name* (*Name*) извлекаем на основании контекстно-зависимой логической связи (*Project->ID = User->Category->IDAddInfo*) из источника [*Project*];

e) атрибуты *WebService->Name* (*Name*) извлекаем на основании контекстно-зависимой логической связи (*WebService->ID = User->Category->IDAddInfo*) из источника [*WS*].

6. Генерируется экземпляр понятия *FullName* из извлеченных атрибутов.

В ОРМД данные заносятся в полуавтоматическом режиме. В репозитории используются как метаданные СУБД, так и те, которые администратор вводит, чтобы описать понятия предметной области, области ИТ и связи между понятиями и атрибутами.

Например, Администратор КИС должен выполнить следующие шаги, для того чтобы ввести в КИС новую категорию пользователей:

1) определить новую категорию пользователей КИС – новое понятие предметной области (например *Работодатель*) и занести его в ОРМД;

2) Описать все атрибуты и агрегированные понятия (например, ФИО – *FirstName*, *SecondName*, *LastName*, организация – *Enterprise* и т.д.);

3) определить отношения между новым понятием и другими понятиями, определить контекстно-зависимые отношения и условия (например, определить *IDCategory=8*, связь между абстрактным *FullName* и именем реального *Работодателя*);

4) определить источник для нового понятия, агрегированных понятий и атрибутов (например [*Custom*]);

5) определить методы для работы с новым понятием.

Таким образом, процедура, извлекающая сведения о пользователе КИС, не требует изменения в связи с вводом нового типа пользователя.

Так как в КИС вуза существуют реплики баз данных, то и источников одного и того же понятия может быть несколько. Источник с самым старшим приоритетом – это тот, куда вносятся данные и откуда можно получить наиболее актуальную информа-

2. Из ОРМД извлекаются атрибуты понятия *User* и соответствующие данные из источника [*User*]. Это атрибуты *IDUser*, *Login*, *Password* и агрегированное понятие *Category*:

а. атрибуты *User->Login* и *User->password* извлекаются из источника [*User*], используя входной параметр *IDUser=User->IDUser*;

б. определяется источник данных, ассоциированный с понятием *Category* – это [*Catig*];

с. извлекаются атрибуты элемента *Category*. Это *IDCategory*, *IDUser*, *IDAddInfo*, и элемент *FullName*;

д. определяются атрибуты *Category.IDCategory* и *Category.IDAddInfo*, используя *Category.IDUser=User.ID_User*.

3. Извлекаем информацию об условиях соответствия абстрактного понятия *FullName* понятиям *Name* и *Fio* в зависимости от *IDCategory*.

Например:

а) при *IDCategory=1* понятие *FullName* будет замещено на *Student->Fio*;

б) при *IDCategory=2* понятие *FullName* будет замещено на *Empl->Fio*;

с) при *IDCategory=3* понятие *FullName* будет замещено на *Other->Fio*;

д) при *IDCategory=4* понятие *FullName* будет замещено на *Student->Fio*;

е) при *IDCategory=5* понятие *FullName* будет замещено на *Empl->Fio*;

ф) при *IDCategory=6* понятие *FullName* будет замещено на *Project->Name*;

г) при *IDCategory=7* понятие *FullName* будет замещено на *Webservice->Name*.

4. Находим источник того понятия, которое заменяет абстрактное понятие. Например [*People*], [*Subject*], [*Other*], [*WS*], [*Project*].

5. Извлекаем атрибуты понятия, чтобы получить *FullName*:

а) атрибуты *Student->Fio* (*FirstName*, *PatrName* и *SurName*) извлекаем на основании контекстно-зависимой логической связи (*Student->IDPeople = User->Category->IDAddInfo*) из источника [*People*];

б) атрибуты *Empl->Fio* (*FirstName*, *SecondName* и *LastName*) извлекаем на основании контекстно-зависимой логической связи (*Empl->ID = User->Category->IDAddInfo*) из источника [*Subject*];

Различные информационные системы КИС оперируют одними и теми же данными. В различных системах решаются аналогичные задачи. Точнее, область решаемых задач в информационных системах пересекается. Если таких систем много, то любые изменения в задачах требуют изменения большого числа приложений. Поэтому концепция интеграции приложений, в которой отдельные задачи выносятся за рамки информационных систем и реализуются в отдельных сервисах, является привлекательной с точки зрения сопровождения КИС.

Вуз как инновационная структура постоянно имеет дело с изменяющимися бизнес-процессами и требует оперативной корректировки или наращивания функциональности ИТ-системы. Так как информационные системы являются проекциями бизнес-процессов на область ИТ, то разработчики КИС вынуждены постоянно заниматься корректировкой программ и моделей данных, не имея возможности развивать новые проекты. Существует подходы, которые направлены на решение данных проблем, – это концепция интеграции бизнес-процессов (Business-processes Management BPM) [114].

Тем не менее и BPM-системы не решают проблем сопровождения в необходимой мере. Каждый отдельный аспект интеграции важен как необходимая часть развития КИС, но важна также и интеграция между этими аспектами, т.е. существует четвертый аспект интеграции – интеграция между данными, приложениями и бизнес-процессами.

КИС вуза настолько многогранна, что можно ее рассматривать с различных сторон, получая лишь двумерные модели, которые не дают общего представления, но позволяют детально описать некоторые характеристики. Одним из способов описания КИС является подход, в котором КИС рассматривается с точки зрения инфраструктуры: объединение серверов, коммутирующих устройств, компьютеров пользователей, а также операционных систем и прикладных программ. Вопрос инфраструктуры рассматривался в 3-й главе работы. Но там мы не остановились на связях между составляющими этой модели.

Другой подход к рассмотрению КИС основывается на представлении ее как совокупности пользователей среды, данных, серверных компонентов и информационных систем (проект-

тов) (рис. 2.2). Информационные системы (как часть КИС) состоят из элементов пользовательского интерфейса, а также программ, серверных компонентов и хранимых процедур баз данных, реализующих собственно бизнес-логику. Пользователь КИС обычно обращается к проекту для выполнения некоторой задачи. Большинство вновь разрабатываемых проектов используют для реализации запросов серверные компоненты. Но существуют проекты, чаще всего унаследованные, которые работают с данными непосредственно. Серверные компоненты выполняют некоторые вычисления и обращаются к данным или непосредственно, или используя другие серверные компоненты.

Таким образом, КИС представляет собой совокупность пользователей, проектов, серверных компонентов, данных и обращений их друг к другу. Данные имеют всегда пассивную роль в КИС, в то время как проекты и пользователи – всегда активны. Серверные компоненты могут играть и ту и другую роли.

КИС можно рассматривать и как средство решения задач сферы деятельности вуза, что позволяет представить ее как совокупность понятий. Более подробно рассмотрим этот подход в следующем разделе.

Еще один важный аспект – необходимость учитывать и связи между моделями КИС. Связи между проектами, пользователями, данными, серверами, сетевым оборудованием, понятиями, бизнес-процессами и т.п.

4.1. Архитектура КИС

Архитектура КИС ВГУЭС основана на многокомпонентном подходе к построению информационных систем.

Информационные системы КИС являются многоуровневыми. Формально можно выделить три уровня – уровень баз данных, уровень компонентов, реализующих работу с базами данных и бизнес-логику, а также пользовательские программы. Пользовательские программы могут иметь в свою очередь несколько уровней – уровень бизнес-логики и интерфейса с пользователем (рис. 4.1).

катор пользователя в своей категории (*Student, Empl, Other, Ex-student, Ex-employee, Project, WebService*). Агрегированное понятие *FullName* понятия *Category* – это абстрактное понятие, оно может являться *Student->Fio, Empl->Fio, Others->Fio, Project->Name* или *WebService->Name* в зависимости от атрибута *Category->IDCategory*.

Представление понятий и элементов показано на рис. 4.11. Понятия хранятся в источниках, указанных в квадратных скобках. Контейнеры определяют таблицы или представления базы данных. Контейнеры могут представлять собой и группу AD. Например, контейнер [Catig] связан с источником [People] через атрибуты *Category->IDAddInfo* и *Student->IDPeople*. Источники [Catig] и [People] расположены в различных базах данных на различных серверах.

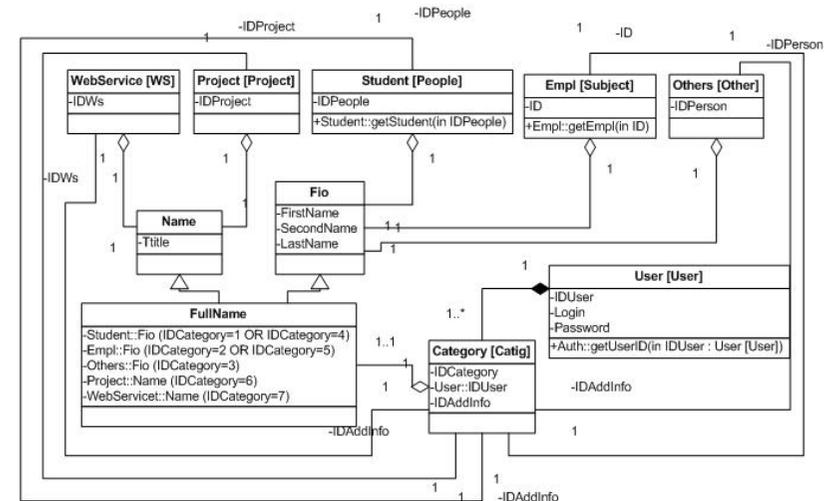


Рис. 4.11. Диаграмма объектов, связанных с пользователем КИС

Метод извлечения экземпляра понятия *User* из источника показан на рис. 4.11. Web-служба *Auth* имеет метод *GetUser*, который извлекает всю необходимую информацию о пользователе. Метод имеет входной идентификатор *IDUser*, возвращает всю информацию о пользователе КИС.

Алгоритм работы метода следующий:

1. Из ОРМД определяется базовый источник данных, ассоциированный с понятием *User* – это источник [User].

3) внешний пользователь портала вуза – пользователь портала ВГУЭС, не являющийся студентом или сотрудником, зарегистрированный как внешний пользователь (*Others*);

4) бывший студент университета – пользователь, ранее имевший признак студента (*Ex-student*);

5) бывший сотрудник университета – пользователь, ранее имевший признак сотрудника (*Ex-employee*);

6) проект КИС – учетная запись, с которой проект КИС обращается к серверным компонентам (*Project*);

7) серверная компонента КИС – учетная запись, под которой серверная компонента обращается к другим серверным компонентам (*WebService*).

Число категорий пользователей КИС может быть увеличено. Например, могут быть введены новые категории: абитуриенты, родители студентов, работодатели. Абитуриенты и родители студентов хранятся в системе управления контингентом, а работодатели хранятся в системе поддержки работы с клиентом, поэтому для них может быть организована персональная регистрация. Это позволит организовать для пользователей специализированные сервисы – извещение о результатах экзаменов (для абитуриентов), сессий, оплате договоров, общежития и т.п. (для родителей студентов), организация заявок от работодателей – на обучение по отдельным дисциплинам, на прохождения практик, выполнение курсовых и дипломных работ и т.д.

ОРМД позволяет обеспечивать поддержку новых категорий пользователей КИС без изменения существующих программ.

Понятие *User* имеет атрибуты: уникальный идентификатор (*IDUser*), имя пользователя (*login*) и пароль (*password*). Понятие *User* агрегирует понятие *Category*, описывающее категорию пользователя. Пользователи КИС могут иметь несколько категорий одновременно. Например, пользователь может быть как сотрудником, так и студентом одновременно.

