Глава 2. Основные сведения о CASE-средстве Rational Rose

Некоторые проектные команды рассматривают CASE-средства как „костыли“ для новичков, а другие считают их не менее важными, чем текстовые процессоры.

Э. Йордон „Путь камикадзе“

2.1. Введение в Rational Rose

Rational Rose – семейство объектно-ориентированных CASE-средств фирмы Rational Software Corporation – предназначено для автоматизации процессов анализа и проектирования ПО, а также для генерации кодов на различных языках и выпуска проектной документации. Rational Rose использует метод объектно-ориентированного анализа и проектирования, основанный на языке UML. Текущая версия Rational Rose реализует генерацию кодов программ для C++, Visual C++, Visual Basic, Java, PowerBuilder, CORBA Interface Definition Language (IDL), генерацию описаний баз данных для ANSI SQL, Oracle, MS SQL Server, IBM DB2, Sybase, а также позволяет разрабатывать проектную документацию в виде диаграмм и спецификаций. Кроме того, Rational Rose содержит средства реверсного инжиниринга программ и баз данных, обеспечивающие повторное использование программных компонентов в новых проектах.

Структура и функции. В основе работы Rational Rose лежит построение диаграмм и спецификаций UML, определяющих архитектуру системы, её статические и динамические аспекты. В составе Rational Rose можно выделить шесть основных структурных компонентов: репозиторий, графический интерфейс пользователя, средства просмотра проекта (браузер), средства контроля проекта, средства сбора статистики и генератор документов. К ним добавляются генератор кодов (индивидуальный для каждого языка) и анализатор для C++, обеспечивающий реверсный инжиниринг.

Репозиторий представляет собой базу данных проекта. Браузер обеспечивает “навигацию” по проекту, в том числе перемещение по иерархиям классов и подсистем, переключение от одного вида диаграмм к другому и т. д. Средства контроля и сбора статистики дают возможность находить и устранять ошибки по мере развития проекта,

а не после завершения его описания. Генератор отчетов формирует тексты выходных документов на основе содержащейся в репозитории информации.

Средства автоматической генерации кодов программ на языке C++, используя информацию, содержащуюся в диаграммах классов и компонентов, формируют файлы заголовков и файлы описаний классов и объектов. Создаваемый таким образом скелет программы может быть уточнен путем прямого программирования на языке C++. Анализатор кодов C++ реализован в виде отдельного программного модуля. Его назначение – создавать модули проектов Rational Rose на основе информации, содержащейся в определяемых пользователем исходных текстах на C++. В процессе работы анализатор осуществляет контроль правильности исходных текстов и диагностику ошибок. Модель, полученная в результате его работы, может целиком или фрагментарно использоваться в различных проектах. Анализатор обладает широкими возможностями настройки по входу и выходу. Например, можно определить типы исходных файлов, базовый компилятор, задать, какая информация должна быть включена в формируемую модель, и какие элементы выходной модели следует выводить на экран. Таким образом, Rational Rose/C++ обеспечивает возможность повторного использования программных компонентов.

В результате разработки проекта с помощью CASE-средства Rational Rose формируются следующие документы:

- диаграммы UML, в совокупности представляющие собой модель разрабатываемой программной системы;
- спецификации классов, объектов, атрибутов и операций;
- заготовки текстов программ.

Тексты программ являются заготовками для последующей работы программистов. Состав информации, включаемой в программные файлы, определяется либо по умолчанию, либо по усмотрению пользователя. В дальнейшем эти исходные тексты развиваются программистами в полноценные программы.

Взаимодействие с другими средствами и организация групповой работы. Для поддержки командной работы над проектом на каждой

стадии жизненного цикла ПО имеется интегрированный набор продуктов Rational Suite. Rational Suite существует в следующих вариантах:

- Rational Suite AnalystStudio – предназначен для определения и управления полным набором требований к разрабатываемой системе;
- Rational Suite DevelopmentStudio – предназначен для проектирования и реализации ПО;
- Rational Suite TestStudio – представляет собой набор продуктов, предназначенных для автоматического тестирования приложений;
- Rational Suite Enterprise – обеспечивает поддержку полного жизненного цикла ПО и предназначен как для менеджеров проекта, так и отдельных разработчиков, выполняющих несколько функциональных ролей в команде разработчиков.

В состав Rational Suite, кроме Rational Rose, входят следующие компоненты:

- Rational Requisite Pro – средство управления требованиями, предназначенное для организации совместной работы группы разработчиков. Оно позволяет команде разработчиков создавать, структурировать, устанавливать приоритеты, отслеживать, контролировать изменения требований, возникающих на любом этапе разработки компонентов приложения;
- Rational ClearCase – средство управления конфигурацией ПО;
- Rational SoDA – средство автоматической генерации проектной документации;
- Rational ClearQuest – средство для управления изменениями и отслеживания дефектов в проекте на основе средств e-mail и Web;
- Rational TeamTest – средство автоматического обнаружения ошибок во время выполнения программы и генерации сценариев для проведения регрессионного тестирования;
- Rational Robot – средство для создания, модификации и автоматического запуска тестов;
- Rational Purify – средство для локализации трудно обнаруживаемых ошибок времени выполнения программы;

- Rational PureCoverage – средство идентификации участков кода, пропущенных при тестировании;
- Rational Quantify – средство количественного определения узких мест, влияющих на общую эффективность работы программы;
- Rational Suite PerformanceStudio – средство нагрузочного тестирования приложений «клиент-сервер» и Web-приложений.

Для организации групповой работы в Rational Rose возможно разбиение модели на управляемые подмодели. Каждая из них независимо сохраняется на диске или загружается в модель. В качестве подмодели может выступать пакет или подсистема.

Среда функционирования. Rational Rose функционирует на различных платформах: IBM PC (Windows 95/98/NT), Sun SPARCstations (UNIX, Solaris, SunOS), Hewlett-Packard (HP UX), IBM RS/6000 (AIX).

2.2. Работа в среде Rational Rose

2.2.1. Элементы экрана

Пять основных элементов интерфейса Rose – это браузер, окно документации, панели инструментов, окно диаграммы и журнал (log). Их назначение заключается в следующем:

- браузер (browser) – используется для быстрой навигации по модели;
- окно документации (documentation window) – применяется для работы с текстовым описанием элементов модели;
- панели инструментов (toolbars) – применяются для быстрого доступа к наиболее распространенным командам;
- окно диаграммы (diagram window) – используется для просмотра и редактирования одной или нескольких диаграмм UML;
- журнал (log) – применяется для просмотра ошибок и отчетов о результатах выполнения различных команд.

На рис. 2.1 показаны различные части интерфейса Rose.

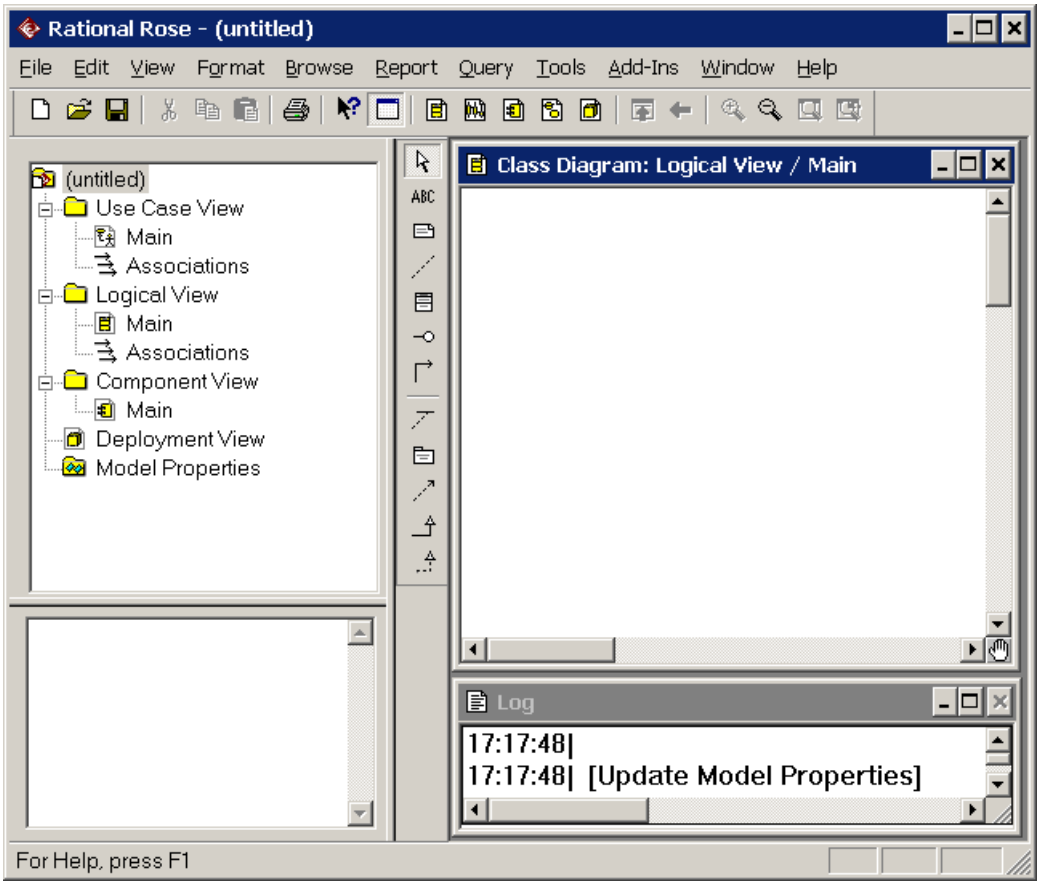


Рис. 2.1. Интерфейс Rational Rose.

Браузер

Браузер – это иерархическая структура, позволяющая осуществлять навигацию по модели. Все, что добавляется в модель – действующие лица, варианты использования, классы, компоненты – будет показано в окне браузера. С помощью браузера можно:

- добавлять в модель элементы (действующие лица, варианты использования, классы, компоненты, диаграммы и т.д.);
- просматривать существующие элементы модели;
- просматривать существующие связи между элементами модели;
- перемещать элементы модели;
- переименовывать эти элементы;
- добавлять элементы модели к диаграмме;
- связывать элемент с файлом или адресом Интернет;
- группировать элементы в пакеты;
- работать с детализированной спецификацией элемента;
- открывать диаграмму.

Браузер поддерживает четыре представления (view): представление вариантов использования, компонентов, размещения и логическое представление. Все они и содержащиеся в них элементы модели описаны ниже в подразд. 2.2.2.

Браузер организован в древовидном стиле. Каждый элемент модели может содержать другие элементы, находящиеся ниже его в иерархии. Знак « – » около элемента означает, что его ветвь полностью раскрыта. Знак « + » – что его ветвь свернута.

Окно документации

С его помощью можно документировать элементы модели Rose. Например, можно сделать короткое описание каждого действующего лица. При документировании класса все, что будет написано в окне документации, появится затем в виде комментария в сгенерированном коде, что избавляет от необходимости впоследствии вносить эти комментарии вручную. Документация будет выводиться также в отчетах, создаваемых в среде Rose.

Панели инструментов

Панели инструментов Rose обеспечивают быстрый доступ к наиболее распространенным командам. В этой среде существует два типа панелей инструментов: стандартная панель и панель диаграммы. Стандартная панель видна всегда, ее кнопки соответствуют командам, которые могут использоваться для работы с любой диаграммой. Панель диаграммы своя для каждого типа диаграмм UML.

Все панели инструментов могут быть изменены и настроены пользователем. Для этого выберите пункт меню Tools > Options, затем выберите вкладку Toolbars.

Чтобы показать или скрыть стандартную панель инструментов (или панель инструментов диаграммы):

1. Выберите пункт Tools > Options.
2. Выберите вкладку Toolbars.

3. Чтобы сделать видимой или невидимой стандартную панель инструментов, пометьте (или снимите пометку) контрольный переключатель Show Standard ToolBar (или Show Diagram ToolBar)

Чтобы увеличить размер кнопок на панели инструментов:

1. Щелкните правой кнопкой мыши на требуемой панели.
2. Выберите во всплывающем меню пункт Use Large Buttons (Использовать большие кнопки)

Чтобы настроить панель инструментов:

1. Щелкните правой кнопкой мыши на требуемой панели.
2. Выберите пункт Customize (настроить)
3. Чтобы добавить или удалить кнопки, выберите соответствующую кнопку и затем щелкните мышью на кнопке Add (добавить) или Remove (удалить), как показано на рис. 2.2.

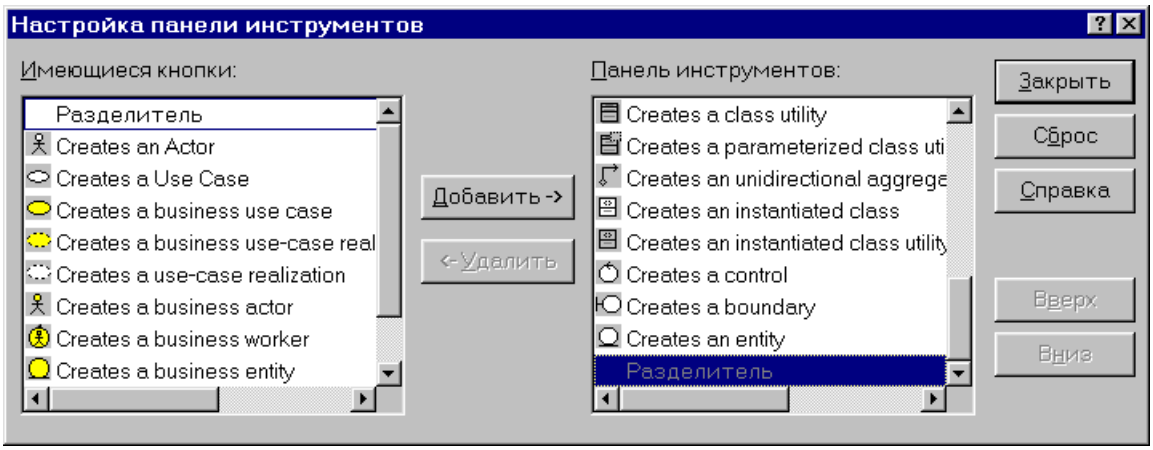


Рис. 2.2. Настройка стандартной панели инструментов.

Окно диаграммы

В окне диаграммы видно, как выглядит одна или несколько диаграмм UML модели. При внесении в элементы диаграммы изменений Rose автоматически обновит браузер. Аналогично, при внесении изменений в элемент с помощью браузера Rose автоматически обновит соответствующие диаграммы. Это помогает поддерживать модель в непротиворечивом состоянии.

Журнал

По мере работы над вашей моделью определенная информация будет направляться в окно журнала. Например, туда помещаются сообщения об ошибках, возникающих при генерации кода. Не существует способа закрыть журнал совсем, но его окно может быть минимизировано.

2.2.2. Четыре представления модели Rose

В модели Rose поддерживается четыре представления (views) – представление вариантов использования, логическое представление, представление компонентов и представление размещения. Каждое из них предназначено для своих целей и для соответствующей аудитории. В последующих разделах этой главы мы кратко рассмотрим каждое из указанных представлений, а в оставшейся части книги детально обсудим содержащиеся в них элементы модели.

Представление вариантов использования

Это представление содержит всех действующих лиц, все варианты использования и их диаграммы для конкретной системы. Оно может также содержать некоторые диаграммы последовательности и кооперативные диаграммы. На рис. 2.3 показано, как выглядит представление вариантов использования в браузере Rose.

Представление вариантов использования содержит:

- Действующих лиц.
- Варианты использования.
- Документацию по вариантам использования, детализирующую происходящие в них процессы (потоки событий), включая обработку ошибок. Пиктограммами изображаются внешние файлы, прикрепленные к модели Rose. Вид пиктограммы, зависит от приложения, используемого для документирования потока событий. В данном случае (рис. 2.3) применялся Microsoft Word.
- Диаграммы вариантов использования. Обычно у системы бывает несколько таких диаграмм, каждая из которых показывает подмножество действующих лиц и/или вариантов использования.

– Пакеты, являющиеся группами вариантов использования и/или действующих лиц.

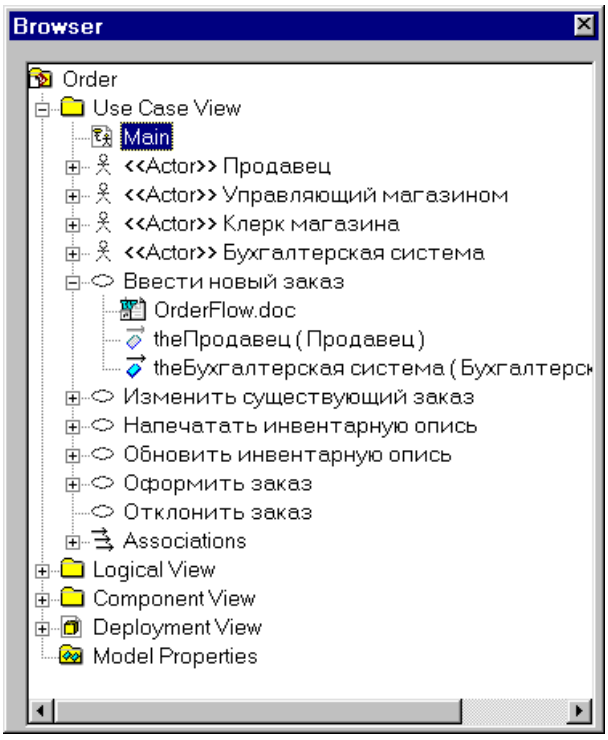


Рис. 2.3. Представление вариантов использования.

Логическое представление

Логическое представление, показанное на рис. 2.4, концентрируется на том, как система будет реализовывать поведение, описанное в вариантах использования. Оно дает подробную картину составных частей системы и описывает взаимодействие этих частей. Логическое представление включает, помимо прочего, конкретные требуемые классы, диаграммы классов и диаграммы состояний. С их помощью конструируется детальный проект создаваемой системы.

Логическое представление содержит:

– Классы.
– Диаграммы классов. Как правило, для описания системы используется несколько диаграмм классов, каждая из которых отображает некоторое подмножество всех классов системы.
– Диаграммы взаимодействия, применяемые для отображения объектов, участвующих в одном потоке событий варианта использования.
– Диаграммы состояний.

– Пакеты, являющиеся группами взаимосвязанных классов.

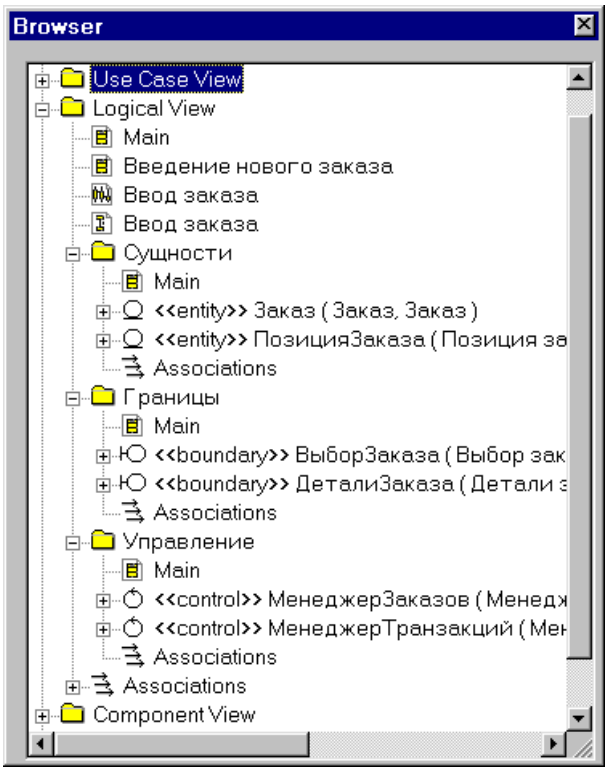


Рис. 2.4. Логическое представление системы.

Представление компонентов

Представление компонентов содержит:

– Компоненты, являющиеся физическими модулями кода.
– Диаграммы компонентов.
– Пакеты, являющиеся группами связанных компонентов.

Представление размещения

Последнее представление Rose – это представление размещения. Оно соответствует физическому размещению системы, которое может отличаться от ее логической архитектуры.

В представление размещения входят:

– Процессы, являющиеся потоками (threads), исполняемыми в отведенной для них области памяти.
– Процессоры, включающие любые компьютеры, способные обрабатывать данные. Любой процесс выполняется на одном или нескольких процессорах.

– Устройства, то есть любая аппаратура, не способная обрабатывать данные. К числу таких устройств относятся, например, терминалы ввода-вывода и принтеры.
– Диаграмма размещения.

2.2.3. Параметры настройки отображения

Изображение атрибутов и операций на диаграммах классов

В Rose имеется возможность настроить диаграммы классов так, чтобы:

– показывать все атрибуты и операции;
– скрыть операции;
– скрыть атрибуты;
– показывать только некоторые атрибуты или операции;
– показывать операции вместе с их полными сигнатурами или только их имена;
– показывать или не показывать видимость атрибутов и операций;
– показывать или не показывать стереотипы атрибутов и операций.

Значения каждого параметра по умолчанию можно задать с помощью окна, открываемого при выборе пункта меню Tools > Options.

У данного класса на диаграмме можно:

– показать все атрибуты;
– скрыть все атрибуты;
– показать только выбранные вами атрибуты;
– подавить вывод атрибутов.

Подавление вывода атрибутов приведет не только к исчезновению атрибутов с диаграммы, но и к удалению линии, показывающей место расположения атрибутов в классе.

Существует два способа изменения параметров представления атрибутов на диаграмме. Можно установить нужные значения у каждого класса индивидуально. Можно также изменить значения нужных параметров по умолчанию до начала создания диаграммы классов. Внесенные таким образом изменения повлияют только на вновь создаваемые диаграммы.

Чтобы показать все атрибуты класса:

1. Выделите на диаграмме нужный класс.
2. Щелкните на нем правой кнопкой мыши, чтобы открыть контекстно-зависимое меню.
3. В нем выберите Options > Show All Attributes.

Чтобы показать у класса только избранные атрибуты:

1. Выделите на диаграмме нужный вам класс.
2. Щелкните на нем правой кнопкой мыши, чтобы открыть контекстно-зависимое меню.
3. В нем выберите Options > Select Compartment Items.
4. Укажите нужные вам атрибуты в окне Edit Compartment.

Чтобы подавить вывод всех атрибутов класса диаграммы:

1. Выделите на диаграмме нужный вам класс.
2. Щелкните на нем правой кнопкой мыши, чтобы открыть контекстно-зависимое меню.
3. В нем выберите Options > Suppress Attributes.

Чтобы изменить принятый по умолчанию вид атрибута:

1. В меню модели выберите пункт Tools > Options.
2. Перейдите на вкладку Diagram.
3. Для установки значений параметров отображения атрибутов по умолчанию воспользуйтесь контрольными переключателями Suppress Attributes и Show All Attributes. Изменение этих значений по умолчанию повлияет только на новые диаграммы. Вид существующих диаграмм классов не изменится.

Как и в случае атрибутов, имеется несколько вариантов представления операций на диаграммах.

- Показать все операции;
- Показать только некоторые операции.
- Скрыть все операции.
- Подавить вывод операций.

Кроме того, можно:

- Показать только имя операции. Это означает, что на диаграмме будет представлено только имя операции, но не аргументы или тип возвращаемого значения.

– Показать полную сигнатуру операции. На диаграмме будет представлено не только имя операции, но и все ее параметры, типы данных параметров и тип возвращаемого значения операции.

Чтобы показать все операции класса:

1. Выделите на диаграмме нужный вам класс.
2. Щелкните на нем правой кнопкой мыши, чтобы открыть контекстно-зависимое меню.
3. В нем выберите Options > Show All Operations.

Чтобы показать только избранные операции класса:

1. Выделите на диаграмме нужный вам класс.
2. Щелкните на нем правой кнопкой мыши, чтобы открыть контекстно-зависимое меню.
3. В нем выберите Options > Select Compartment Items.
4. Укажите нужные вам операции в окне Edit Compartment.

Чтобы подавить вывод всех операций класса диаграммы:

1. Выделите на диаграмме нужный вам класс.
2. Щелкните на нем правой кнопкой мыши, чтобы открыть контекстно-зависимое меню.
3. В нем выберите Options > Suppress Operations.

Чтобы показать на диаграмме классов сигнатуру операции:

1. Выделите на диаграмме нужный вам класс.
2. Щелкните на нем правой кнопкой мыши, чтобы открыть контекстно-зависимое меню.
3. В нем выберите Options > Show Operation Signature.

Чтобы изменить принятый по умолчанию вид операции:

1. В меню модели выберите пункт Tools > Options.
2. Перейдите на вкладку Diagram.
3. Для установки значений параметров отображения операций по умолчанию воспользуйтесь контрольными переключателями Suppress Operations, Show All Operations и Show Operation Signatures.

Чтобы показать видимость атрибута или операции класса:

1. Выделите на диаграмме нужный вам класс.

2. Щелкните на нем правой кнопкой мыши, чтобы открыть контекстно-зависимое меню.
3. В нем выберите Options > Show Visibility.

Чтобы изменить принятое по умолчанию значение параметра показа видимости:

1. В меню модели выберите пункт Tools > Options.
2. Перейдите на вкладку Diagram.
3. Для установки параметров отображения видимости по умолчанию воспользуйтесь контрольным переключателем Show Visibility.

Для переключения между нотациями видимости Rose и UML:

1. В меню модели выберите пункт Tools > Options.
2. Перейдите на вкладку Notation.
3. Для переключения между нотациями воспользуйтесь переключателем Visibility as Icons. Если этот переключатель помечен, будет использоваться нотация Rose. Если нет, то нотация UML. Изменение этого параметра повлияет только на новые диаграммы. Существующие диаграммы классов останутся прежними.

Глава 3. Выполнение учебного проекта

3.1. Система регистрации для ВУЗа. Постановка задачи

Перед руководителем информационной службы университета ставится задача разработки новой клиент-серверной системы регистрации студентов взамен старой системы на мейнфрейме. Новая система должна позволять студентам регистрироваться на курсы и просматривать свои табели успеваемости с персональных компьютеров, подключенных к локальной сети университета. Профессора должны иметь доступ к онлайновой системе, чтобы указать курсы, которые они будут читать, и проставить оценки за курсы.

Из-за недостатка средств университет не в состоянии заменить сразу всю существующую систему. Остается функционировать в прежнем виде база данных, содержащая всю информацию о курсах (каталог курсов). Эта база данных поддерживается реляционной СУБД. Новая система будет работать с существующей БД в режиме доступа, без обновления.