Пользователи разных категорий описаны различными источниками. Эти источники могут храниться в разных базах данных. Понятие *Category* имеет атрибут уникальный идентификатор категории (*IDCategory*), уникальный идентификатор пользователя в КИС (*Category->IDUser=User->IDUser*) и уникальный идентифи-

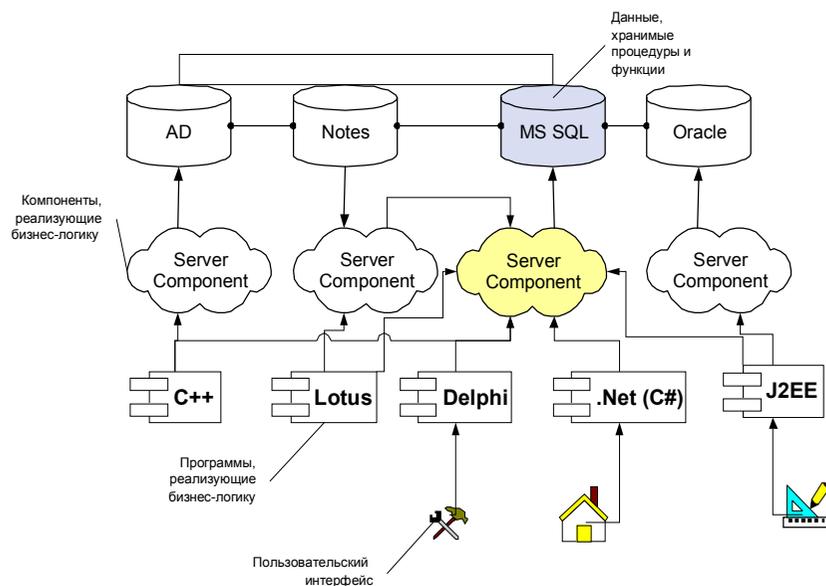


Рис. 4.1. Архитектура информационной среды вуза

КИС ВГУЭС объединяет серверы с различной аппаратно-программной частью. Основную часть составляют серверы Intel с операционной системой Windows (рис. 4.2). Кроме этого в КИС ВГУЭС присутствуют серверы с операционными системами Solaris, Linux, FreeBSD, OS/400. На сервере хранилища установлена VxWorks.

В КИС ВГУЭС объединяются различные СУБД:

- 1) MS SQL Server – используется для систем управления университетом;
- 2) Oracle – используется для поддержания учебного процесса;
- 3) MySQL – используется как сервер почтовой службы;
- 4) Lotus Notes – используется для документооборота вуза;
- 5) Active Directory – используется для управления учетными записями пользователей корпоративной сети.



Рис. 4.2. Распределение операционных систем на серверах КИС ВГУЭС

Приблизительное распределение объема данных в Гб по СУБД показано на (рис. 4.3).

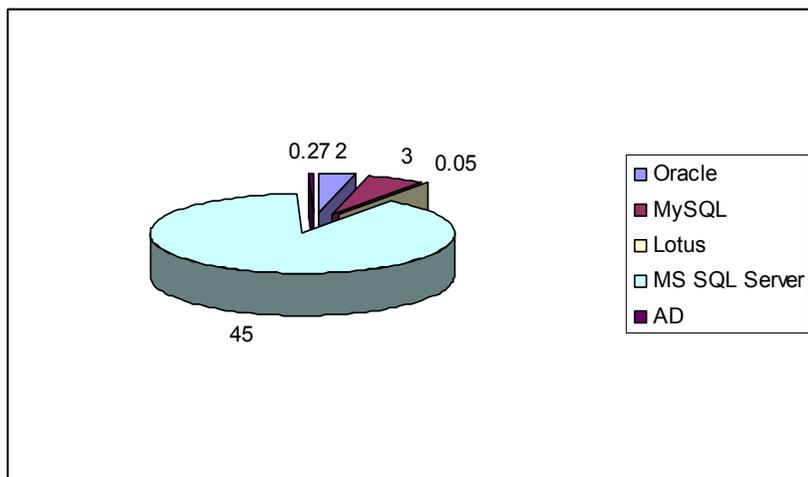


Рис. 4.3. Распределение объема данных по СУБД

Программы, реализующие бизнес-логику работы информационной системы, в КИС ВГУЭС разрабатывались в течение бо-

ния. В режиме просмотра из-за низкой производительности предлагается обходиться без них¹. Еще одной проблемой серверов интеграции является невозможность описать связи между объектами, которые зависят от семантики, т.е. контекстно-зависимые связи. Такие связи часто имеют место в сложных системах.

В КИС ВГУЭС мы предлагаем рассматривать интеграцию данных по требованию, основанную на ОРМД с учетом контекстно-зависимых связей. Основные положения обобщенного репозитория данных мы рассмотрели выше. Здесь рассмотрим, как решаются задачи извлечения экземпляров понятий на основе описания из различных источников данных.

ОРМД содержит проекцию понятий предметной области со всеми их логическими и физическими связями на ИТ-область, точнее на область баз данных. Для работы с ОРМД разрабатывается специализированное ПО, которое содержит три базовые части:

- 1) предварительная обработка – инструментарий администратора, который позволяет заполнять ОРМД данными;
- 2) обработчик запросов – сервер, который обеспечивает извлечение информации из источников;
- 3) пост-обработчик – специализированные процедуры (программы, сервисы, хранимые процедуры и триггеры), обеспечивающие поддержание качества информации на основе данных ОРМД.

В ОРМД КИС ВГУЭС в качестве источника данных рассматриваются исключительно объекты СУБД. Рассмотрим пример работы с ОРМД по извлечению полной информации о понятии.

4.3.3.1. Пример работы с обобщенным репозиторием метаданных

КИС ВГУЭС имеет несколько категорий пользователей:

- 1) студент – действительный студент ВГУЭС или его филиалов (*Student*);
- 2) сотрудник – работающий сотрудник ВГУЭС (*Empl*);

¹ Здесь делается предположение, что режим редактирования, во-первых, требуется значительно реже, чем режим просмотра, во-вторых, он не требует такой большой производительности, как режим просмотра. Но в вузе, где КИС является инструментом, режим редактирования – это основной режим работы многих сотрудников.

способами, например предварительно проверив информацию на сервере Z, которая занесена в случае успешной репликации.

4.3.3. Интеграция данных по требованию

Репликация данных и хранилища данных – эти две технологии имеют один общий аспект, они предоставляют доступ к данным с задержкой по времени. В КИС вуза существуют задачи, где задержки недопустимы, там, где требуются действительно актуальные данные. В этом случае необходимо использовать технологию интеграции по требованию, т.е. интеграцию в реальном режиме времени.

Для интеграции в режиме реального времени из различных источников используется технология интеграции данных по требованию на основе сервера интеграции данных. Этот сервер принимает XQuery запросы [123], разбирает эти запросы, выделяя отдельные запросы к разным источникам данных, оптимизирует их. Таким образом, запрос, содержащий обращение к нескольким источникам данных, делится на несколько подзапросов, каждый из которых выполняется отдельно. Результаты выполнения отдельных подзапросов сшиваются вместе для получения результирующего ответа. В зарубежной и российской литературе можно найти различные вопросы разработки серверов интеграции данных [1, 17, 94-96, 105].

Реализация технологии сервера интеграции данных нашла свое воплощение в технологии Enterprise Information Integration (EII), которая была реализована, например, в IBM Information Integrator и Liquid Data for WebLogic от Bea. Коммерческие решения по интеграции данных, согласно анализу в [96], имеют основным недостатком низкую производительность, не позволяющую использовать эти серверы во многих задачах КИС. По одному из требований КИС должна обеспечивать удобный инструмент для выполнения пользователями своих должностных обязанностей.

Для этого доступ к данным должен осуществляться с приемлемой производительностью, что пока невозможно при использовании коммерческих решений. В настоящее время область действия серверов интеграции сосредоточена в режиме редактирова-

нее 7 лет разными программистами, поэтому используются разные технологии:

- Java, J2EE используются для систем с веб-интерфейсом, реализующих поддержку учебного процесса и модулей управления учебным процессом;
- .Net (C#, ASP) используются в качестве систем управления вузом, организации портала;
- Delphi используется для некоторых корпоративных систем управления учебным процессом и управления помещениями;
- C++ используется для систем поддержки управления корпоративной сетью;
- MapObject, MapeXtreme – обеспечивает поддержку ГИС-технологии в системах управления помещениями.
- Lotus Notes – используется для организации документооборота вуза и планирования работы подразделений.

Число информационных систем, разработанных по различным технологиям в КИС ВГУЭС приведено на рис. 4.4. Подсчет достаточно условен, поскольку он не учитывает масштабы информационных систем, а так же то, что некоторые сервисы и системы разработаны с использованием нескольких технологий.

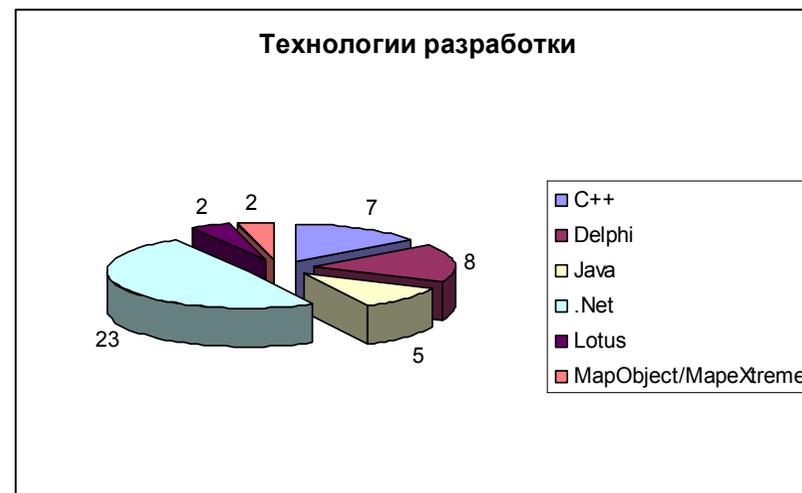


Рис. 4.4. Распределение технологий разработки в КИС ВГУЭС

Явным лидером в КИС ВГУЭС являются СУБД MS SQL Server и технология.Net. Тем не менее, нет никаких причин считать, что технология Oracle Application Server (OAS) с J2EE является менее привлекательной для университета. Как пример отметим, что в эксплуатации и в разработке КИС ВГУЭС в настоящее время находятся системы поддержки управления бизнес-процессами на основе технологии OAS. Поскольку, благодаря идее интеграции, в КИС ВГУЭС удалось соединить в одно целое различные технологии, то выбор технологии разработки определяется исключительно задачей, которую необходимо автоматизировать, а также субъективным фактором, связанным с участниками проекта.

Введение серверных компонентов в КИС вуза происходит тогда, когда уже работают различные технологии и базы данных. Выбор технологии для реализации серверной компоненты должен учитывать несколько составляющих:

- поддержка интегрирующей технологии во всех используемых в КИС технологиях разработки;
- возможность интеграции с серверными компонентами через Firewall, т.е. и из филиалов вуза и корпоративных сред других образовательных и научных учреждений;
- популярность технологии интеграции, поскольку необходимо учитывать время жизни и возможность использовать те же технологии в информационных средах других учреждений;
- удобство управления серверными компонентами, доступность описания;
- приемлемую производительность серверных компонентов.

Как отмечалось в первой главе, наиболее популярным решением, используемым для реализации серверных компонентов, является технология веб-служб. Эта технология отражает идею сервис-ориентированных архитектур (Service-Oriented Architecture SOA) [97], которая в последнее время стала самой популярной в построении интегрированных систем.

Веб-службы имеют следующие преимущества для построения интегрированной КИС:

- поддерживают интеграцию большинства известных технологий, средств разработки, ERP-систем (Microsoft, Oracle, Sun, SAP, Веа, IBM и многие другие);

принимает определенное значение из D , например, d_1 , т.е. $if \exists i c_i \notin D \Rightarrow c_i = d_1$.

Еще один вопрос, который следует учитывать в схеме репликации, – это вопрос синхронизации. Репликацию $X \Rightarrow Z$ следует выполнять после репликаций $X \Rightarrow Y$ и $X \Leftarrow Y$. Если все три репликации инициируются с одного сервера, в данном случае X , то синхронизировать репликации средствами СУБД не представляет труда. Для синхронизации здесь можно использовать условия успешного выполнения предыдущей репликации. Но этот подход будет работать в случае, если эти репликации выполняются только при успешности предыдущей.

В некоторых случаях репликация $X \Rightarrow Z$ имеет даже смысл, если репликация $X \Leftarrow Y$ не была выполнена. В этом случае в ДМЗ будут перенесены только изменения, которые были сделаны за день в данных корпоративной базы данных (X), без учета изменения в филиалах (Y). Поэтому в этом случае репликация $X \Rightarrow Z$ будет безусловной, хотя и синхронизированной по завершении. То есть репликация $X \Rightarrow Z$ будет выполняться после выполнения репликации $X \Leftarrow Y$ без учета ее успешности.

Если в схеме репликации существует дополнительно репликация $Z \Rightarrow W$, связанная с данными, получаемыми с сервера X , то она не имеет смысла в случае неудачи $X \Rightarrow Z$. Такая схема может быть организована, используя синхронизацию по времени. Здесь может возникнуть проблема рассинхронизированных часов в распределенной системе, решения которой можно найти, например, в [70].

Если в схеме прописана репликация $W \Leftarrow Z$, то такая репликация может начинаться только после успешного выполнения $X \Rightarrow Z$, о чем сервер W знать не может. В этом случае репликация может быть организована двумя путями.

1. Синхронизация репликаций $X \Rightarrow Z$ и $W \Leftarrow Z$ по времени с разнесением их на интервалы, зависящие от продолжительности выполнения репликации $X \Rightarrow Z$. Подход имеет недостатки, связанные с разным временем выполнения репликаций.

2. Выполнение репликации $W \Leftarrow Z$ только при успешной репликации $X \Rightarrow Z$, о чем сервер W может узнать различными

5. Разновидность 4-го пункта – сохранение в базе данных филиалов кодов соответствия своих данных с данными головного вуза. В таблицах филиалов появляются дополнительные поля, которые определяют код записи в корпоративной базе данных. Поля заполняются после выполнения репликации.

В КИС ВГУЭС выбраны два подхода: первый и последний. Первый подход позволяет определить для каждого филиала свой диапазон идентификаторов для персонала, так как в системе «Флагман» не используются ограничения по автоувеличению для идентификатора сотрудника и подразделения. Для студентов используется пятый подход с введением в таблицы дополнительных полей, так как на первичные ключи таблицы наложено требование автоувеличения.

Вторая проблема возникает в связи с возможным нарушением целостности данных при репликации. Например, в справочнике базы X ранее существовала запись, которую удалили в связи с тем, что не использовали в настоящем и не собираются использовать в будущем. Но в базу Y могли внести информацию, связанную с этой записью. При попытке реплицировать обновленный справочник из X в Y произойдет ошибка и репликация не будет выполнена. Решений этой проблемы может быть несколько.

1. Удаление всех связей в базе данных Y с записью, которую удалили в справочнике в базе X .

2. Замена связей с удаленной записью на некоторую заранее определенную связь (в том числе null или определенную запись из справочника в X) с уведомлением администратора.

3. Откат репликации с уведомлением администратора о причине.

В КИС ВГУЭС выбран второй и третий подходы. В случае, когда можно выполнить автоматическую замену связей в базе Y , такая замена выполняется. В случае, когда этого сделать нельзя, то уведомление об ошибке репликации с указанием причины отправляется администратору. Описания правил замены хранятся в ОРМД КИС.

При описании замены используется механизм понятий и атрибутов. Пусть описано понятие A с атрибутом C , которое принимает значения из области атрибута $D = \{d_i\}_{i=1}^N$ понятия B . Необходимо описать, что атрибут C в случае выхода из области D

- простота подключения веб-служб к КИС и использования их в проектах;

- возможность каталогизации веб-служб и их методов;

- возможность интеграции через Firewall.

К сожалению, несмотря на заявленную совместимость веб-служб от разных производителей, на практике при вызове методов веб-служб из программ разных производителей возникают проблемы, связанные с передачей сложных типов данных. Вторым серьезным недостатком технологии веб-служб – это низкая производительность при разборе больших массивов данных. Для некоторых приложений такая задержка может быть критичной, и в этом случае встает вопрос об использовании другой интегрирующей технологии.

Наилучшей альтернативной технологией интеграции в настоящее время может служить технология CORBA. Проблемы с использованием CORBA связаны, прежде всего, с тем, что CORBA не поддерживается технологией .Net. Для организации доступа к CORBA объектам из приложений .Net необходим адаптер, роль которого может играть, например, библиотека, разработанная на C++, содержащая работу с CORBA объектом.

Другие недостатки CORBA для интеграции рассматривались выше, тем не менее, CORBA часто может служить альтернативой веб-службам и в некоторых случаях может быть совмещена с веб-службами в рамках одной КИС.

В КИС ВГУЭС основной выбрана технология интеграции на основе веб-служб, но рассматриваются и альтернативные решения на CORBA, особенно в задачах, связанных с передачей больших массивов данных.

4.2. Подход к КИС, основанный на понятиях

Для того чтобы КИС быстро и адекватно реагировала на изменяющиеся бизнес-процессы деятельности вуза, чтобы была действительно необходимым инструментом сотрудников и студентов, КИС должна быть управляема, настраиваема бизнес-аналитиками, т.е. специалистами-предметниками, а не только программистами и администраторами. Для этого необходимо,

чтобы КИС оперировала терминами предметных областей деятельности вуза (рис. 2.1).

Для этого КИС можно представить как *совокупность автоматизированных бизнес-процессов, оперирующих понятиями предметной области*. Условно можно выделить два основных класса понятий – понятия предметной области и понятия ИТ-области [58, 82]. Например, понятие *Сотрудник* описывает сотрудника вуза и отражает предметную область, связанную с персоналом, понятие *Сервер* описывает сервер КИС вуза и отражает ИТ-область.

К понятиям предметной области относятся, например, *Сотрудник, Организация, Подразделение, Адрес, Студент, Дисциплина, Информационный ресурс, Телефон, Аудитория, Здание, Пластиковая карта, Договор, Тест, Расписание* и т.п. Эти понятия используются специалистами-предметниками – учебным управлением, деканатами и кафедрами, управлением планирования и бухучета, управлением персоналом и т.д. Понятия области ИТ – это *Сервер, База данных, Пользователь, Проект, Роль, Фильтр, Атрибут, Таблица, Метод, Параметр, Компонент* и т.п. Эти понятия используются ИТ-специалистами.

Понятие включает атрибуты, другие понятия и методы. Атрибуты и агрегированные понятия определяют внутреннее содержание понятия, а методы определяют действия, связанные с понятием. Одно и то же понятие может быть агрегированным в несколько разных понятий.

Между понятиями могут существовать отношения типа агрегации, когда понятие включает другие понятия. Примером агрегации может служить: *База данных включает таблицу, Кафедра принадлежит Институту*. Между понятиями могут существовать отношения ассоциации, когда понятия ассоциируются друг с другом. Примером ассоциации являются следующие отношения. *Студент учится по Учебному плану, Преподаватель ведет занятия по Дисциплине, Учебный план состоит из Дисциплин, Сотрудник живет по Адресу, Аудитория расположена в Здании* и т.п. Между понятиями могут существовать отношения наследования, когда производное понятие имеет, по крайней мере, один из атрибутов – постоянную величину. Например, *Дисциплина яв-*

2) $X \Leftarrow Y$ – реплицируются данные по персоналу и студентам из филиалов;

3) $X \Rightarrow Z$ – реплицируются данные по персоналу и студентам в ДМЗ.

Первая проблема – это проблема идентификационных ключевых полей. Так как физически базы данных разные, то возникает необходимость синхронизировать между собой первичные ключи таблиц. Существует несколько подходов к решению этой проблемы:

1. Определяется для каждой базы данных диапазон изменения уникальных идентификаторов, при репликации данных из филиала ввиду разных идентификаторов наложения не произойдет. Но так как на поле первичного ключа может быть наложено требование автоувеличения, то данное решение не будет корректным – диапазон будет нарушен после первой же репликации.

2. Разновидностью первого пункта может быть второй пункт, когда в каждой базе данных идентификаторы вычисляются по некоторой формуле. Например, всего филиалов не более 10, тогда остаток от деления на 10 идентификатора определяет, в какой базе генерируется идентификатор. Подход хорошо работает, если это учитывалось с самого начала построения КИС. Но так как база данных в корпоративной сети ВГУЭС существовала задолго до образования филиалов, то все идентификаторы уже определены и смена их невозможна ввиду того, что они используются в различных задачах (например, уникальный идентификатор студента наносится на индивидуальную пластиковую карту в виде штрих-кода).

3. Использование дополнительного идентификатора для определения базы данных. Подход требует изменения процедур идентификации уже существующих данных, что не всегда возможно.

4. Изменение кода в базе данных филиала в соответствии с кодами головного вуза. В каждой базе ведется нумерация в соответствии с общими правилами. Но при репликации данных идентификационные поля в базе данных филиалов заменяются на те, которые присвоились этим записям в корпоративной базе данных. Подход опасен тем, что при задержке в репликации возможно использование неизменных кодов в других задачах. Например, на основании только что введенных данных по студенту ему распечатывают идентификационную пластиковую карту с идентификационным кодом, который еще не был заменен.

ввод отвечает единственная серверная компонента. Такое ограничение позволяет локализовать поиск мест для исправления ввиду изменения модели данных и для поиска ошибок ввода. В некоторых системах это условие не выполняется.

4. Репликации бывают синхронные и асинхронные. Синхронные репликации выполняются одна после другой. Асинхронные репликации выполняются независимо друг от друга. В больших КИС, где много серверов, возникают проблемы некорректно выполненных репликаций. Например, реплицировать данные из корпоративного сервера в демилитаризованную зону имеет смысл только после того, как прошла репликация из филиалов в корпоративную базу данных. Общая схема репликации должна быть описана в ОРМД. Такая схема позволяет администратору КИС корректно обрабатывать ошибки в цепочке синхронных репликаций.

5. Каждый сервер СУБД имеет описание схем репликации, но в КИС представляет интерес общая схема репликаций, в которой отражено расписание и синхронизация репликаций из разных серверов. Такую схему можно реализовать средствами СУБД. Все репликации должны быть описаны, и описания хранятся в ОРМД КИС. Описание репликаций включает: сервер источник и получатель, реплицируемые данные (базы данных и таблицы), порядок проведения репликаций, время начала репликации, условия проведения репликации. Проблема возникает в синхронизации описания схемы в ОРМД и реализации ее средствами СУБД. Такая синхронизация может быть выполнена специализированной программой, которая либо, анализируя описание, корректирует реализацию, либо просматривает реализацию и корректирует описание. (Управление репликациями с помощью описаний в ОРМД в КИС ВГУЭС находится в стадии разработки).