В начале каждого семестра студенты могут запросить каталог курсов, содержащий список курсов, предлагаемых в данном семестре. Информация о каждом курсе должна включать имя профессора, наименование кафедры и требования к предварительному уровню подготовки (прослушанным курсам).

Новая система должна позволять студентам выбирать 4 курса в предстоящем семестре. Дополнительно каждый студент может указать 2 альтернативных курса на тот случай, если какой-либо из выбранных им курсов окажется уже заполненным или отмененным. На каждый курс может записаться не более 10 и не менее 3 студентов (если менее 3, то курс будет отменен). В каждом семестре существует период времени, когда студенты могут изменить свои планы. В это время студенты должны иметь доступ к системе, чтобы добавить или удалить выбранные курсы. После того, как процесс регистрации некоторого студента завершен, система регистрации направляет информацию в расчетную систему, чтобы студент мог внести плату за семестр. Если курс окажется заполненным в процессе

регистрации, студент должен быть извещен об этом до окончательного формирования его личного учебного плана.

В конце семестра студенты должны иметь доступ к системе для просмотра своих электронных табелей успеваемости. Поскольку эта информация конфиденциальная, система должна обеспечивать ее защиту от несанкционированного доступа.

Профессора должны иметь доступ к онлайновой системе, чтобы указать курсы, которые они будут читать, и просмотреть список студентов, записавшихся на их курсы. Кроме этого, профессора должны иметь возможность проставить оценки за курсы.

3.2. Составление глоссария проекта

Глоссарий предназначен для описания терминологии предметной области. Он может быть использован как неформальный *словарь данных* системы.

Курс	Учебный курс, предлагаемый университетом
Конкретный курс (Course Offering)	Конкретное чтение данного курса в конкретном семестре (один и тот же курс может вестись в нескольких параллельных сессиях). Включает точные дни недели и время.
Каталог курсов	Полный каталог всех курсов, предлагаемых университетом.
Расчетная система	Система обработки информации об оплате за курсы.
Оценка	Оценка, полученная студентом за конкретный курс.
Профессор	Преподаватель университета.
Табель успеваемости (Report Card)	Все оценки за все курсы, полученные студентом в данном семестре.
Список курса (Roster)	Список всех студентов, записавшихся на конкретный курс.
Студент	Личность, проходящая обучение в университете.
Учебный график (Schedule)	Курсы, выбранные студентом в текущем семестре.

3.3. Описание дополнительных спецификаций

Назначение дополнительных спецификаций – определить требования к системе регистрации курсов, которые не отражены в модели вариантов использования. Вместе они образуют полный набор требований к системе.

Дополнительные спецификации определяют нефункциональные требования к системе, такие, как надежность, удобство использования, производительность, сопровождаемость, а также ряд функциональных требований, являющихся общими для нескольких вариантов использования.

Функциональные возможности

Система должна обеспечивать многопользовательский режим работы.

Если конкретный курс оказывается заполненным в то время, когда студент формирует свой учебный график, включающий данный курс, то система должна известить его об этом.

Удобство использования

Пользовательский интерфейс должен быть совместимым с Windows 95/98.

Надежность

Система должна быть в работоспособном состоянии 24 часа в день 7 дней в неделю, время простоя – не более 10%.

Производительность

Система должна поддерживать до 2000 одновременно работающих с центральной базой данных пользователей, и до 500 пользователей, одновременно работающих с локальными серверами.

Безопасность

Система не должна позволять студентам изменять любые учебные графики, кроме своих собственных, а также не должна позволять профессорам модифицировать конкретные курсы, выбранные другими профессорами.

Только профессора имеют право ставить студентам оценки.

Только регистратор может изменять любую информацию о студентах.

Проектные ограничения

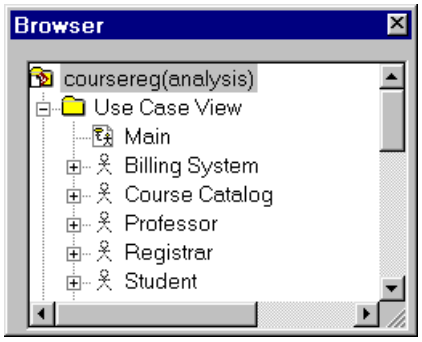
Система должна быть интегрирована с существующей системой каталога курсов, функционирующей на основе реляционной СУБД.

3.4. Создание модели вариантов использования

Действующие лица:

- Student (Студент) – записывается на курсы;
- Professor (Профессор) – выбирает курсы для преподавания;
- Registrar (Регистратор) – формирует учебный план и каталог курсов, ведет все данные о курсах, профессорах и студентах;
- Billing System (Расчетная система) – получает от данной системы информацию по оплате за курсы;
- Course Catalog (Каталог курсов) – передает в систему информацию из каталога курсов, предлагаемых университетом.

Упражнение 1. Создание действующих лиц в среде Rational Rose



Чтобы поместить действующее лицо в браузер:

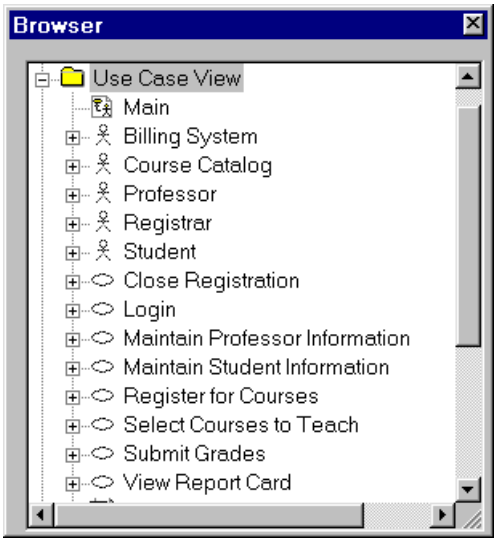
1. Щелкните правой кнопкой мыши на пакете представления вариантов использования в браузере.
2. Выберите в открывшемся меню пункт New > Actor
3. В браузере появится новое действующее лицо под названием NewClass. Слева от его имени вы увидите пиктограмму действующего лица UML.
4. Выделив новое действующее лицо, введите его имя.
5. После создания действующих лиц сохраните модель под именем coursereg(analysis) с помощью пункта меню File > Save.

Варианты использования:

Исходя из потребностей действующих лиц, выделяются следующие варианты использования:

- Login (Войти в систему);
- Register for Courses (Зарегистрироваться на курсы);
- View Report Card (Просмотреть табель успеваемости);
- Select Courses to Teach (Выбрать курсы для преподавания);
- Submit Grades (Проставить оценки);
- Maintain Professor Information (Вести информацию о профессорах);
- Maintain Student Information (Вести информацию о студентах);
- Close Registration (Закрыть регистрацию).

Упражнение 2. Создание вариантов использования в среде Rational Rose



Чтобы поместить вариант использования в браузер:

1. Щелкните правой кнопкой мыши на пакете представления вариантов использования в браузере.
2. Выберите в появившемся меню пункт New > Use Case
3. Новый вариант использования под названием NewUseCase появится в браузере. Слева от него будет видна пиктограмма варианта использования UML.
4. Выделив новый вариант использования, введите его название.

Диаграмма вариантов использования:

Создайте диаграмму вариантов использования для системы регистрации. Требуемые для этого действия подробно перечислены далее. Готовая диаграмма вариантов использования должна выглядеть как на рис. 3.1.

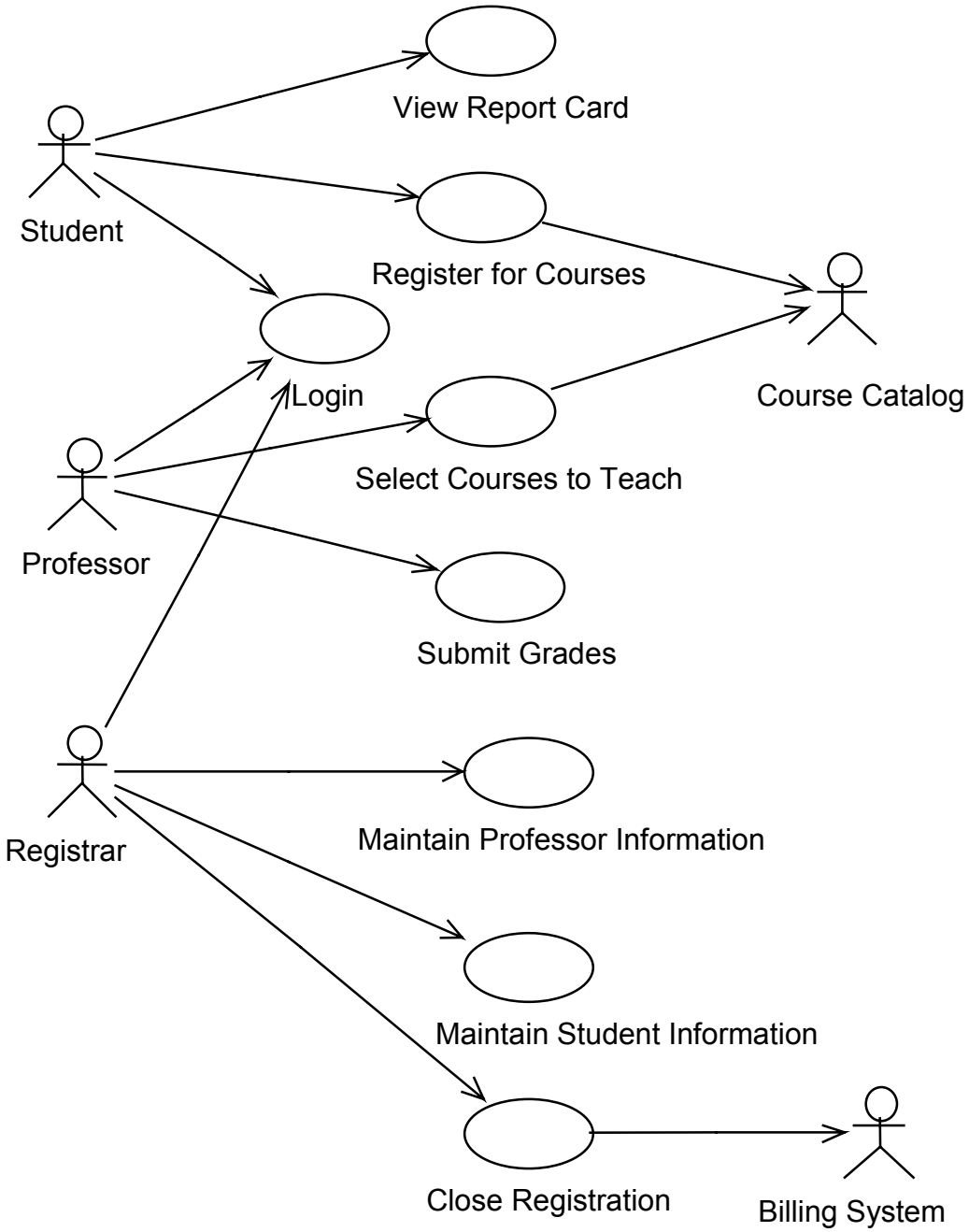


Рис. 3.1. Диаграмма вариантов использования для системы регистрации.

В среде Rose диаграммы вариантов использования создаются в представлении вариантов использования. Главная диаграмма (Main) предлагается по умолчанию. Для моделирования системы можно затем разработать столько дополнительных диаграмм, сколько необходимо.

Чтобы получить доступ к главной диаграмме вариантов использования:

1. Рядом с представлением вариантов использования в браузере щелкните на значке «+», это приведет к открытию данного представления.
2. Дважды щелкните на главной диаграмме Main, чтобы открыть её. Строка заголовка изменится, включив фразу [Use Case Diagram: Use Case view / Main].

Для создания новой диаграммы вариантов использования:

1. Щелкните правой кнопкой мыши на пакете представления вариантов использования в браузере.
2. Из всплывающего меню выберите пункт New > Use Case Diagram.
3. Выделив новую диаграмму, введите ее имя.
4. Дважды щелкните на названии этой диаграммы в браузере, чтобы открыть ее.

Упражнение 3. Построение диаграммы вариантов использования

1. Откройте диаграмму вариантов использования Main.
2. Чтобы поместить действующее лицо или вариант использования на диаграмму, перетащите его мышью из браузера на диаграмму вариантов использования.
3. С помощью кнопки Unidirectional Association (Однонаправленная ассоциация) панели инструментов нарисуйте ассоциации между действующими лицами и вариантами использования.

Наличие общего варианта использования Login для трех действующих лиц позволяет обобщить их поведение и ввести новое действующее лицо Any User. Модифицированная диаграмма вариантов использования показана на рис. 3.2.

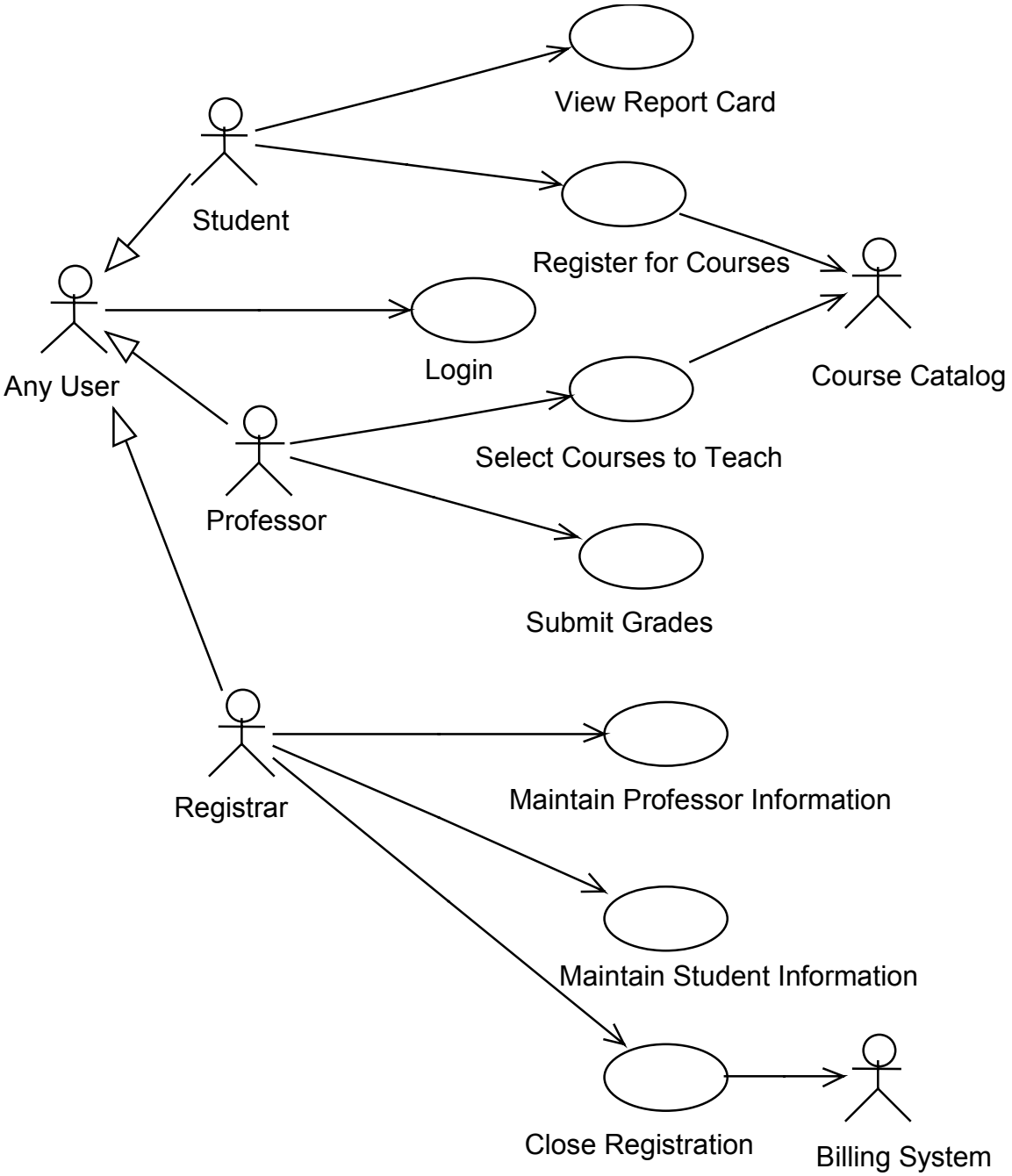


Рис. 3.2. Модифицированная диаграмма вариантов использования

Упражнение 4. Добавление описаний к вариантам использования

1. Выделите в браузере вариант использования «Register for Courses».
2. В окне документации введите следующее описание к этому варианту использования: «This use case allows a student to register for courses in the current semester» (Этот вариант использования дает студенту возможность зарегистрироваться на курсы в текущем семестре).

3. Создайте с помощью MS Word три текстовых файла с описаниями вариантов использования Login (Войти в систему), Register for Courses (Зарегистрироваться на курсы) и Close Registration (Закрыть регистрацию).

Вариант использования Login:

Краткое описание

Данный вариант использования описывает вход пользователя в систему регистрации курсов.

Основной поток событий

Данный вариант использования начинает выполняться, когда пользователь хочет войти в систему регистрации курсов.

1. Система запрашивает имя пользователя и пароль.
2. Пользователь вводит имя и пароль.
3. Система проверяет имя и пароль, после чего открывается доступ в систему.

Альтернативные потоки

Неправильное имя/пароль

Если во время выполнения **Основного потока** обнаружится, что пользователь ввел неправильное имя и/или пароль, система выводит сообщение об ошибке. Пользователь может вернуться к началу **Основного потока** или отказаться от входа в систему, при этом выполнение варианта использования завершается.

Предусловия

Отсутствуют.

Постусловия

Если вариант использования выполнен успешно, пользователь входит в систему. В противном случае состояние системы не изменяется.

Вариант использования Register for Courses:

Краткое описание

Данный вариант использования позволяет студенту зарегистрироваться на конкретные курсы в текущем семестре. Студент может изменить свой выбор (обновить или удалить курсы), если изменение

выполняется в установленное время в начале семестра. Система каталога курсов предоставляет список всех конкретных курсов текущего семестра.

Основной поток событий

Данный вариант использования начинает выполняться, когда студент хочет зарегистрироваться на конкретные курсы или изменить свой график курсов.

1. Система запрашивает требуемое действие (создать график, обновить график, удалить график).
2. Когда студент указывает действие, выполняется один из подчиненных потоков (создать, обновить, удалить или принять график).

Создать график

1. Система выполняет поиск в каталоге курсов доступных конкретных курсов и выводит их список.
2. Студент выбирает из списка 4 основных курса и 2 альтернативных курса.
3. После выбора система создает график студента.
4. Выполняется подчиненный поток «Принять график».

Обновить график

1. Система выводит текущий график студента.
2. Система выполняет поиск в каталоге курсов доступных конкретных курсов и выводит их список.
3. Студент может обновить свой выбор курсов, удаляя или добавляя конкретные курсы.
4. После выбора система обновляет график.
5. Выполняется подчиненный поток «Принять график».

Удалить график

1. Система выводит текущий график студента.
2. Система запрашивает у студента подтверждения удаления графика.
3. Студент подтверждает удаление.
4. Система удаляет график. Если график включает конкретные курсы, на которые записался студент, он должен быть удален из списков этих курсов.

Принять график

Для каждого выбранного, но еще не «зафиксированного» конкретного курса в графике система проверяет выполнение студентом предварительных требований (прохождение определенных курсов), факт открытия конкретного курса и отсутствие конфликтов графика. Затем система добавляет студента в список выбранного конкретного курса. Курс фиксируется в графике и график сохраняется в системе.

Альтернативные потоки

Сохранить график

В любой момент студент может вместо принятия графика сохранить его. В этом случае шаг «Принять график» заменяется на следующий:

1. «Незафиксированные» конкретные курсы помечаются в графике как «выбранные».
2. График сохраняется в системе.

Не выполнены предварительные требования, курс заполнен или имеют место конфликты графика

Если во время выполнения подчиненного потока «Принять график» система обнаружит, что студент не выполнил необходимые предварительные требования, или выбранный им конкретный курс заполнен, или имеют место конфликты графика, то выдается сообщение об ошибке. Студент может либо выбрать другой конкретный курс и продолжить выполнение варианта использования, либо сохранить график, либо отменить операцию, после чего основной поток начнется с начала.

График не найден

Если во время выполнения подчиненных потоков «Обновить график» или «Удалить график» система не может найти график студента, то выдается сообщение об ошибке. После того, как студент подтвердит это сообщение, основной поток начнется с начала.

Система каталога курсов недоступна

Если окажется, что невозможно установить связь с системой каталога курсов, то будет выдано сообщение об ошибке. После того, как студент подтвердит это сообщение, вариант использования завершится.

Регистрация на курсы закончена

Если в самом начале выполнения варианта использования окажется, что регистрация на текущий семестр закончена, будет выдано сообщение и вариант использования завершится.

Удаление отменено

Если во время выполнения подчиненного потока «Удалить график» студент решит не удалять его, удаление отменяется, и основной поток начнется с начала.

Предусловия

Перед началом выполнения данного варианта использования студент должен войти в систему.

Постусловия

Если вариант использования завершится успешно, график студента будет создан, обновлен или удален. В противном случае состояние системы не изменится.

Вариант использования Close Registration:

Краткое описание

Данный вариант использования позволяет регистратору закрывать процесс регистрации. Конкретные курсы, на которые не записалось достаточного количества студентов (менее трех), отменяются. В расчетную систему передается информация о каждом студенте по каждому конкретному курсу, чтобы студенты могли внести оплату за курсы.

Основной поток событий

Данный вариант использования начинает выполняться, когда регистратор запрашивает прекращение регистрации.

1. Система проверяет состояние процесса регистрации. Если регистрация еще выполняется, выдается сообщение и вариант использования завершается.
2. Для каждого конкретного курса система проверяет, ведет ли его какой-либо профессор, и записалось ли на него не менее трех студентов. Если эти условия выполняются, система фиксирует конкретный курс в каждом графике, который включает данный курс.

3. Для каждого студенческого графика проверяется наличие в нем максимального количества основных курсов; если их недостаточно, система пытается дополнить альтернативными курсами из списка данного графика. Выбирается первый доступный альтернативный курс. Если таких курсов нет, то никакое дополнение не происходит.
4. Система закрывает все конкретные курсы. Если в каком-либо конкретном курсе оказывается менее трех студентов (с учетом добавлений, сделанных в п.3), система отменяет его и исключает из каждого содержащего его графика.
5. Система рассчитывает плату за обучение для каждого студента в текущем семестре и направляет информацию в расчетную систему. Расчетная система посылает студентам счета для оплаты с копией их окончательных графиков.

Альтернативные потоки

Конкретный курс никто не ведет

Если во время выполнения основного потока обнаруживается, что некоторый конкретный не ведется никаким профессором, то этот курс отменяется. Система исключает данный курс из каждого содержащего его графика.

Расчетная система недоступна

Если невозможно установить связь с расчетной системой, через некоторое установленное время система вновь попытается связаться с ней. Попытки будут повторяться до тех пор, пока связь не установится.

Предусловия

Перед началом выполнения данного варианта использования регистратор должен войти в систему.

Постусловия

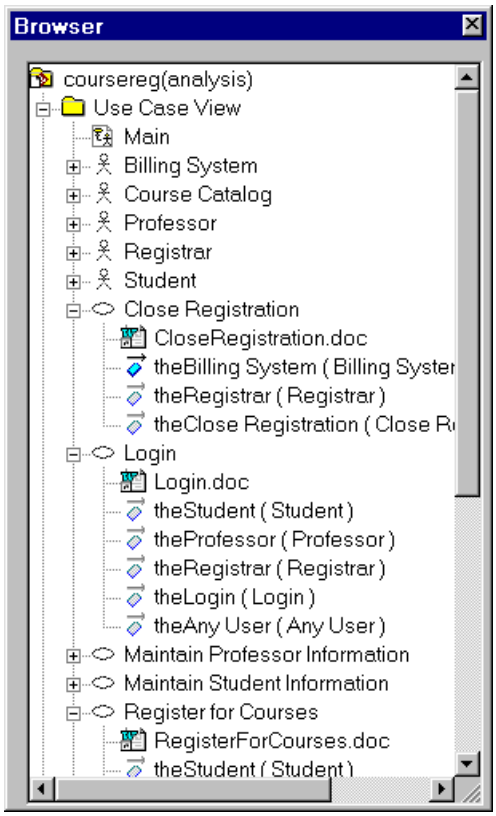
Если вариант использования завершится успешно, регистрация закрывается. В противном случае состояние системы не изменится.

Упражнение 5. Прикрепление файла к варианту использования

1. Щелкните правой кнопкой мыши на варианте использования.
2. В открывшемся меню выберите пункт Open Specification

3. Перейдите на вкладку файлов.
4. Щелкните правой кнопкой мыши на белом поле и из открывшегося меню выберите пункт Insert File.
5. Укажите созданный ранее файл и нажмите на кнопку Open, чтобы прикрепить файл к варианту использования.

В результате представление вариантов использования в браузере примет следующий вид:



Удаление вариантов использования и действующих лиц

Существует два способа удалить элемент модели – из одной диаграммы или из всей модели. Чтобы удалить элемент модели из диаграммы:

1. Выделите элемент на диаграмме.
2. Нажмите на клавишу Delete.
3. Обратите внимания, что, хотя элемент и удален с диаграммы, он остался в браузере и на других диаграммах системы.

Чтобы удалить элемент из модели:

1. Выделите элемент на диаграмме.
2. Выберите пункт меню Edit > Delete from Model или нажмите сочетание клавиш CTRL + D.

3.5. Анализ системы

3.5.1. Архитектурный анализ

Принятие соглашений по моделированию

Включает:

- Используемые диаграммы и элементы модели;
- Правила их применения;
- Соглашения по именованию элементов;
- Организация модели (пакеты).

Пример соглашений моделирования:

- Имена вариантов использования должны быть короткими глагольными фразами.
- Для каждого варианта использования должен быть создан пакет Use-Case Realization, включающий:
  - по крайней мере одну реализацию варианта использования;
  - диаграмму «View Of Participating Classes» (VOPC).
- Имена классов должны быть существительными, соответствующими, по возможности, понятиям предметной области.
- Имена классов должны начинаться с заглавной буквы.
- Имена атрибутов и операций должны начинаться со строчной буквы.
- Составные имена должны быть сплошными, без подчеркиваний, каждое отдельное слово должно начинаться с заглавной буквы.

Реализация варианта использования (Use-Case Realization):

Описывает реализацию конкретного варианта использования в терминах взаимодействующих объектов и представляется с помощью набора диаграмм (диаграмм классов, реализующих вариант использования, и диаграмм взаимодействия (диаграмм последовательности и кооперативных диаграмм), отражающих взаимодействие объектов в процессе реализации варианта использования).