Рассмотрим проблемы, возникающие в репликации данных между сервером корпоративных данных и серверами филиалов. Обозначим сервер корпоративных данных как X , сервер филиала как Y , и сервер, расположенный в ДМЗ, куда следует реплицировать данные, как Z . Репликацию с сервера X на сервер Y будем обозначать $X \Rightarrow Y$, репликацию с сервера Y на сервер X при инициализации с сервера X – $X \Leftarrow Y$. Порядок выполнения репликации следующий:

- 1) $X \Rightarrow Y$ – реплицируются справочники в филиалы;

ляется базовой по отношению к *Дисциплине для очной формы обучения*.

Понятие в большинстве случаев имеет проекцию на область базы данных, т.е. оно связано с некоторой таблицей или представлением. Одно понятие обычно имеет одну базовую таблицу или представление. Но полное описание понятия может включать несколько таблиц. Атрибуты отображаются на переменные примитивных типов и обычно хранятся в базовой таблице понятия, являясь одним из полей этой таблицы (или представления). Агрегированные понятия хранятся обычно в других таблицах.

Методы, связанные с понятиями, могут представлять собой описания действий, выраженные различными способами: методами серверных компонентов, хранимыми процедурами баз данных, сценариями работы, описанными декларативными средствами, и т.п. Серверная компонента (СК), хранимая процедура также являются понятием ИТ-области. С помощью методов могут выполняться различные манипуляции с понятиями – чтение, запись, редактирование, удаление, преобразование.

Для каждого понятия предметной области, а также понятий ИТ-области существуют как минимум три ассоциированных с понятием метода, которые позволяют прочитать экземпляр понятия из базы данных по его идентификатору, удалить экземпляр понятия и создать новый экземпляр понятия.

Описания всех понятий КИС хранятся в обобщенном репозитории метаданных (ОРМД). Понятия отличаются друг от друга по имени; в рамках КИС (или точнее в рамках ОРМД КИС) имя понятия должно быть уникальным.

Связи между понятиями могут осуществляться на логическом и физическом уровнях. Если связь между понятиями определена на уровне СУБД (в реляционных базах данных используется для этой цели концепция внешних ключей), то это – физическая связь, если связь между понятиями определяется на уровне логики программ, работающих с понятиями, то такая связь называется логической. Так как таблицы, связанные с понятиями, могут располагаться на разных серверах баз данных, то невозможно использовать средства СУБД, чтобы описать эти связи, и в этом случае связь всегда будет логической.

Понятия в ОРМД могут быть между собой связаны. Определены связи 2-х типов:

1) связь один к одному подразумевает, что понятие A связано только с одним экземпляром понятия B ;

2) связь один ко многим подразумевает, что понятие A может быть связано с несколькими экземплярами понятия B .

Связи между понятиями описываются указаниями на левый и правый источники связи (A и B), источник данных, в котором осуществляется связь, атрибуты связи, по которым сопоставляются понятия A и B , условия связи. При наличии дополнительных атрибутов у связи описывается понятие, которое содержит атрибуты связи между понятиями. Условия определяют условия для атрибутов. Такие условия можно использовать, когда в одном источнике связываем понятие A с понятиями B или C в зависимости от некоторого атрибута связи.

В ОРМД должны быть представлены как физические, так и логические уровни связи. При этом физический уровень связи получается автоматически из метаописания СУБД, а логический – вручную прописывается администратором ОРМД.

4.2.1. Логические отношения между понятиями

Логические отношения между понятиями могут быть контекстно-зависимые и контекстно-независимые. Контекстно-независимые отношения являются статическими и не изменяются во время работы с экземплярами понятий. Это означает, что если понятие A связано с понятием B , то A и B логически связаны все время своего существования.

Контекстно-зависимые отношения позволяют определить связи между понятиями, зависящие от атрибутов понятия. То есть в зависимости от значения одного или нескольких атрибутов понятия A он будет связан с одним из понятий некоторого множества понятий $B = \{B_i\}_{i=1}^M$. Контекстно-независимые отношения – это отношения между понятиями, а контекстно-зависимые – это в большей степени отношения между экземплярами понятий.

В связи с контекстно-зависимыми отношениями необходимо определить абстрактное понятие. Понятие B , агрегированное в понятие A , называется *абстрактным*, если оно не связано ни с какой таблицей или представлением, и всегда заменяется на дру-

4. Данные из корпоративной базы данных реплицируются на зеркальный сервер, чтобы обеспечить надежность функционирования системы в случае выхода из строя корпоративного сервера.

5. Данные реплицируются из одной базы данных в другую ввиду разной архитектуры этих баз данных. Например, в КИС ВГУЭС данные об организационной структуре и сотрудниках реплицируются из MS SQL Server в Lotus Notes для реализации информационной системы планирования и составления отчетов сотрудниками вуза.

В КИС ВГУЭС существует несколько правил репликации:

1. КИС вуза содержит различные базы данных на различных серверах, возможно различной архитектуры. Данные могут быть реплицированы с одного сервера на другой. Некоторые серверы содержат реплики из разных баз данных. Репликации организуются так часто, как необходимо (при изменении – один или несколько раз в час, один раз в день, один раз в неделю, один раз в месяц).

2. Для каждой области данных существует единственный сервер с первичными данными. Здесь под областью данных понимается предметная область (учебный процесс, управление персоналом, помещения и т.п.). Выделение первичного сервера позволяет избежать проблем двойного ввода. Понятие первичного сервера включает два ограничения. Во-первых, на этом сервере хранятся данные, которые введены в одной системе, а все другие системы только пользуются этими данными, никак их не меняя. Во-вторых, данные с этого сервера реплицируются на другие серверы, где они могут использоваться в режиме для чтения. Из этого правила могут быть исключения. Для организации интеграции с филиалами справочная информация реплицируется с первичного сервера на серверы филиалов. Но введенная в филиалах информация по сотрудникам и студентам реплицируется из филиалов на первичный сервер, откуда уже организуется репликация на другие серверы для ее использования. Во всех других случаях следует совмещать первичный сервер, откуда выполняются реплики, и сервер для ввода данных.

3. За ввод информации по отдельной области отвечает единственное приложение. В модели интегрированных приложений за

Для составления отчета пользователь определяет атрибуты группировки и вычисляемые значения. Атрибутами группировки для заданного отчета являются атрибуты *Специальность* и виртуальный атрибут *Учебный год*. Вычисляемое значение – это число экземпляров понятия *История обучения студента* с атрибутом *Статус*, равным «отчислен в связи с окончанием».

Таким образом, пользователь, который подготавливает макет отчета, оперирует понятиями предметной области. Задача администратора ОРМД корректно описать понятия и атрибуты, в том числе виртуальные, и связи между понятиями.

Другое решение отчетных систем на базе централизованного хранилища метаданных можно найти в работе [87].

4.3.2. Репликация данных

Репликация данных – это копирование данных из одного источника в другой [117]. Данные в КИС ВГУЭС реплицируются в нескольких случаях:

1. Данные из серверов корпоративных баз данных реплицируются на серверы, расположенные в демилитаризованной зоне (рис. 3.14). Основная причина такой репликации – требования безопасности, при которых запросы из внешней сети не должны проходить во внутреннюю корпоративную сеть.

2. Данные из одних корпоративных баз данных реплицируются на другие серверы. В этом случае причина репликации связана с повышением производительности, так как запросы одновременно к двум серверам выполняются медленнее, чем, если базы данных будут храниться на одном сервере. Такие репликации организуются для задач, где необходима высокая производительность или установлены требования реального времени.

3. Данные из корпоративных баз данных реплицируются на серверы филиалов и с серверов филиалов реплицируются в корпоративные базы данных. Репликации связаны с необходимостью построения распределенной базы данных, когда данные по филиалам вводятся в филиалах, а затем для дальнейшей работы, реплицируются в основную базу. Еще одной причиной репликации в этом случае является минимизация трафика между базами в рабочие часы. Репликации выполняются ночью в обе стороны.

гие понятия при работе с экземпляром понятия A . В общем случае понятие A содержит атрибут C и абстрактное понятие B , которое может быть заменено на один из элементов множества $D = \{D_i\}_{i=1}^N$ в зависимости от атрибута C :

$$A \rightarrow B = \begin{cases} D_1, A \rightarrow C \in S_1 \\ D_2, A \rightarrow C \in S_2 \\ \vdots \\ D_N, A \rightarrow C \in S_N \end{cases}, \text{ или } A \rightarrow B = \{D_i, A \rightarrow C \in S_i\}_{i=1}^N \quad (4.1)$$

Здесь S_i – это множество допустимых значений атрибута C , при котором выбирается понятие D_i . В общем случае понятие D_i является частью некоторого понятия P . В этом случае понятия A и P связаны контекстно-зависимой связью.

Условия (4.1) описываются в ОРМД, который должен поддерживать непротиворечивость и полноту множества допустимых значений атрибутов. Пусть S – это полное множество всех возможных значений атрибута C . S_i – это множество допустимых значений атрибута C , при котором выбирает элемент D_i . Непротиворечивость в этом случае означает, что

$$\bigcap_{i=1}^N S_i = \emptyset. \quad (4.2)$$

Полнота описания условий требует описания всех условий выбора, т.е.

$$S = \bigcup_{i=1}^N S_i \quad (4.3)$$

Выражения (4.2) и (4.3) могут быть легко проверены специализированными процедурами и при нахождении ошибок организовано извещение администратора КИС.

Выражение (4.1) описывает условие, в котором контекстно-зависимые отношения определяются единственным атрибутом C . В более общем случае отношения могут определяться несколькими атрибутами $\{C_k\}_{k=1}^M$. Между атрибутами допустимы объединения по «И» и «Или».

Простейшим способом проверки непротиворечивости данных в случае с множеством атрибутов является выборка всех экземпляров понятия A , по каждому условию с дальнейшим сравнением полученных множеств на пересечение

$$\{a_i, a_i - > C_j \in S_i^{(j)}, j = \overline{1, M}, i = \overline{1, N}\} \quad (4.4)$$

Для непротиворечивости данных необходимо, чтобы выполнялось следующее условие

$$\bigcap_{i=1}^N a_i = \emptyset.$$

Для полноты информации необходимо также, чтобы выполнялось условие

$$a = \bigcup_{i=1}^N a_i,$$

где a – все экземпляры понятия A .

Полнота условий будет выполняться тогда, когда для каждого элемента из множества допустимых значений для атрибута C_k $\{S_l^{(k)}\}_{l=1}^{L_k}$ определены все элементы из множества допустимых значений для атрибута C_{k+1}

$$\{S_l^{(k)}\}_{l=1}^{L_k} \leftrightarrow \{S_l^{(k+1)}\}_{l=1}^{L_{k+1}} \quad \forall k$$

Здесь L_k – число допустимых значений атрибута C_k .

Общее допустимое множество значений – это произведение

$$S = \prod_{k=1}^M \{S_l^{(k)}\}_{l=1}^{L_k}.$$

Непротиворечивость условий будет выполняться тогда, когда каждый набор допустимых значений, объединенных по «И»

$$\bigcap_{k=1}^M S_{i_k}^{(k)}, \forall i_k \in L_k, \text{ получен только единственным условием (4.4).}$$

Рассмотрим примеры контекстно-зависимых отношений между понятиями в КИС вуза.

Пример 1. Пусть существуют понятия A , E и G . Понятие A имеет контекстно-зависимую связь с понятиями E и G . Понятие A

ручения студента имеет виртуальный атрибут – учебный год. Понятие *История обучения студентов* связано с понятием *Учебный план*, которое, в свою очередь, связано с понятием *Образовательная программа*, имеющим атрибут *Специальность*.

а)

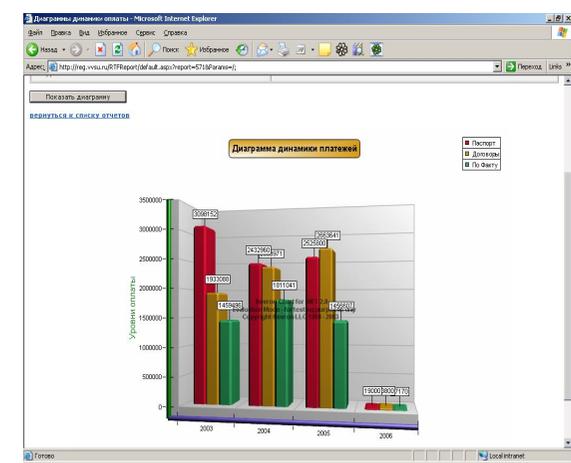


Рис. 4.10. Пример отчетов из данных хранилища в табличной и графической формах

Кодом [91]. OLAP позволяет обрабатывать данные: выполнять логический и статистический анализ, многовариантный анализ в ограниченное время. Большинство производителей СУБД поддерживают технологию OLAP.

Основная цель хранилища данных – обеспечивать режимы быстрого доступа к данным для получения отчетов. КИС вуза является инструментом управления, поэтому без хранилища данных КИС не обходится, тем более, когда уровень информатизации достаточно высок и можно получать сложные отчеты, описывающие широкие и глубокие взаимосвязи между процессами и данными.

Для реализации хранилища можно использовать как инструменты OLAP, так и процедуры, функции или триггеры. Для КИС, в которой много различных СУБД, хранилище может быть организовано обоими способами. В КИС ВГУЭС хранилище организуется как средствами OLAP технологии, так и процедурами базы данных, в которых выполняются агрегированные вычисления и сохранения результирующих последовательностей.

Для работы с хранилищем в КИС ВГУЭС используется система создания веб-отчетов. Система веб-отчетов позволяет формировать отчеты и табличной и графической формах (рис. 4.10).

Технология OLAP значительно упрощает создание агрегированных отчетов, но в таком подходе есть серьезный недостаток. Требуется программист (или администратор базы данных), который настраивает процедуру выбора данных в хранилище. Это означает, что пользователи самостоятельно не могут настроить процедуры извлечения данных и формирования хранилища. Технология OLAP позволяет пользователям формировать различные отчеты из настроенных кубов, но формировать кубы должны ИТ-специалисты.

Одной из задач развития КИС является обеспечение возможности пользователям самим формировать кубы без привлечения ИТ-специалистов. Для этой цели следует использовать подход на основании ОРМД и понятий.

Например, необходимо сформировать данные для получения информации по числу выпускников по годам, с детализацией по специальностям. Такой отчет интересен с точки зрения тенденции изменения числа выпускников в зависимости от специальности. Для отчета необходимо рассмотреть понятия *История обучения студента*, *Образовательные программы*, *Учебные планы*. Понятие *Исто-*

агрегирует атрибут *C* и абстрактное понятие *B*. Понятие *E* агрегирует понятие *D*, понятие *G* агрегирует понятие *F*. Понятие *B* в зависимости от атрибута *C* может ассоциироваться с понятием *D* или понятием *F*. Понятия *D* и *F* имеют образ в базе данных, т.е. им соответствуют таблицы и представления. Ввиду абстрактности понятия *B* понятие *A* содержит либо понятие *D*, либо понятие *F*, в зависимости от понятия *C*.

Необходимо зафиксировать отношения между *B*, *D* и *F*, определяя условия отношений (допустимые значения атрибута *C*) в ОРМД.

Например,

$$A \rightarrow B = \begin{cases} E \rightarrow D, & \text{if } A \rightarrow C = 1 \\ G \rightarrow F, & \text{if } A \rightarrow C = 2 \end{cases}$$

В общем случае экземпляр понятия *A* может иметь несколько атрибутов *C*, которые могут быть равными и 1 и 2. В этом случае экземпляр понятия *A* содержит два абстрактных понятия *B* или, точнее, одно понятие *D* и одно понятие *F*.

Понятие *A* можно считать полиморфным, т.е. оно может принимать различные формы или даже несколько форм одновременно.

4.2.2. Атрибуты понятия

Атрибуты понятия, как указывалось выше, принадлежат понятию. Атрибуты обычно связаны с базовой таблицей понятия, но могут располагаться и отдельно. Для обеспечения возможности настраивать информационные системы пользователям КИС необходимо рассмотреть *виртуальный атрибут*.

Виртуальный атрибут – это атрибут, не имеющий прямой проекции на область баз данных. То есть с виртуальным атрибутом не сопоставляется единственное поле некоторой таблицы. Виртуальный атрибут – это характеристика понятия, которая является результатом некоторого выражения. Выражение может использовать одно или несколько полей (атрибутов), результатом имея одну характеристику.

Например, понятие *История обучения студента* имеет атрибутами даты начала и окончания связи студента с учебной программой в рамках одного статуса (обучение/академический отпуск/отчислен по окончанию/отчислен по неуспеваемости и т.п.).

Во многих отчетах необходимы не даты начала и конца связи студента с учебной программой, а учебный год, в который связь имела место. Например, число студентов, обучающихся на специальности «Экономика и управление» в 2000/01 уч. году. В такой ситуации необходимо добавить виртуальный атрибут, описывающий учебный год связи. В приведенном примере два реальных атрибута – дата начала и окончания связи – могут транслироваться в один виртуальный атрибут – учебный год.

4.2.3. Общие правила описания понятий

Здесь мы рассмотрим некоторые базовые понятия КИС вуза. Конечно, нет места, да и смысла рассматривать все понятия КИС, но на некоторых стоит остановиться, так как они позволяют не только описать предметную область, но и реализовать описание связей между моделями.

Описание понятий КИС вуза будет содержать краткое описание, обязательность и множественность, атрибуты, агрегированные понятия.

Название понятия

Attribute1 [1] – обязательный, встречается 1 раз

Attribute2 [0..1] – необязательный, встречается не более 1 раза

Attribute3 [1..*] – обязательный, встречается 1 и более раз

Attribute4 [0..*] – необязательный, встречается несколько раз

4.2.4. Основные понятия КИС

Понятие InformationEnvironment

Понятие InformationEnvironment используется как контейнер всех понятий информационной среды вуза. Это понятие всегда содержит по крайней мере элемент InformationTechnology (рис. 4.5). Встречается один раз для одной организации.

Атрибуты:

1. ID_Enterprise [1] – уникальный идентификатор организации.

2. FullOrganizationName [1] – полное название образовательного учреждения, чья информационная среда описывается.

3. ShortOrganizationName [0..1] – краткое название образовательного учреждения, чья информационная среда описывается.

$$w_{ij}^{zB} = \begin{cases} 1, & \text{если } b_j \text{ база данных функционирует на } z_i \text{ сервере} \\ 0, & \text{иначе} \end{cases} \quad (4.28)$$

$$w_{ij}^{sB} = \begin{cases} 1, & \text{если } s_j \text{ серверная компонента взаимодействует с } b_i \text{ базой данных} \\ 0, & \text{иначе} \end{cases} \quad (4.29)$$

Выражение 4.29 описывает более общие связи, чем отношение 410.

$$w_{ij}^{BB} = \begin{cases} 1, & \text{если } b_j \text{ база данных имеет реплику из } b_i \text{ базы данных} \\ 0, & \text{между базами данных нет никаких отношений} \\ 2, & \text{если } b_j \text{ база данных логически связана с } b_i \text{ базой данных} \end{cases} \quad (4.30)$$

Соотношения (4.17)–(4.19) используются в процедурах управления КИС для определения взаимодействий между пользователями, данными, проектами и методами СК. Они позволяют оценить действия пользователей по изменению и использованию данных КИС. Соотношения (4.23)–(4.26) используются в оценке эффективности архитектуры серверной фермы КИС и при настройках управления СК. В настоящее время процедуры управления КИС по соотношениям (4.17)–(4.19) и (4.23), (4.24) находятся в стадии разработки.

4.3. Интеграция данных

Интеграция данных одна из самых важных задач построения КИС. Существуют три аспекта интеграции данных – репликация данных, технология хранилища данных и интеграция данных по требованию.

4.3.1. Хранилища данных

Один из авторов концепции хранилища данных Р. Кимбал определил базовые требования к хранилищу [101, 102]:

- поддержка высокопроизводительного доступа к данным в хранилище;
- поддержка непротиворечивости данных;
- реализация анализа данных;
- поддержка полноты и корректности данных.

Основной технологией хранилища данных является On-line Analytic Processing (OLAP), концепция которой была разработана

2. Name [1] – уникальный атрибут в рамках класса.
3. Description [0..1] – описание атрибута.
4. ID_SysObject [0..1] – идентификатор хранилища атрибута. База данных атрибута совпадает с бой данных класса. В некоторых случаях и место хранения атрибута совпадает с местом хранения класса, но в других случаях для атрибутов используется отдельное место хранения.

5. FieldName [1] – имя поля, или переменной, описывающей атрибут.

Агрегированное понятие:

1. DB_Condition [0..1] – условие выделения

Понятие **DB_Relation** предназначено для описания отношений между понятиями – наследования, агрегации или ассоциации.

Атрибуты:

1. ID_SysObject [1]: integer – таблица или представление физической связи отношений.
2. ObjectField [1] – поле, характеризующее первый класс.
3. ParentField [1] – поле, характеризующее второй класс.

Агрегированные понятия:

1. DB_Class [1] – класс, отношения которого описываем.
2. DB_ParentClass [1] – класс, отношения с которым имеет предыдущий класс.
3. RelationType [1] тип отношений (наследования/агрегация/ассоциация).
4. DB_DB [1] – база данных, в которой хранится физическая связь отношений.

КИС состоит из серверов, серверных компонентов, баз данных и отношений между ними $\{Z, S, B, E\}$, где $Z = \{z_l, l = \overline{0, L-1}\}$ – серверы; $S = \{s_m, m = \overline{0, M-1}\}$ – серверные компоненты; $B = \{b_j, j = \overline{0, J-1}\}$ – базы данных; $E = W^{ZS} \cup W^{ZB} \cup W^{SB} \cup W^{BB}$ – отношения между серверами, базами данных и серверными компонентами

Отношения между серверами и серверными компонентами определяются 4.26. Отношения между серверами и базами данных определяются:

Агрегированные понятия:

1. InformationTechnology [1] определяет область ИТ-понятий информационной среды.

2. Domain [0..1] определяет область понятий контуров информатизации вуза.

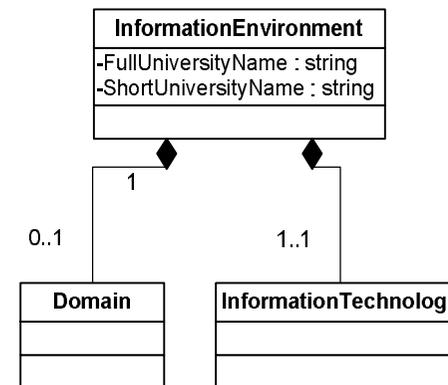


Рис. 4.5. Основные классы информационной среды

В контексте этого раздела КИС представляется как

$$IE = \{Dm, IT\},$$

где $Dm = \{d_i\}, i = \overline{0, I-1}$ – множество понятий предметной области;

$IT = \{t_i\}, i = \overline{I, I+J-1}$ – множество понятий управления информационной средой.

Область ИТ может быть рассмотрена на нескольких уровнях:

- 1) как совокупность проектов, серверных компонентов, пользователей, данных и т.п.;
- 2) как совокупность метапонятий, метаотношений и т.п.;
- 3) как совокупность серверов, компьютеров и коммуникационных устройств.

Первый уровень относится к управлению КИС. Второй уровень связан с возможностью описания КИС и понятий предметной области. Третий уровень соотносится с физической инфраструктурой КИС.