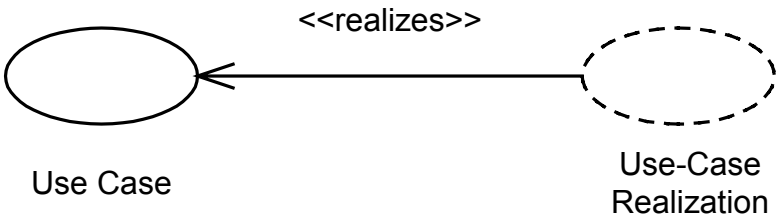


Рис. 3.3. Реализация варианта использования

Идентификация ключевых абстракций

Заключается в предварительном определении классов системы (классов анализа). Источники – знание предметной области, требования к системе, глоссарий. Классы анализа для системы регистрации показаны на рис. 3.4:

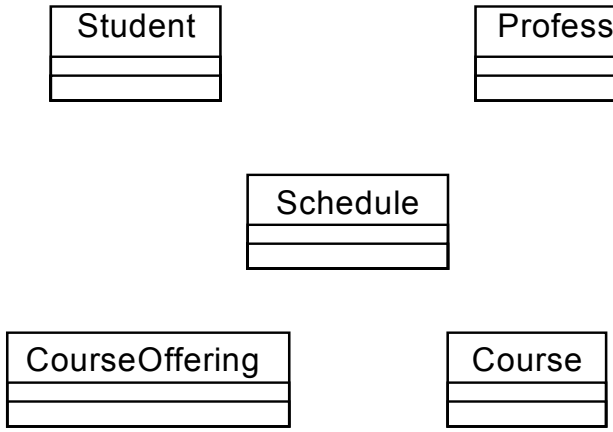
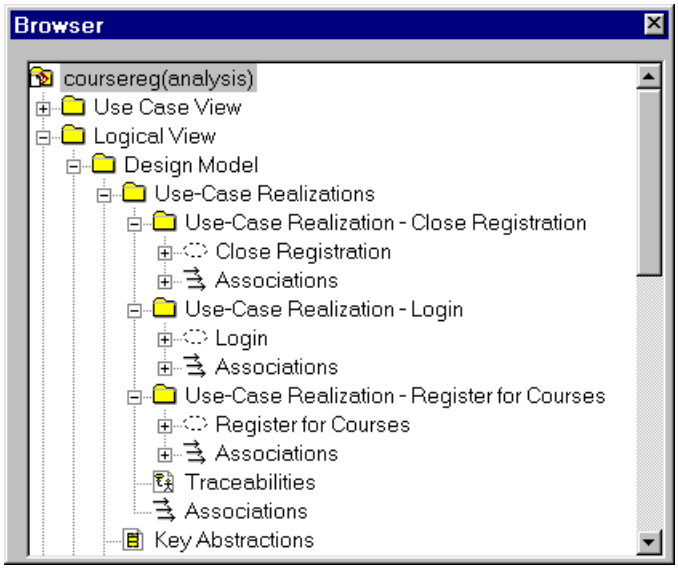


Рис. 3.4. Классы анализа системы регистрации

Упражнение 6. Создание структуры модели и классов анализа в соответствии с требованиями архитектурного анализа

Структура логического представления браузера должна иметь следующий вид:



Создание пакетов и диаграммы Traceabilities:

1. Щелкните правой кнопкой мыши на логическом представлении браузера.
2. В открывшемся меню выберите пункт New > Package
3. Назовите новый пакет Design Model.
4. Создайте аналогичным образом пакеты Use-Case Realizations, Use-Case Realization – Close Registration, Use-Case Realization – Login и Use-Case Realization – Register for Courses.
5. В каждом из пакетов типа Use-Case Realization создайте соответствующие кооперации Close Registration, Login и Register for Courses (каждая кооперация представляет собой вариант использования со стереотипом «use-case realization», который задается в спецификации варианта использования).
6. Создайте в пакете Use-Case Realizations новую диаграмму вариантов использования с названием Traceabilities и постройте ее в соответствии с рис. 3.5.

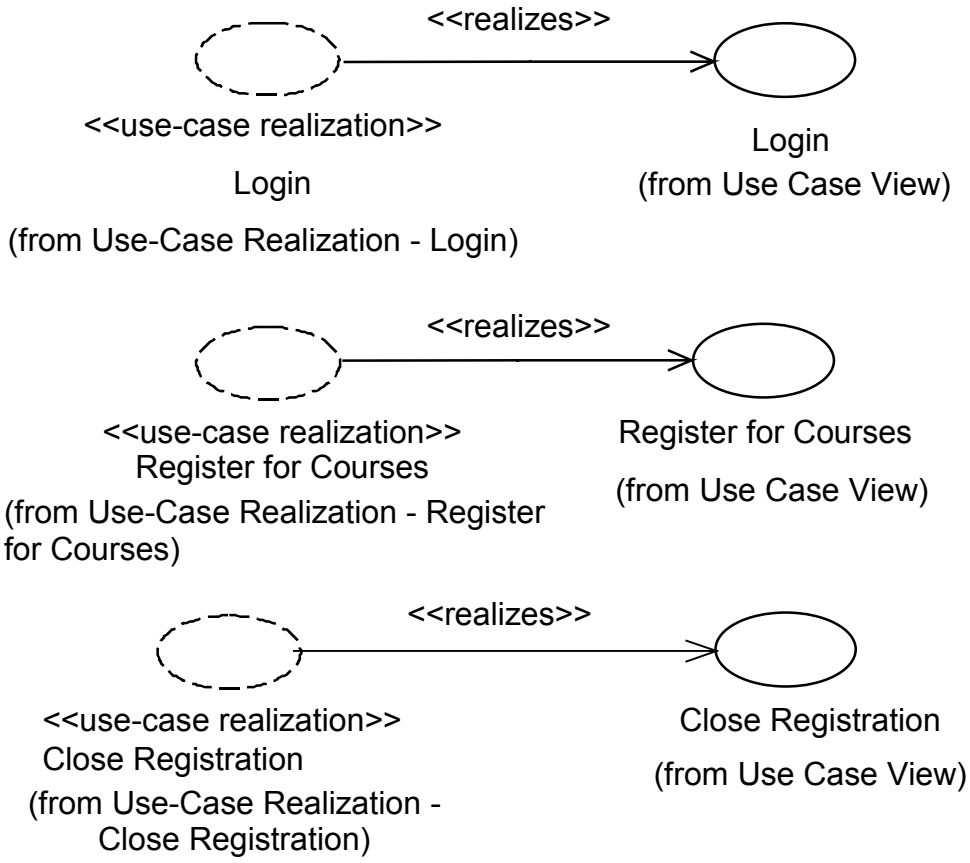


Рис. 3.5. Диаграмма Traceabilities

Создание классов анализа и соответствующей диаграммы Key Abstractions:

1. Щелкните правой кнопкой мыши на пакете Design Model.
2. Выберите в открывшемся меню пункт New > Class. Новый класс под названием NewClass появится в браузере.
3. Выделите его и введите имя Student.
4. Создайте аналогичным образом классы Professor, Schedule, Course и CourseOffering.
5. Щелкните правой кнопкой мыши на пакете Design Model.
6. В открывшемся меню выберите пункт New > Class Diagram.
7. Назовите новую диаграмму классов Key Abstractions.
8. Чтобы расположить вновь созданные классы на диаграмме классов, откройте ее и перетащите классы на открытую диаграмму мышью. Диаграмма классов должна выглядеть как на рис. 3.4.

3.5.2. Анализ вариантов использования

Идентификация классов, участвующих в реализации потоков событий варианта использования

В потоках событий варианта использования выявляются классы трех типов:

1. **Граничные классы (Boundary)** – служат посредниками при взаимодействии внешних объектов с системой. Как правило, для каждой пары «действующее лицо – вариант использования» определяется один граничный класс. Типы граничных классов: пользовательский интерфейс (обмен информацией с пользователем, без деталей интерфейса – кнопок, списков, окон), системный интерфейс и аппаратный интерфейс (используемые протоколы, без деталей их реализации).
2. **Классы-сущности (Entity)** – представляют собой ключевые абстракции (понятия) разрабатываемой системы. Источники выявления классов-сущностей: ключевые абстракции, созданные в процессе архитектурного анализа, глоссарий, описание потоков событий вариантов использования.

3. **Управляющие классы (Control) –** обеспечивают координацию поведения объектов в системе. Могут отсутствовать в некоторых вариантах использования, ограничивающихся простыми манипуляциями с хранимыми данными. Как правило, для каждого варианта использования определяется один управляющий класс. Примеры управляющих классов: менеджер транзакций, координатор ресурсов, обработчик ошибок.

Пример набора классов, участвующих в реализации варианта использования Register for Courses, приведен на рис. 3.6.

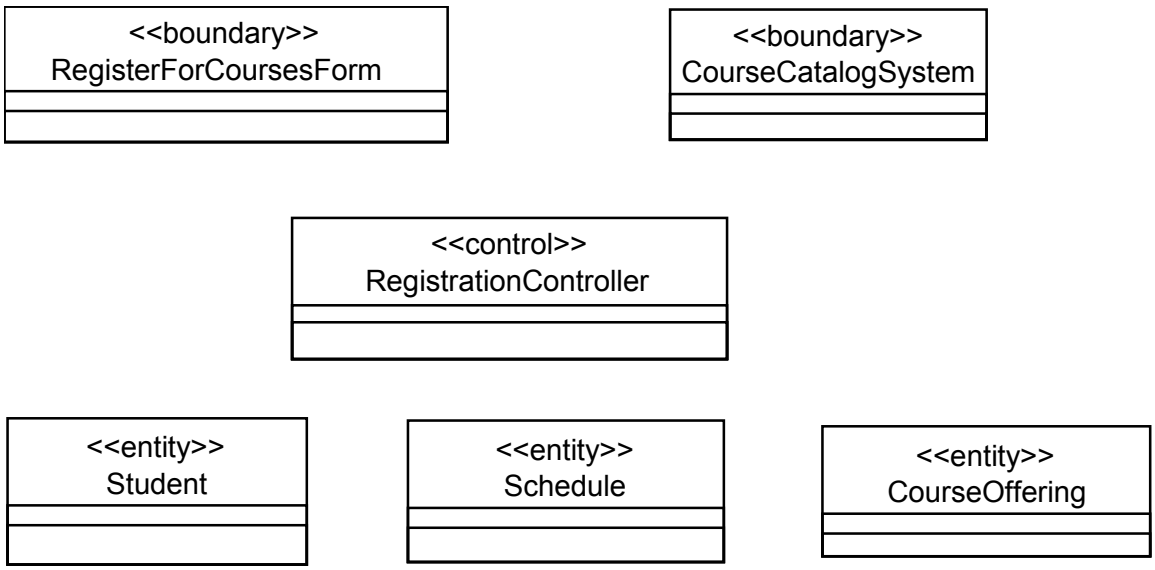


Рис. 3.6. Классы, участвующие в реализации варианта использования Register for Courses

Упражнение 7. Создание классов, участвующих в реализации варианта использования Register for Courses, и диаграммы классов «View Of Participating Classes» (VOPC)

1. Щелкните правой кнопкой мыши на пакете Design Model.
2. Выберите в открывшемся меню пункт New > Class. Новый класс под названием NewClass появится в браузере.
3. Выделите его и введите имя RegisterForCoursesForm.
4. Щелкните правой кнопкой мыши на классе RegisterForCoursesForm.
5. В открывшемся меню выберите пункт Open Specification.

6. В поле стереотипа выберите Boundary и нажмите на кнопку ОК.
7. Создайте аналогичным образом классы CourseCatalogSystem со стереотипом Boundary и RegistrationController со стереотипом Control.
8. Назначьте классам Schedule, CourseOffering и Student стереотип Entity.
9. Щелкните правой кнопкой мыши на кооперации Register for Courses в пакете Use-Case Realization – Register for Courses.
10. В открывшемся меню выберите пункт New > Class Diagram.
11. Назовите новую диаграмму классов VOPC (classes only).
12. Откройте ее и перетащите классы на открытую диаграмму в соответствии с рис. 3.6.

Распределение поведения, реализуемого вариантом использования, между классами

Реализуется с помощью диаграмм взаимодействия (диаграмм последовательности и кооперативных диаграмм). В первую очередь строится диаграмма (одна или более), описывающая основной поток событий и его подчиненные потоки. Для каждого альтернативного потока событий строится отдельная диаграмма. Примеры:

- обработка ошибок;
- контроль времени выполнения;
- обработка неправильных вводимых данных.

Нецелесообразно описывать тривиальные потоки событий (например, в потоке участвует только один объект).

Упражнение 8. Создание диаграмм взаимодействия

Создадим диаграммы последовательности и кооперативные диаграммы для основного потока событий варианта использования Register for Courses. Готовые диаграммы последовательности должны иметь вид, как на рис. 3.7 – 3.11.

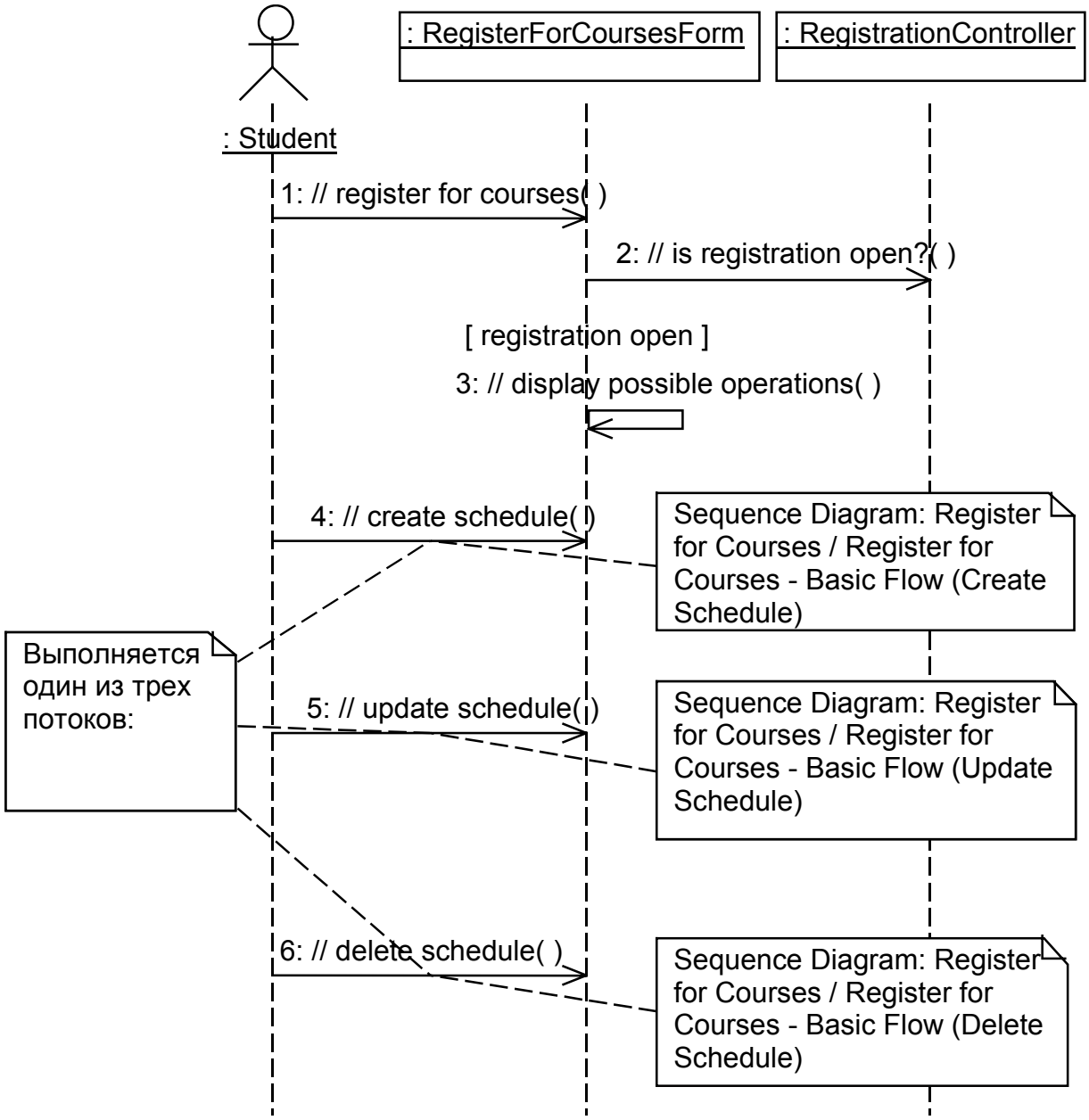


Рис. 3.7. Диаграмма последовательности Register for Courses – Basic Flow

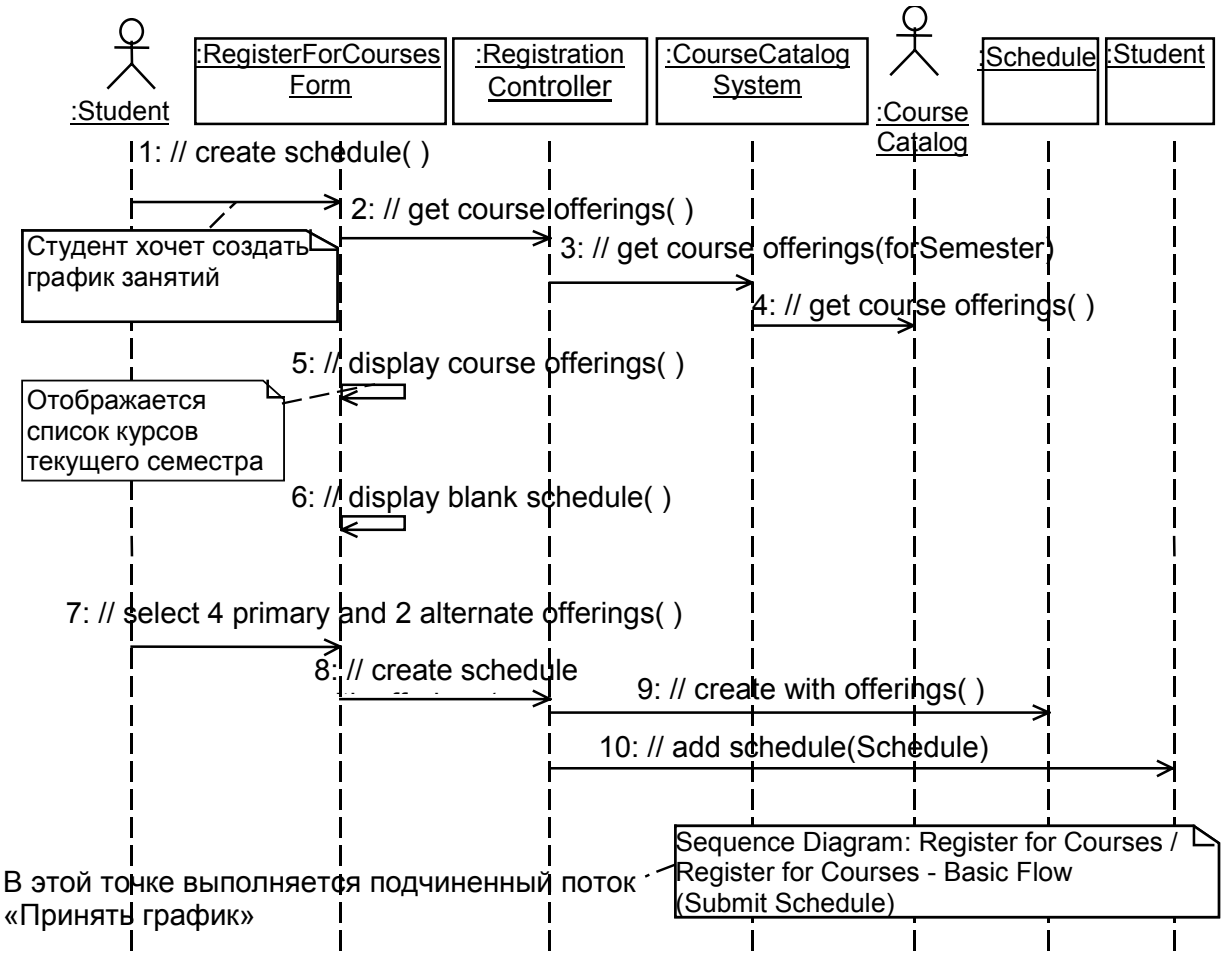


Рис. 3.8. Диаграмма последовательности Register for Courses – Basic Flow (Create Schedule)

Настройка

1. В меню модели выберите пункт Tools > Options.
2. Перейдите на вкладку диаграмм.
3. Контрольные переключатели Sequence Numbering, Collaboration Numbering должны быть помечены, а Focus of Control – нет.
4. Нажмите ОК, чтобы выйти из окна параметров.

Создание диаграммы последовательности

1. Щелкните правой кнопкой мыши на кооперации Register for Courses в пакете Use-Case Realization – Register for Courses.
2. В открывшемся меню выберите пункт New > Sequence Diagram.
3. Назовите новую диаграмму Register for Courses – Basic Flow.
4. Дважды щелкните на ней, чтобы открыть ее.

Добавление на диаграмму действующего лица, объектов и сообщений

1. Перетащите действующее лицо Student из браузера на диаграмму.
2. Перетащите классы RegisterForCoursesForm и RegistrationController из браузера на диаграмму.
3. На панели инструментов нажмите кнопку Object Message (Сообщение объекта).
4. Проведите мышью от линии жизни действующего лица Student к линии жизни объекта RegisterForCoursesForm.
5. Выделив сообщение, введите его имя: // register for courses.
6. Повторите действия 3 – 5, чтобы поместить на диаграмму остальные сообщения, как показано на рис. 3.7 (для рефлексивного сообщения 3 используется кнопка Message to Self).

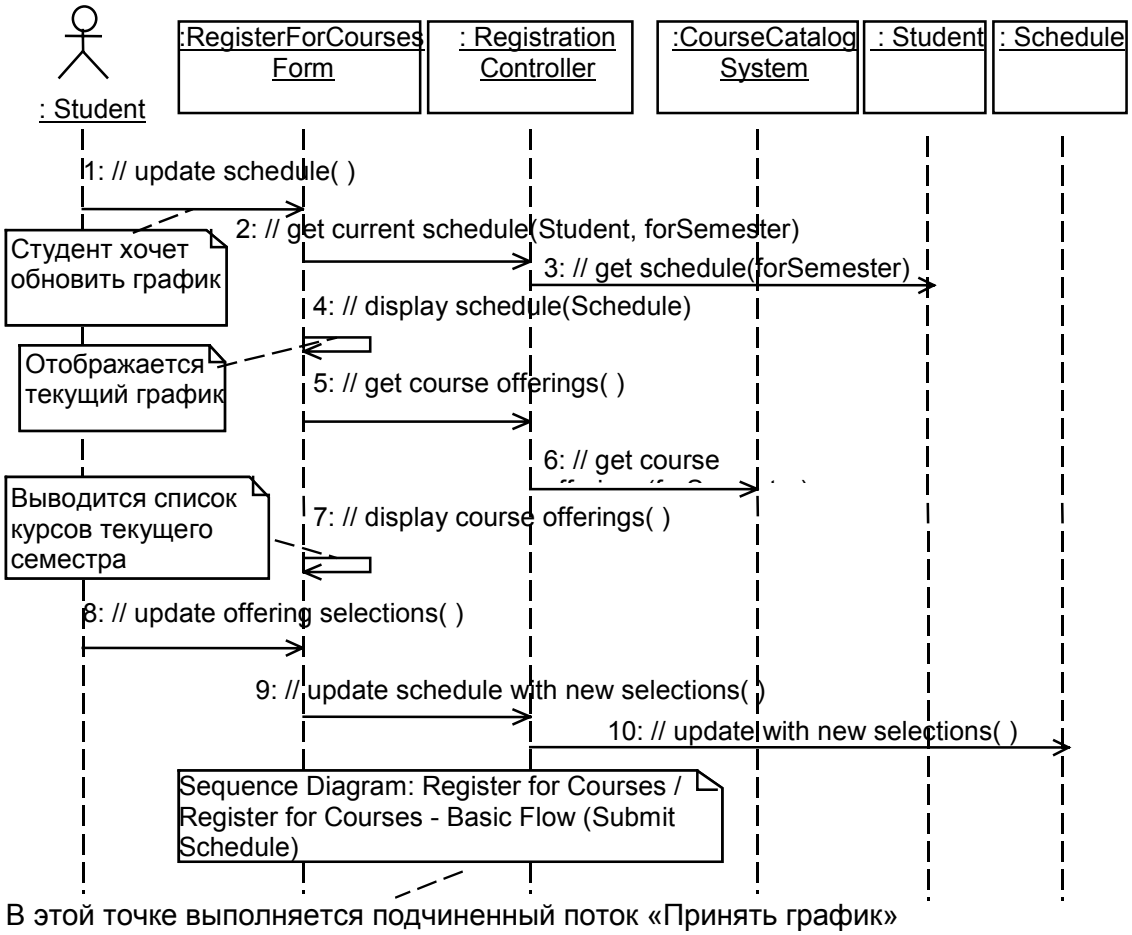


Рис. 3.9. Диаграмма последовательности Register for Courses – Basic Flow (Update Schedule)