4.2.4.1. Понятия ИТ-области

Первый уровень – понятия управления информационной средой

Основным понятием информационного окружения является проект (**Project**) (рис. 4.6). Проекты объединены в группы проектов (**ProjectGroup**). Группа проектов имеет атрибутом название и набор проектов.

Понятие **ProjectGroup** предназначено для навигации среди проектов КИС. Проекты объединяются по функциональному признаку, например, группа проектов управления учебным процессом, административного управления, финансового управления или группа проектов поддержки учебного процесса. КИС содержит не менее одной группы проектов. Число групп определяется главным администратором КИС, исходя из концепции КИС.

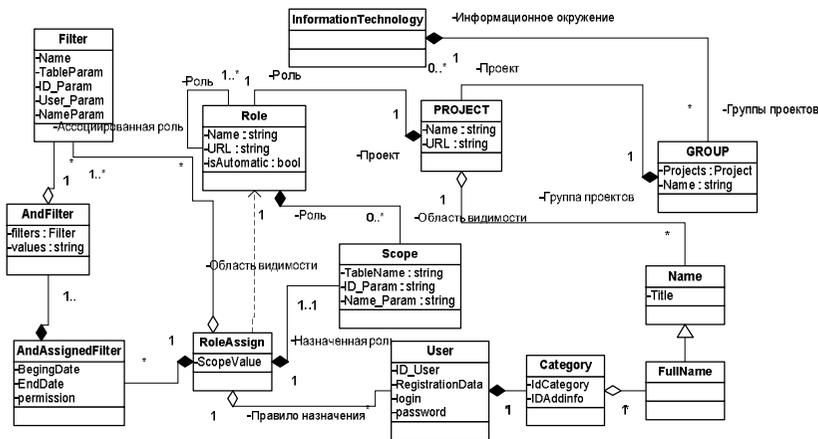


Рис. 4.6. Объекты управления информационной средой

Атрибуты:

1. ID_ProjectGroup[1] – уникальный идентификатор группы проекта в КИС;
2. Name [1] – название группы проектов.

Агрегированное понятие:

1. Project [0..*] – проекты, входящие в группы

Понятие **Project** предназначено для управления информационными ресурсами КИС. Проект – это одно или несколько свя-

Понятие **DB_DB** предназначено для описания используемых в КИС баз данных., входит не менее одного раза в **InformationTechnology**.

Атрибуты:

1. ID_DB[1] – идентификатор базы данных
2. Name [1] – название базы данных
3. Port [1] – номер порта для соединения с базой данных

Агрегированные понятия:

1. DB_OS [1] – операционная система
2. DB_Server [1] – сервер баз данных
3. DB_DBMS [1] – СУБД

Понятие **DB_Class** предназначено для описания используемых в КИС понятий, входит не менее одного раза в **InformationTechnology** и может быть много раз в контейнере **Domain**.

Атрибуты:

1. ID_Class[1] – идентификатор класса.
2. Name [1] – уникальное название класса в рамках области видимости InformationTechnology и Domain.

3. StorgeType [1]: – способ реализации объектов класса (таблица базы данных/ представление базы данных/серверная компонента – веб-службы/серверная компонента-CORBA объект/серверная компонента – СОМ объект/серверная компонента – приложение/формула).

4. ID_SysObject [0..1]– идентификатор хранения класса. Однозначно определяет место хранения объектов данного класса или место их описания.

5. Description [0..1] – описание класса.

Агрегированные понятия:

1. DB_DB [1] – база данных, где хранятся объекты данного класса или их описание.

2. DB_Condition [0..1] – условие выделения.

3. DB_Attribute [0..*] – атрибуты класса.

4. DB_Method [0..*] – методы класса.

Понятие **DB_Attribute** предназначено для описания атрибутов используемых в КИС понятий, входит несколько раз в **DB_Class**.

Атрибуты:

1. ID_Attribute [1] – идентификатор атрибута.

Соотношение (4.27) определяет связь компонентов и серверов. При выборе сервера для выполнения запроса к серверной компоненте на первом шаге из этого соотношения выбираются доступные для компоненты серверы. На втором шаге по соотношению (4.27) выбирается тот сервер, который имеет наибольший пропускной канал с сервером, с которого выполняется запрос к серверной компоненте.

4.2.4.4. Объекты описания информационной среды

Для построения настраиваемого программного обеспечения необходимо иметь описания понятий и их взаимосвязей, а также их поведения. Для описания метаданных используются специализированные понятия (рис. 4.9).

Понятие **DB_DBMS** предназначено для описания используемых в КИС СУБД, входит не менее одного раза в Information-Technology.

Атрибуты:

1. ID_DBMS [1] – идентификатор СУБД
2. Name [1] – название СУБД
3. Version [1] – версия СУБД

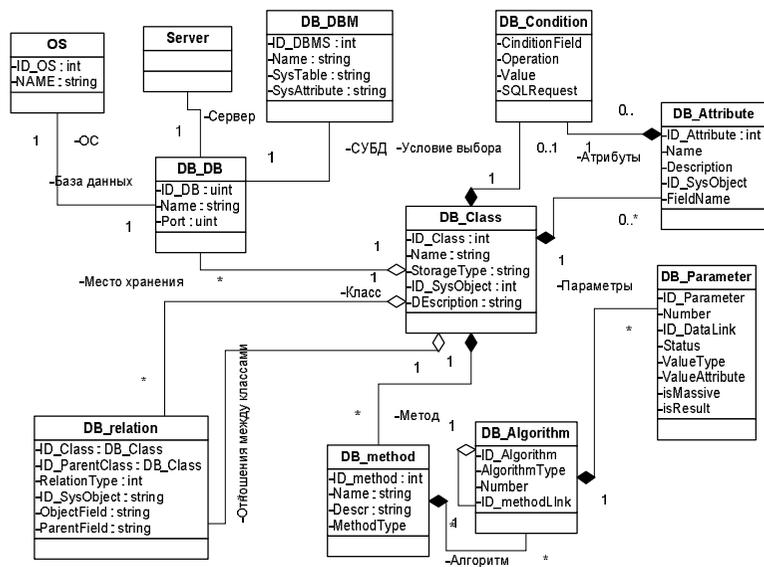


Рис. 4.9. Классы описания объектов КИС

занных между собой приложений КИС, собирающих и анализирующих данные КИС для автоматизации некоторого делового процесса.

Атрибуты:

1. ID_Project[1] – уникальный идентификатор проекта в КИС.
2. Name [1] – название проекта.
3. URL [0..1] – адрес URL для веб-проектов.
4. Description [0..1] – описание проекта, целевое назначение.

Агрегированные понятия:

1. User [0..1] – пользователь, от имени которого работает проект, проект обращается к СК для получения доступа к ресурсам или для получения данных, выступая в роли User.
2. Role [1..*] – роли в проекте, описывают набор функциональных обязанностей пользователей проекта.

Понятие **Role** предназначено для описания совокупности некоторых возможностей пользователя в рамках некоторого проекта. Каждый проект содержит не менее одной роли.

Атрибуты:

1. ID_Role[1] уникальный идентификатор роли.
2. Name [1] – название роли.
3. URL [0..1] – адрес URL для роли.
4. Description [0..1] – описание роли, целевое назначение, функциональные обязанности.
5. Default [0..1] – параметр, определяющий возможность назначить данную роль пользователям автоматически.

Агрегированные понятия:

1. Scope [0..1] – области видимости;
2. Role [0..*] – роли, которые имеют связь с описываемой ролью.

Понятие **Scope** предназначено для описания области видимости роли проекта. Область видимости – это способ ограничения области данных, доступных для пользователя с некоторой ролью. Роль может содержать не более одного типа области видимости.

Атрибуты:

1. TableName [1] – имя таблицы, представления или собственно запрос, которые описывают область видимости.
2. ID_PARAM [1] – название поля, по которому определяется область видимости.

3. NameParam [1] – название поля, которое выводится для отображения пользователю для выбора области видимости.

Понятие **User** предназначено для описания пользователей КИС. Входит более одного раза в контейнер Information Technology.

Атрибуты:

1. ID_User [1] – уникальный идентификатор пользователя.

2. RegistrationDate [1] – дата регистрации пользователя.

3. Category [1..*]: – категории пользователя (возможно иметь несколько категорий) категории – студент/сотрудник/внешний пользователь/проект/серверная компонента/пользователь баз данных/уволенный сотрудник/отчисленный студент

Агрегированное понятие:

1. UserAccount [1..*] – описание учетной записи

Понятие **Filter** предназначено для выделения подмножества множества пользователей на основании некоторого правила. Входит более одного раза в контейнер InformationTechnology.

Атрибуты:

1. ID_Filter [1] – уникальный идентификатор фильтра.

2. Name [1] – название фильтра.

3. Request [1] – таблица или запрос, на основе которого выделяется множество пользователей.

4. ID_Param [1] – название поля из запроса Request, по которому определяются группа пользователей.

5. Name_Param [1] – название поля из запроса Request, которое позволяет выделять администратору группу пользователей.

6. User_Param [1] – название поля из запроса Request, которое определяет пользователя КИС.

7. ISLike [0..1] – признак вложенности групп пользователей.

Агрегированное понятие:

1. UserAccount [1..*] – описание учетной записи.

Понятие **AndFilter** предназначено для описания наложения фильтров по «И». Входит один раз в контейнер AndAssignedFilter.

Агрегированные понятия:

1. Filter [1..*] – фильтры, наложенные по «И».

2. Values [1..*] – значения параметра фильтра.

Понятие **COM** предназначено для описания COM объектов, встречается много раз в пространстве имен серверных компонентов, может быть совмещено с **ServerComponent**.

Понятие **DB_Procedure** предназначено для описания хранимых процедур и функций, встречается много раз в пространстве имен серверных компонентов, может быть совмещено с **ServerComponent**.

Агрегированное понятие:

1. DB_DB [1..*] – все возможные базы данных для данной компоненты.

Понятие **DB_Formula** предназначено для описания формул, встречается много раз в пространстве имен отдельного проекта, может быть совмещено с **ServerComponent**.

Агрегированное понятие:

1. DB_Operation [1..*]: – все возможные базы данных для данной компоненты

Понятие **DB_Operation** предназначено для описания формул, встречается много раз в пространстве имен отдельного проекта, может быть совмещено с **ServerComponent**.

Агрегированное понятие:

1. DB_Operand [1..2] – все возможные базы данных для данной компоненты.

Понятие **DB_Operand** предназначено для описания формул, встречается много раз в пространстве имен отдельного проекта.