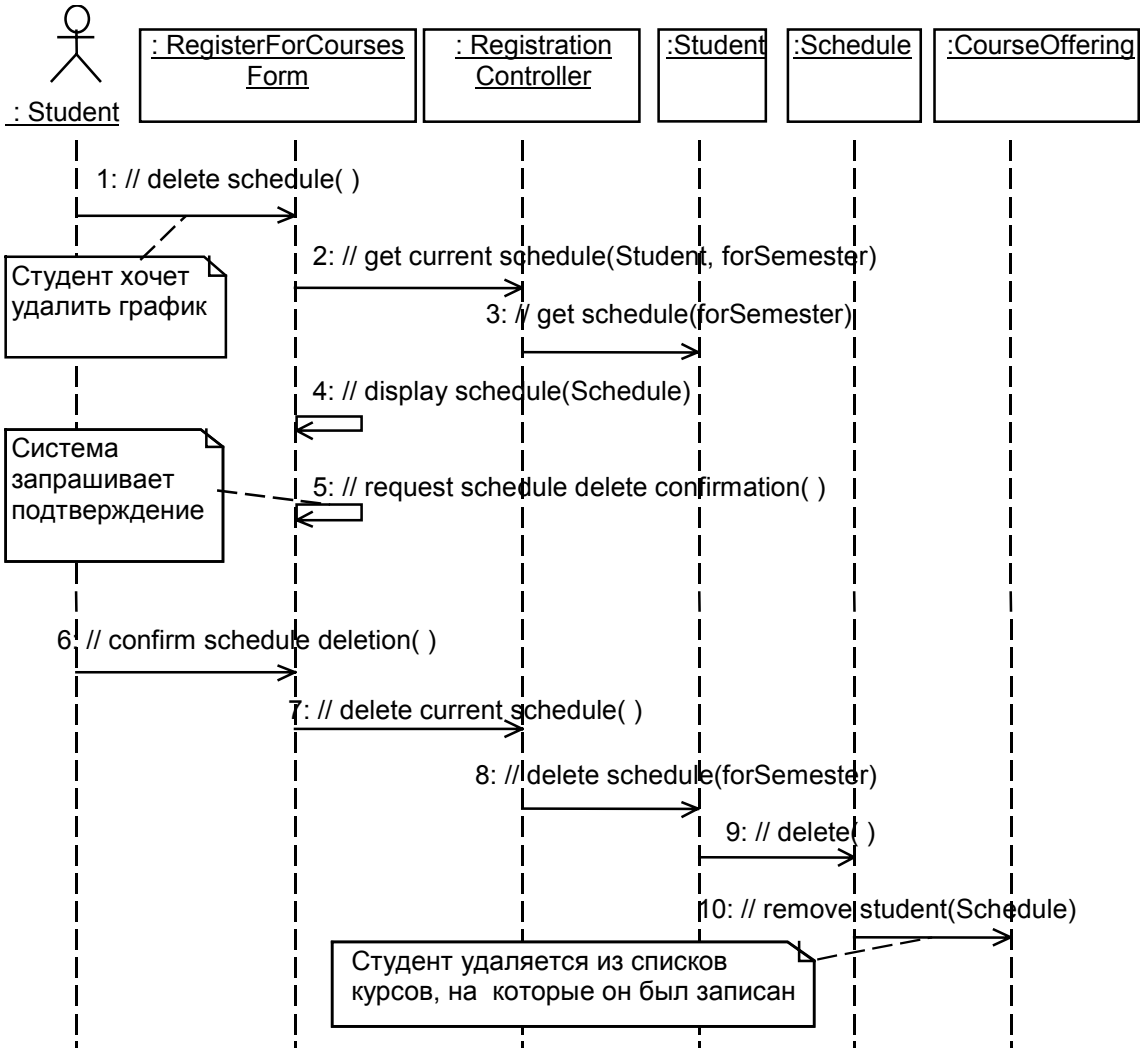


Рис. 3.10. Диаграмма последовательности Register for Courses – Basic Flow (Delete Schedule)

Соотнесение сообщений с операциями

1. Щелкните правой кнопкой на сообщении 1, // register for courses.
2. В открывшемся меню выберите пункт <new operation>. Появится окно спецификации операции.
3. В поле имени оставьте имя сообщения – // register for courses.
4. Нажмите на кнопку ОК, чтобы закрыть окно спецификации операции и вернуться на диаграмму.
5. Повторите действия 1 – 4, пока не соотнесете с операциями все остальные сообщения.

Выполните аналогичные действия для создания диаграмм последовательности, показанных на рис. 3.8 – 3.11. Обратите внимание, что на диаграмме рис. 3.11 появился объект нового класса PrimarySheduleOfferingInfo (класса ассоциаций, описывающего связь между классами Shedule и OfferingInfo), который нужно предварительно создать.

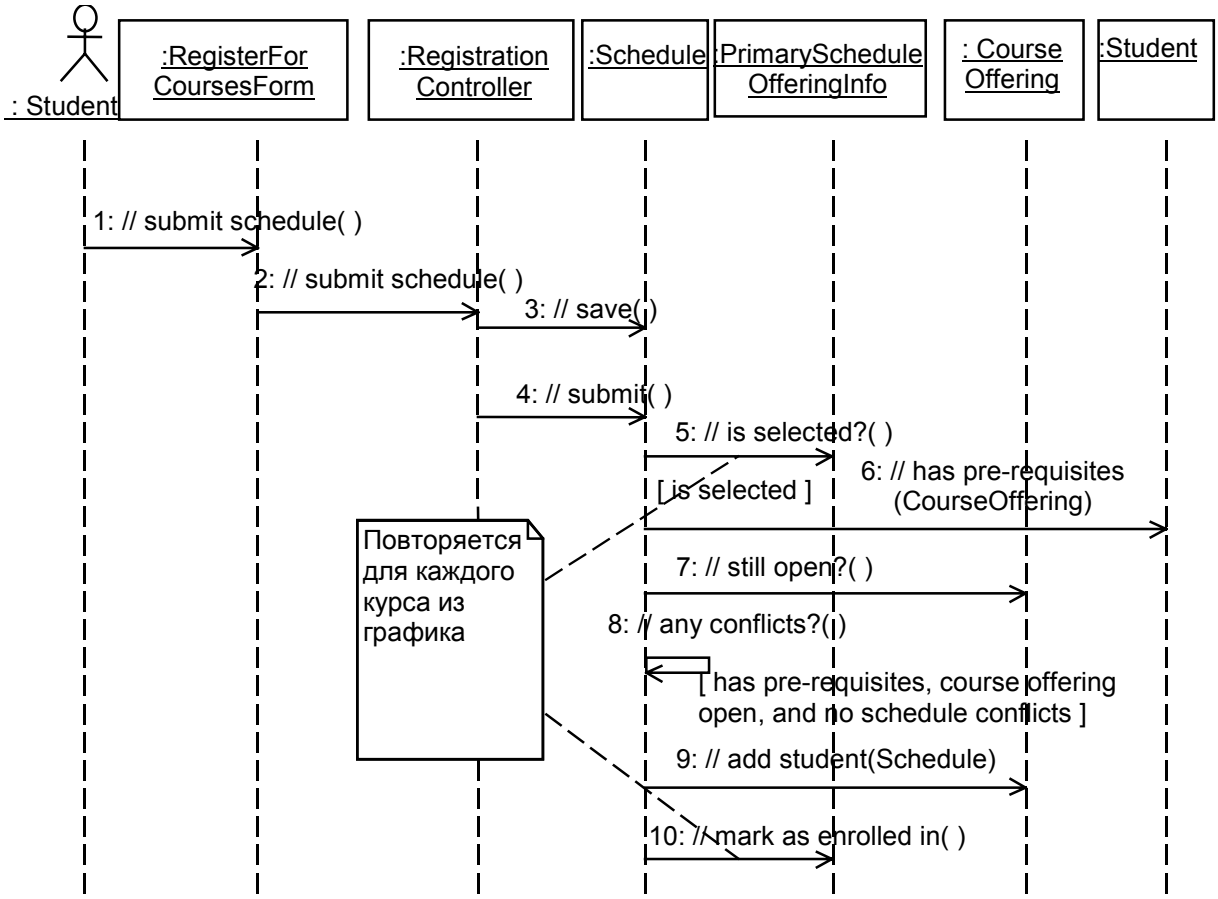


Рис. 3.11. Диаграмма последовательности Register for Courses – Basic Flow (Submit Schedule)

Создание примечаний

Чтобы поместить на диаграмму примечание:

1. Нажмите на панели инструментов кнопку Note.
2. Щелкните мышью в том месте диаграммы, куда собираетесь поместить примечание.
3. Выделив новое примечание, введите туда текст.

4. Чтобы прикрепить примечание к элементу диаграммы, на панели инструментов нажмите кнопку Anchor Notes To Item (Прикрепить примечания к элементу).
5. Нажав левую кнопку мыши, проведите указатель от примечания до элемента диаграммы, с которым оно будет связано. Между примечанием и элементом возникнет штриховая линия.
6. Чтобы создать примечание-ссылку на другую диаграмму (как это сделано на диаграмме рис. 3.7 и других), создайте пустое примечание (без текста) и перетащите на него из браузера нужную диаграмму.

Кроме примечаний, на диаграмму можно поместить также и текстовую область. С ее помощью можно, например, добавить к диаграмме заголовок.

Чтобы поместить на диаграмму текстовую область:

1. На панели управления нажмите кнопку Text Box.
2. Щелкните мышью внутри диаграммы, чтобы поместить туда текстовую область.
3. Выделив эту область, введите в неё текст.

Создание кооперативной диаграммы

Для создания кооперативной диаграммы достаточно открыть диаграмму последовательности и нажать клавишу F5.

Определение обязанностей (responsibilities), атрибутов и ассоциаций классов

Обязанность (responsibility) – действие, которое объект обязан выполнять по запросу других объектов. Обязанность преобразуется в одну или более операций класса на шаге проектирования. Обязанности определяются, исходя из сообщений на диаграммах взаимодействия, и документируются в классах в виде операций «анализа», которые

появляются там автоматически в процессе построения диаграмм взаимодействия (соотнесения сообщений с операциями).

Так, диаграмма классов VOPC (classes only) (рис. 3.6) после построения диаграмм взаимодействия в упражнении 8 должна принять вид, изображенный на рис. 3.12.

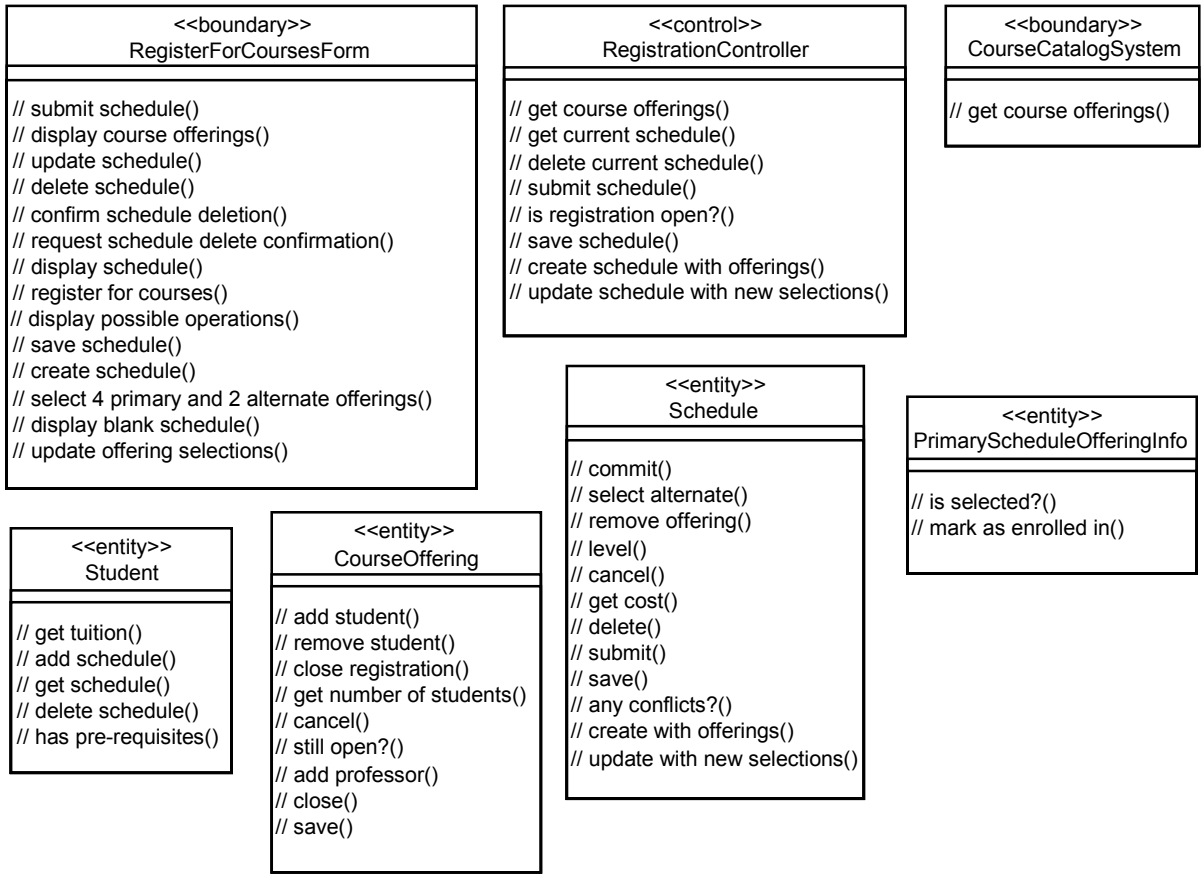


Рис. 3.12. Диаграмма классов VOPC (classes only) с операциями «анализа»

Атрибуты классов анализа определяются, исходя из знаний о предметной области, требований к системе и глоссария.

Упражнение 9. Добавление атрибутов к классам

Настройка

1. В меню модели выберите пункт Tools > Options.
2. Перейдите на вкладку Diagram.
3. Убедитесь, что переключатель Show All Attributes помечен.
4. Убедитесь, что переключатели Suppress Attributes и Suppress Operations не помечены.

Добавление атрибутов

1. Щелкните правой кнопкой мыши на классе Student.
2. В открывшемся меню выберите пункт New Attribute.
3. Введите новый атрибут address
4. Нажмите клавишу Enter.
5. Повторите шаги 1 – 4, добавив атрибуты name и studentID.
6. Добавьте атрибуты к классам CourseOffering, Shedule и PrimaryScheduleOfferingInfo, как показано на рис. 3.13.