Агрегированное понятие:

1. DB_Operand [1..2] – все возможные базы данных для данной компоненты.

Бизнес-логика КИС реализуется с помощью серверных компонентов $S = \{s_m, l = \overline{0, M-1}\}$. Каждая серверная компонента может выполняться на нескольких серверах $\{z_l, l = \overline{0, L-1}\}$. Возможность функционировать серверной компоненте на сервере определяется $W^{ZS} = \{w_{ij}^{ZS}, i = \overline{0, M-1}, j = \overline{0; L-1}\}$,

$$w_{ij}^{ZS} = \begin{cases} 1, & \text{если } s_j \text{ компонента функционирует на } z_i \text{ сервере} \\ 0, & \text{иначе} \end{cases} \quad (4.27)$$

3. Keywords [0..*] – набор ключевых слов, по которому можно найти серверную компоненту

4. Description [0..1] – краткое описание целевого назначения компоненты

Агрегированное понятие

1. SC_Documentation [0..1] – полное описание.

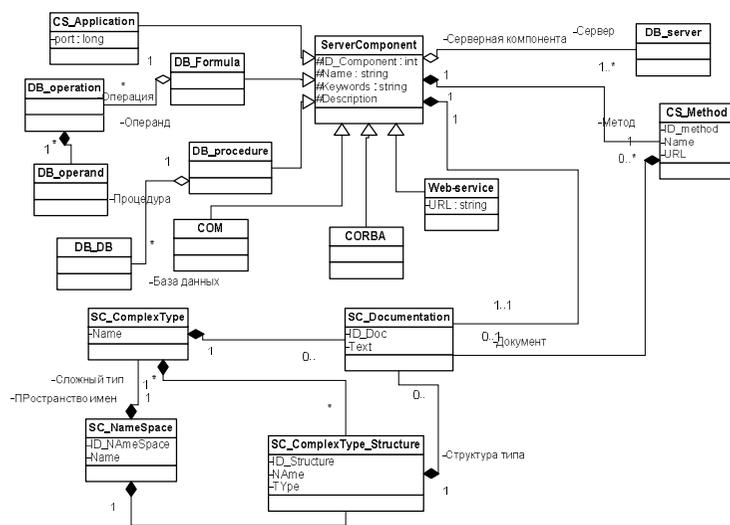


Рис. 4.8. Классы описания реализации

Понятие **Web-service** предназначено для описания веб-служб, встречается много раз в пространстве имен серверных компонентов. Может быть совмещено с **ServerComponent**.

Атрибуты:

1. URL [1..*] – все возможные URL веб-службы

Понятие **CORBA** предназначено для описания CORBA объектов, встречается много раз в пространстве имен серверных компонентов, может быть совмещено с **ServerComponent**.

Понятие **AndAssignedFilter** предназначено для описания назначения сгруппированных по «И» фильтров. Входит не менее одного раза в правила назначения роли.

Атрибуты:

1. BeginDate [1]: – дата начала назначения роли пользователям.

2. EndDate [0..1] – дата окончания назначения роли пользователю. При отсутствии – срок действия неограничен.

3. Permission [1] – признак разрешения или запрещения роли.

Агрегированное понятие:

1. AndFilter[1] – наложенные по «И» фильтры с заданными параметрами.

Понятие **RoleAssign** предназначено для описания правил назначения некоторой роли на выборку пользователей.

Атрибуты:

1. ScopeValue [0..1]: string[256] – параметр, определяющий область видимости.

Агрегированные понятия:

1. User [1..*] – множество всех пользователей КИС.

2. AndAssignedFilter [1..*] – объединение по «ИЛИ» сгруппированных по «И» фильтров.

3. Filter [0..1] – фильтр, используемый для ролей, который могут назначаться автоматически на основании привязки пользователя.

Методы

- Assign (Role, Scopevalue) – генерация назначения роли пользователю ИСВ

В контексте этого раздела область информационных технологий КИС можно представить как

$$IT = \{U, P^G, S, D, F, E\},$$

где $U = \{u_i\}, i = \overline{0, N-1}$ – множество пользователей КИС,

$P^G = \{p_k\}, k = \overline{0, K-1}$ – множество проектов КИС,

$S = \{s_m\}, m = \overline{0, M-1}$ – серверные компоненты КИС,

$D = \{d_q\}, q = \overline{0, Q-1}$, данные КИС $F = \{f_l\}, l = \overline{0, L-1}$ – фильтр-

ры, $p_k = \{R, u_k\}$ – проект – это совокупность ролей и учетной записи проекта, $R = \{r_j, q_j\}, j = 1, J-1$ – роли проекта с правилом выбора области видимости. $s_m = \{v_{mk}\}, k = 0, M_m - 1$ – серверная компонента с точки зрения ее использования – это совокупность методов.

Между различными понятиями ИТ-области возможны связи, которые описываются

$$E = E^{UP} \cup E^{PS} \cup E^{SS} \cup E^{SD} \cup E^{PD},$$

где E^{UP} – описывает связи пользователей и проекта

$$E^{UP} = \{e_{ij}^k\} = \begin{cases} 1, & u_i\text{-пользователю назначена } r_j \text{ роль в } p_k \text{ проекте} \\ 0, & u_i\text{-пользователю не назначена } r_j \text{ роль в } p_k \text{ проекте} \\ -1, & u_i\text{-пользователю запрещена } r_j \text{ роль в } p_k \text{ проекте} \end{cases} \quad (4.5)$$

E^{PS} – описывает связи между проектами и серверными компонентами

$$E^{PS} = \{e_{ij}\} = \begin{cases} 1, & p_i\text{-проекту назначен доступ к } s_j \text{ серверной компоненте} \\ 0, & p_i\text{-проекту не назначен доступ к } s_j \text{ серверной компоненте} \\ -1, & p_i\text{-проекту запрещен доступ к } s_j \text{ серверной компоненте} \end{cases} \quad (4.6)$$

E^{SS} – описывает связи между серверными компонентами.

$$E^{SS} = \{e_{ij}\} = \begin{cases} 1, & s_i\text{-компоненте назначен доступ к } s_j \text{ серверной компоненте} \\ 0, & s_i\text{-компоненте не назначен доступ к } s_j \text{ серверной компоненте} \\ -1, & s_i\text{-компоненте запрещен доступ к } s_j \text{ серверной компоненте} \end{cases} \quad (4.7)$$

E^{SD} – описывает связи между серверными компонентами и данными.

$$E^{SD} = \{e_{ij}\} = \begin{cases} 1, & s_i\text{-компоненте назначен доступ к } d_j \text{ области данных} \\ 0, & s_i\text{-компоненте не назначен доступ к } d_j \text{ области данных} \\ -1, & s_i\text{-компоненте запрещен доступ к } d_j \text{ области данных} \end{cases} \quad (4.8)$$

E^{PD} – описывает связи между серверными компонентами и данными.

$$E^{PD} = \{e_{ij}\} = \begin{cases} 1, & p_i\text{- проекту назначен доступ к } d_j \text{ области данных} \\ 0, & p_i\text{- проекту не назначен доступ к } d_j \text{ области данных} \\ -1, & p_i\text{- проекту запрещен доступ к } d_j \text{ области данных} \end{cases}$$

Взаимодействие с серверными компонентами может быть детализировано до взаимодействия с отдельными методами. В этом

возможны и наихудшие варианты, когда из двух соединений выбирается наиболее медленное, в этом случае в формуле (4.23) используется операция \cap (табл. 4.3).

В выражениях (4.20)–(4.22) операция \bullet определяется аналогично (4.23). Таким образом, выражение (4.22) с операцией \bullet , определяемой (4.23), описывает максимальную пропускную способность между серверами.

Пропускная способность между серверами должна учитываться при проектировании КИС и при функционировании КИС, когда необходимо выбирать между серверными компонентами, расположенными на различных серверах.

4.2.4.3. Объекты реализации алгоритмов

Реализация алгоритмов работы в КИС выполняется различными агентами:

1. Серверные компоненты:
 - 1.1. Веб-службы;
 - 1.2. CORBA – компоненты;
 - 1.3. DCOM – компоненты.
2. Процедуры и функции базы данных.
3. Формулы, описанные в базе данных.
4. Приложения.

Базовым классом является абстрактная серверная компонента (ServerComponent) (рис. 4.8).

Понятие **DB_Procedure** предназначено для описания хранимых процедур и функций, встречается много раз в пространстве имен серверных компонентов, может быть совмещено с понятием **ServerComponent**.

Агрегированное понятие:

1. DB_DB [1..*] – все возможные базы данных для данной компоненты.

Понятие **ServerComponent** предназначено для описания основных характеристик компонентов, выполняющих вычисления.

Атрибуты:

1. ID_Component [1] – уникальный идентификатор серверной компоненты
2. Name [1] – название серверной компоненты

Выражение (4.24) описывает не только связи между серверами через единый коммутатор, но и те, которые проходят через еще один дополнительный коммутатор $z_1 \Leftrightarrow h_1 \Leftrightarrow h_2 \Leftrightarrow z_2$.

Очевидно, что для получения полной связи между серверами необходимо вычислить все возможные связи между устройствами

$$W^{(K)ZZ} = W^{ZH} \cdot (W^{HH})^{K-1} \cdot (W^{ZH})^T \quad (4.25)$$

С точки зрения эффективности работы КИС, связи между серверами – это важный параметр, который необходимо учитывать при разработке инфраструктуры КИС. Отношения (4.21)–(4.25) рассматривают соединения только с точки зрения «есть/нет». Но с точки зрения эффективности КИС интерес представляет и пропускная способность канала между серверами. Для этого изменим определение (4.21).

$w_{ik} = G_{ik}$, где G – относительная пропускная способность канала между устройством $s_i(h_i)$ и устройством h_k . Относительная пропускная способность определяется как абсолютная пропускная способность между устройствами, деленная на максимальную пропускную способность в корпоративной сети вуза.

В этом случае выражение (4.22) изменится на

$$W^{ZH} = W^{ZH} \cdot W^{HH} = \left\{ w_{ij}'' = \bigcup_{0 \leq k \leq K-1} w_{ik}^{ZH} \circ w_{kj}^{HH}, i=0, L-1, j=0, K-1 \right\} \quad (4.26)$$

Коммутативные операции \cup и \circ определяются согласно табл. 4.26.

Таблица 4.26

Определение операций при расчете пропускной способности сети

a	B	$a \cup b$	$a \circ b$	$a \cap b$
$A > 0$	$B > 0$	Max (A,B)	Min(A,B)	Min(A,B)
$A=0$	$B > 0$	B	0	B
$A=0$	$B=0$	0	0	0

Операция \cup определяет наилучший вариант соединения между устройствами при возможности выбора. Но на практике воз-

случае выражение (4.6) с учетом определения серверной компоненты как совокупности методов переписывается в форме

$$E^{PV} = \{e_{ij}^{kn}\} = \begin{cases} 1, p_i\text{- проекту назначен доступ к } v_j \text{ методу } s_k\text{-компоненты} \\ 0, p_i\text{- проекту не назначен доступ к } v_j \text{ методу } s_k\text{-компоненты} \\ -1, p_i\text{- проекту запрещен доступ к } v_j \text{ методу } s_k\text{-компоненты} \end{cases} \quad (4.9)$$

Выражение (4.7) также может быть детализировано до используемых методов

$$E^{VV} = \{e_{ij}^{kn}\} = \begin{cases} 1, \text{ методу } v_i \text{ компоненты } s_k \text{ назначен доступ к методу } s_n \cdot v_j \\ 0, \text{ методу } v_i \text{ компоненты } s_k \text{ не назначен доступ к методу } s_n \cdot v_j \\ -1, \text{ методу } v_i \text{ компоненты } s_k \text{ запрещен доступ к методу } s_n \cdot v_j \end{cases} \quad (4.10)$$

Детализация возможна и для (4.8).

$$E^{VD} = \{e_{ij}^k\} = \begin{cases} 1, v_i\text{- методу } s_k \text{ компоненты назначен доступ к } d_i \text{ области данных} \\ 0, s_i\text{- компоненте не назначен доступ к } d_j \text{ области данных} \\ -1, s_i\text{-компоненте запрещен доступ к } d_j \text{ области данных} \end{cases} \quad (4.11)$$

Общее множество отношений в случае детализации представляется в виде

$$E = E^{UP} \cup E^{PV} \cup E^{VV} \cup E^{VD} \cup E^{PD}.$$

Используя соотношения (4.5), (4.9–4.11), можно определить:

- 1) связи между любым проектом и всех прямо или косвенно вызываемых методов серверных компонентов;
- 2) связи между проектом и данными, с которыми проект оперирует;
- 3) связи между пользователями и данными, с которыми пользователь работает.

Коммутативные операции логического умножения и сложения связей определены в табл. 4.1.

Таблица 4.1

Определение операций логического умножения и сложения связей

a	b	$a \wedge b$	$a \vee b$
1	2	3	4
1	1	1	1
1	0	0	1

Окончание табл. 4.1

1	-1	-1	1
-1	0	-1	-1
0	0	0	0
-1	-1	-1	-1

Описание связи между пользователем и методом серверной компоненты можно представить как результат умножения матриц E^{UP} и E^{PV}

$$E^{UV} = E^{UP} \cdot E^{PV} = \left\{ e_{ij}^{UV} = \bigvee_{k=0}^{K-1} (e_{ik}^{UP} \wedge e_{kj}^{PV}) \right\} i = \overline{0, N-1}, j = \overline{0, \sum_{m=0}^{M-1} M_m - 1}. \quad (4.12)$$

Отношения между пользователем и данными описываются соотношением

$$E^{UD} = E^{UV} \cdot E^{VD} = \left\{ e_{ij}^{UD} = \bigvee_{k=0}^{\sum_{m=0}^{M-1} M_m - 1} (e_{ik}^{UV} \wedge e_{kj}^{VD}) \right\} i = \overline{0, N-1}, j = \overline{0, Q-1}. \quad (4.13)$$

Отношения между проектом и данными определяется соотношением

$$E^{PD} = E^{PV} \cdot E^{VD} = \left\{ e_{ij}^{PD} = \bigvee_{k=0}^{\sum_{m=0}^{M-1} M_m - 1} (e_{ik}^{PV} \wedge e_{kj}^{VD}) \right\} i = \overline{0, K-1}, j = \overline{0, Q-1}. \quad (4.14)$$

Все связи (4.12–4.14) описывают только непосредственное соединение, т.е. соединения первого порядка. Но между методами серверных компонентов также могут быть соединения, которые изменяют результирующие связи (4.12–4.14).

Например, связи второго порядка можно описать выражением

$$E^{VV} = E^{VV} \cdot E^{VV} = \left\{ e_{ij}^{VV} = \bigvee_{k=0}^{\sum_{m=0}^{M-1} M_m - 1} (e_{ik}^{VV} \wedge e_{kj}^{VV}) \right\} i = \overline{0, \sum_{m=0}^{M-1} M_m - 1}, j = \overline{0, \sum_{m=0}^{M-1} M_m - 1} \quad (4.15)$$

Связи второго порядка характеризуют косвенный вызов метода C из метода A , если есть вызов метода B из A и вызов метода C из B .

Полные косвенные связи между методами можно описать соотношением

$$E^{VV} = \prod_{i=1}^{\sum_{m=0}^{M-1} M_m} E^{VV} \quad (4.16)$$

муникационные устройства; $W = W^{CH} \cup W^{HH}$ – связь компьютеров и коммуникационных устройств и последних друг с другом.

$W^{CH} = W^{ZH} \cup W^{PH}$ – соединения компьютеров и коммуникационных устройств объединяют соединения серверов с коммуникационными устройствами и персональных компьютеров пользователей с устройствами.

$W^{ZH} = \{w_{lk}^{ZH}, l = \overline{0, L-1}, k = \overline{0, K-1}\}$ – соединения серверов с коммутаторами (или другими устройствами).

$W^{PH} = \{w_{jk}^{PH}, j = \overline{0, J-1}, k = \overline{0, K-1}\}$ соединения персональных компьютеров с конденсаторами (или другими устройствами).

$W^{HH} = \{w_{kk}^{HH}, k = \overline{0, K-1}\}$ – соединения коммуникационных устройств друг с другом.

В самом простейшем случае считаем соединение

$$w_{ik} = \begin{cases} 1, & \text{есть соединение между } z_i \text{, между } h_k \\ 0, & \text{нет соединения между } z_i \text{, между } h_k \end{cases} \quad (4.21)$$

Соединения W^{ZH} описывают связи первого порядка, т.е. те связи, где сервер напрямую соединен с коммутирующим устройством. Мы можем рассмотреть соединения второго порядка

$$W^{ZZ} = W^{ZH} \cdot W^{HH} = \{w_{ij}^{ZZ} = \sum_{k=0}^{K-1} w_{ik}^{ZH} w_{kj}^{HH}, i = \overline{0, L-1}, j = \overline{0, K-1}\} \quad (4.22)$$

Соединения второго порядка могут иметь вес > 1 , что возможно для тех серверов и устройств, которые имеют несколько соединений. Величина $w_{ij}^{ZZ} = 2$ показывает, что сервер s_i соединяется с устройством h_j двумя путями.

Связь между серверами КИС определяется как

$$W^{ZZ} = W^{ZH} \cdot (W^{ZH})^T \quad (4.23)$$

Соотношение (4.22) определяет связь между серверами, если они соединены с одним коммуникационным устройством. Для определения связей второго порядка необходимо использовать связи (4.23).

$$W^{ZZ} = W^{ZH} \cdot W^{HH} \cdot (W^{ZH})^T \quad (4.24)$$

неуправляемые устройства типа концентраторов и неуправляемых коммутаторов. Входит много раз в InformationTechnology.

Атрибуты:

1. PortNumber [1] – число портов

Агрегированное понятие:

1. Port [1...*] – порты

Понятие **Port** предназначено для описания портов коммутирующих устройств. Входит много раз в CommunicationDevice.

Атрибуты:

1. VLAN [1...*] – доступные VLAN.

Понятие **Switch** предназначено для описания используемых в КИС управляемых коммутирующих устройств. Входит много раз в **InformationTechnology**. Может быть совмещено с Computer и **CommunicationDevice**.

Понятие **Hub** предназначено для описания используемых в КИС неуправляемых коммутирующих устройств. Входит много раз в **InformationTechnology**. Может быть совмещено с **CommunicationDevice**.

Понятие **Router** предназначено для описания используемых в КИС маршрутизаторов. Входит много раз в **InformationTechnology**. Может быть совмещен **Switch**.

Понятие **DB_OS** предназначено для описания используемых в КИС операционных систем. Входит не менее одного раза в **InformationTechnology**.

Атрибуты:

1. ID_OS[1] – идентификатор операционной системы (ОС).
2. Name [1] – название ОС.
3. Version [1] – версия ОС.

Информационные технологии КИС есть совокупность серверов, персональных компьютеров пользователей, коммуникационных устройств и соединений между ними:

$$IT = \{C, H, W\},$$

где $C = \{c_i, i = \overline{0, I-1}\} = \{S, P\}$ – компьютеры КИС; $Z = \{z_l, l = \overline{0, L-1}\}$ – серверы КИС; $P = \{p_j, j = \overline{0, J-1}\}$ – персональные компьютеры пользователей; $H = \{h_k, k = \overline{0, K-1}\}$ – ком-

Таким образом, соотношения 4.12–4.14 можно переписать в виде

$$E^{UV} = E^{UP} \cdot E^{PV} \cdot E^{VV} \quad (4.17)$$

$$E^{UD} = E^{UP} \cdot E^{PV} \cdot E^{VV} \cdot E^{VD} \quad (4.18)$$

$$E^{PD} = E^{PV} \cdot E^{VV} \cdot E^{VD} \quad (4.19)$$

Для того чтобы анализ связей был более детальным, можно ввести детализацию уровней доступа к данным

$$E^{VD} = \{e_{ij}^k\} = \begin{cases} 1, & v_i\text{-методу } s_k \text{ компоненты назначен доступ к } d_i \text{ области данных} \\ 0, & s_i\text{-компоненте не назначен доступ к } d_j \text{ области данных} \\ -1, & s_i\text{-компоненте запрещен доступ к } d_j \text{ области данных} \\ 2, & v_i\text{-методу } s_k \text{ компоненты разрешена запись } d_i \text{ области данных} \end{cases}$$

Расширим коммутативные операции логического умножения и сложения связей (табл. 4.2).

Таблица 4.2

Расширение операций логического умножения и сложения связей

a	b	$a \wedge b$	$a \vee b$
2	1	2	2
2	0	0	2
2	-1	-1	1

При использовании расширения связей соотношения (4.18) и (4.19) описывают права конкретных пользователей на определенные данные для чтения и записи и на доступ на чтения и на запись к данным из проектов.

Соотношения (4.17)–(4.19) позволяют автоматизировать управляющие функции КИС. Соотношение (4.17) позволяет определить доступность пользователей методов СК. Соотношение (4.18) определяет доступность данных для пользователей. Соотношение (4.19) показывает, какие проекты, какой доступ, к каким данным имеют. Идеальным состоянием будет такое состояние, для которого при $\forall j \exists i$, где $e_{ij}^{PD} = 2$. При всех остальных i $e_{ij}^{PD} = 1, 0$, или -1 .

Это означает, что выполняются требования по необходимости изменять одни данные только в одном проекте.

Нежелательной ситуацией является ситуация, когда $\exists j$, для которого при $\forall i e_{ij}^{PD} \neq 2$. Это означает, что существуют данные, которые не могут быть изменены ни из одного проекта.

При использовании недетализированных операций (табл. 4.1) можно определить востребованность данных в проектах КИС:

$$|e_j^{PD}| = \frac{1}{K} \sum_{i=0}^{K-1} |e_{ij}^{PD}|. \quad (4.20)$$

Чем ближе (4.20) к 1, тем более востребованными являются d_j .

Отношение (4.19) может иметь внутри себя противоречие. Рассмотрим пример. Некоторый проект p_k имеет доступ к методу v_{ij} , и этому проекту запрещен доступ к v_{i+1j} . В то же время v_{ij} вызывает метод v_{i+1j} . Поскольку такой вызов может осуществляться не для проекта p_k , а для другого проекта, у которого нет запрета на метод v_{i+1j} , то ситуация не является невозможной. С учетом (4.11) и (4.14) результирующим будет разрешение доступа проекта к методу. Тем не менее, необходимо выявлять такие противоречивые ситуации и сообщать администратору КИС.

4.2.4.2. Объекты инфраструктуры информационной среды

Описание используемых в КИС устройств – серверного и коммуникационного оборудования – представлено на рис. 4.7.

Инфраструктура КИС представляет собой соединения компьютеров и коммутирующих устройств или последних друг с другом.

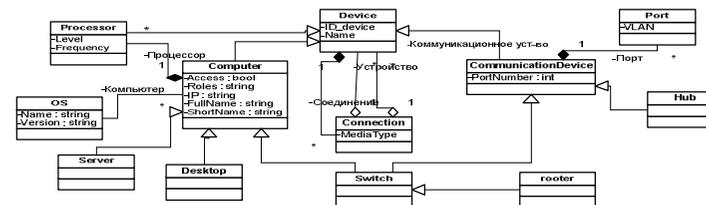


Рис. 4.7. Диаграмма классов, описывающих инфраструктуру КИС

Абстрактное понятие **Device** предназначено для описания используемых в КИС произвольных устройств.

Атрибуты:

2. ID_Device [1]: идентификатор устройства.
3. Name [1] – название устройства.

Агрегированное понятие:

1. Connection [0..*] – соединение с другим устройством

Абстрактное понятие **Computer** предназначено для описания используемых в КИС компьютеров.

Атрибуты:

1. FullName [1] – полное имя сервера, включая домен.
2. ShortName [1] – краткое название сервера.
3. Access [0..1] – доступность компьютера из внешней сети.

Roles [1..*] – роли компьютера, один компьютер может иметь несколько ролей (application/database/web-server/domain controller/proxy/mail/firewall/fileserver/storageserver/dial-up/media-server/office/education).

4. IP [0..*] – IP адрес компьютера.

С понятием **Computer** могут быть совмещены два понятия – сервер и персональный компьютер.

Понятие **Communication Device** предназначено для описания используемых в КИС коммутирующих устройств. Выделяя класс коммутирующих устройств, мы получаем возможность выделить