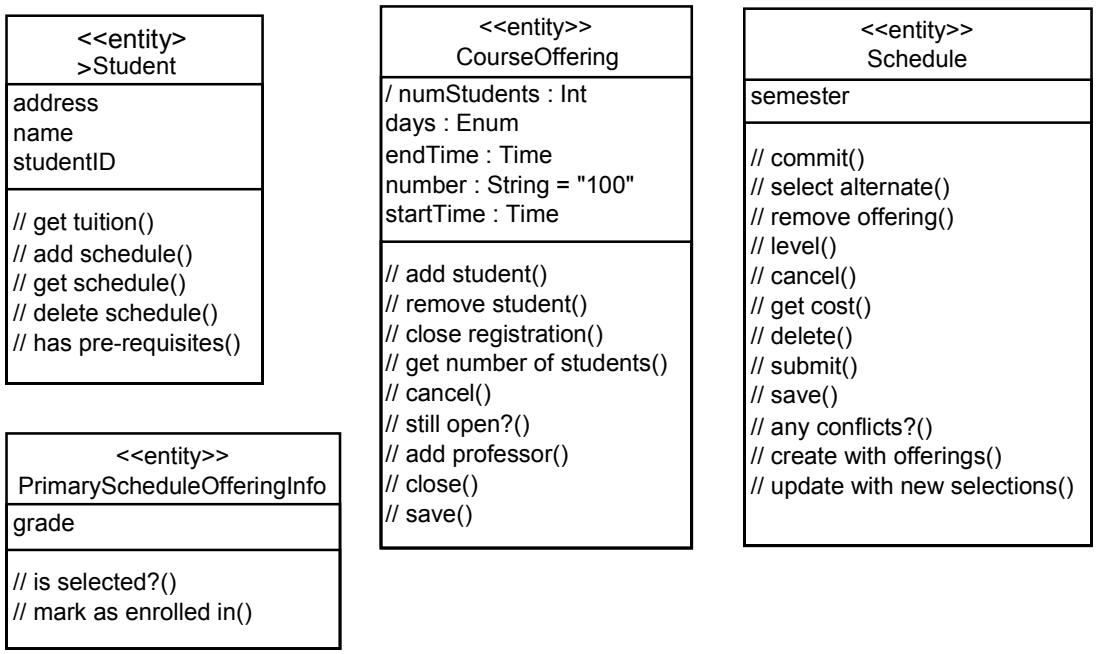


Рис. 3.13. Классы с операциями «анализа» и атрибутами

Связи между классами (ассоциации) определяются на основе диаграмм взаимодействия. Если два объекта взаимодействуют (обмениваются сообщениями), между ними должна существовать связь (путь взаимодействия). Для ассоциаций задаются множественность и, возможно, направление навигации. Могут использоваться множественные ассоциации, агрегации и классы ассоциаций.

Упражнение 10. Добавление связей

Добавим связи к классам, принимающим участие в варианте использования Register for Courses. Для отображения связей между

классами построим три новых диаграмм классов в кооперации Register for Courses пакета Use-Case Realization – Register for Courses (рис. 3.14 – 3.16).

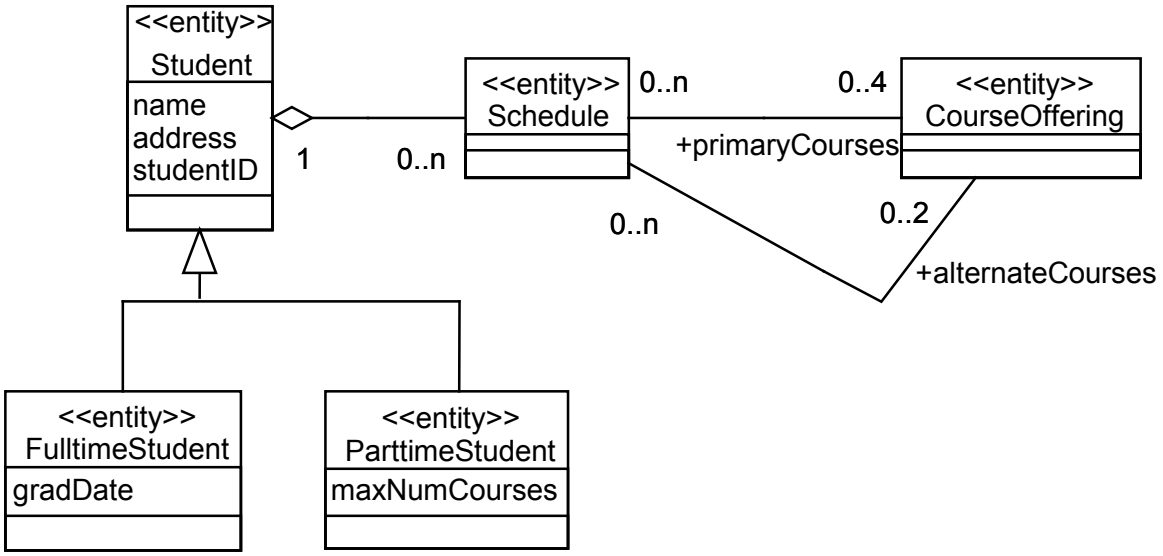


Рис. 3.14. Диаграмма Entity Classes (классы-сущности)

Добавлены два новых класса – подклассы FulltimeStudent (студент очного отделения) и ParttimeStudent (студент вечернего отделения).

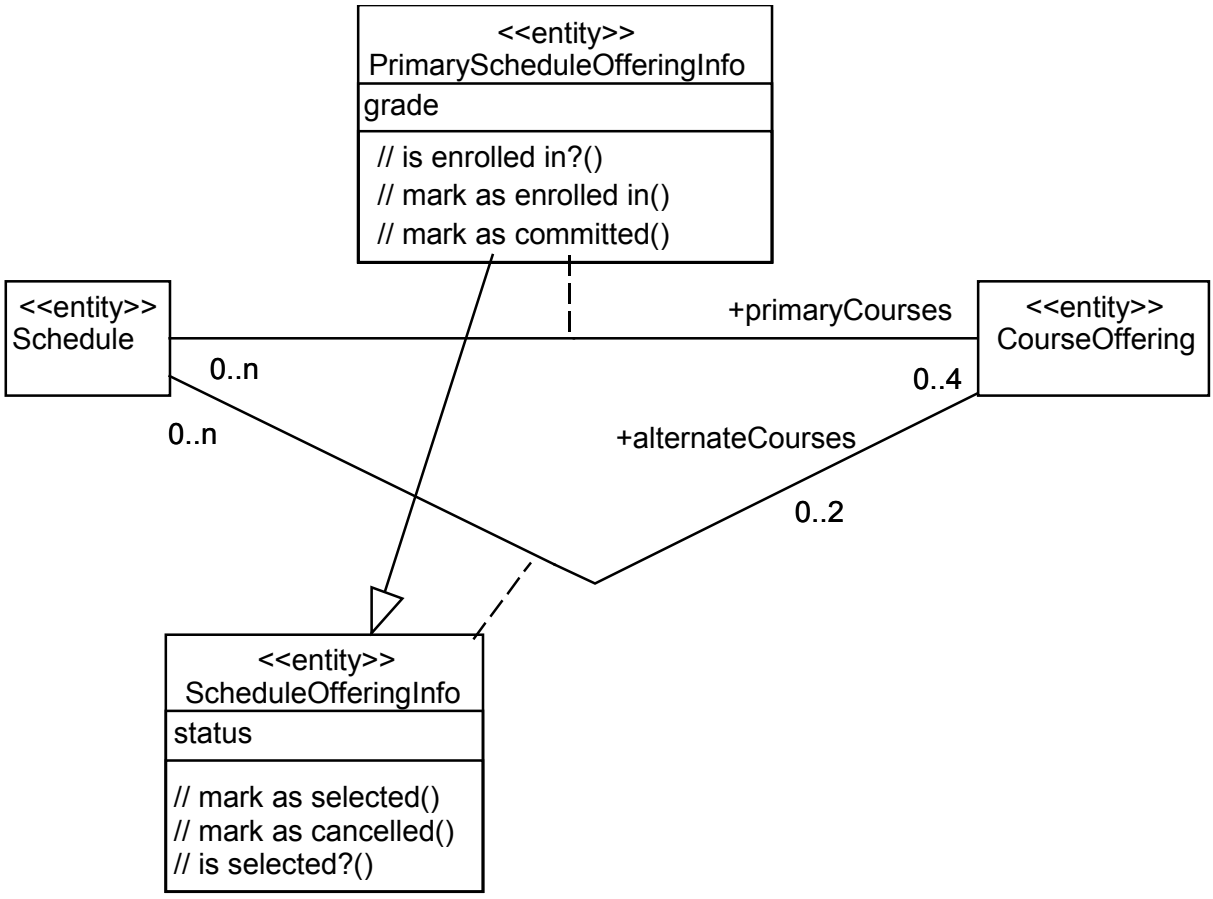


Рис. 3.15. Диаграмма CourseOfferingInfo

На данной диаграмме показаны классы ассоциаций, описывающие связи между классами Schedule и CourseOffering и добавлен суперкласс ScheduleOfferingInfo. Данные и операции, содержащиеся в этом классе (status – курс включен в график или отменен), относятся как к основным, так и к альтернативным курсам, в то время как оценка (grade) и окончательное включение курса в график могут иметь место только для основных курсов.

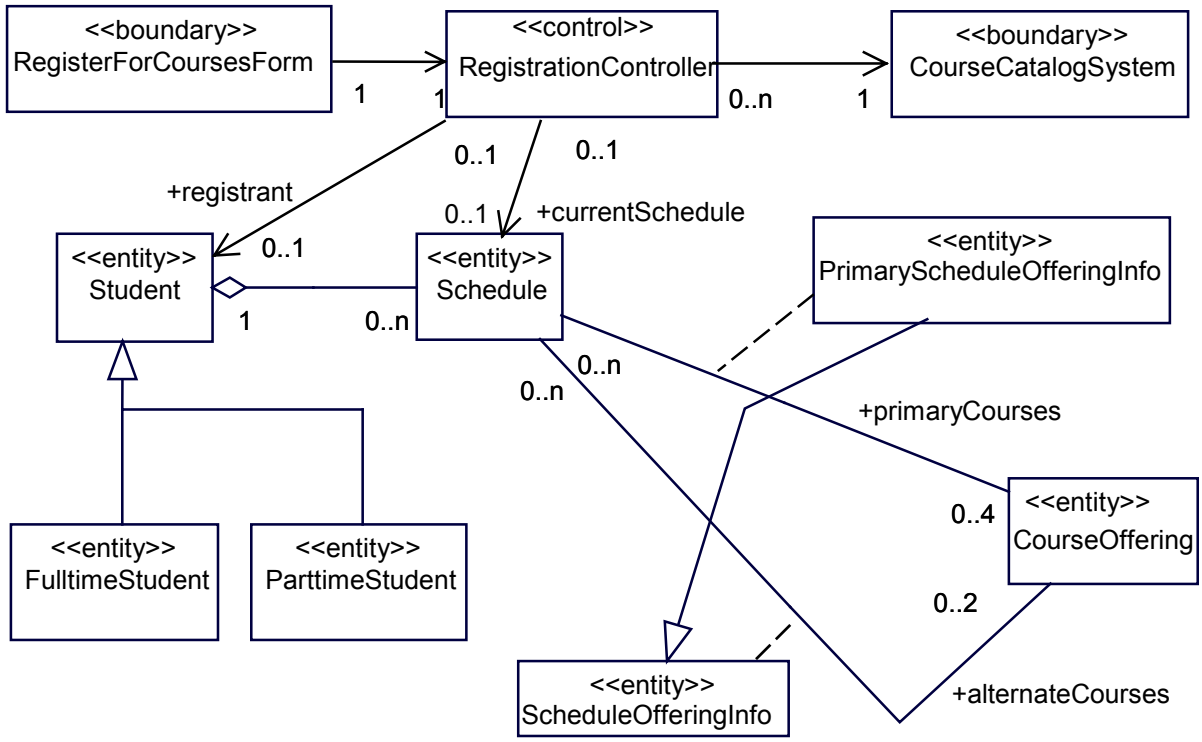


Рис. 3.16. Полная диаграмма классов VOPC (без атрибутов и операций)

Создание ассоциаций

Ассоциации создают непосредственно на диаграмме классов. Панель инструментов диаграммы классов содержит кнопки для создания как одно-, так и двунаправленных ассоциаций. Чтобы на диаграмме классов создать ассоциацию:

1. Нажмите на панели инструментов кнопку Association.
2. Проведите мышью линию ассоциации от одного класса к другому.

Чтобы задать возможности навигации по ассоциации:

1. Щелкните правой кнопкой мыши на связи с того конца, на котором хотите показать стрелку.
2. В открывшемся меню выберите пункт Navigable.

Чтобы создать рефлексивную ассоциацию:

1. На панели инструментов диаграммы нажмите кнопку Association.
2. Проведите линию ассоциации от класса до какого-нибудь места вне класса.
3. Отпустите кнопку мыши.
4. Проведите линию ассоциации назад к классу.

Создание агрегаций

1. Нажмите кнопку Aggregation панели инструментов.
2. Проведите линию агрегации от класса-части к целому.

Чтобы поместить на диаграмму классов рефлексивную агрегацию:

1. На панели инструментов диаграммы нажмите кнопку Aggregation.
2. Проведите линию агрегации от класса до какого-нибудь места вне класса.
3. Отпустите кнопку мыши.
4. Проведите линию агрегации назад к классу.

Создание обобщений

При создании обобщения может потребоваться перенести некоторые атрибуты или операции из одного класса в другой. Если, например, понадобится перенести их из подкласса в суперкласс Employee, в браузере для этого достаточно просто перетащить атрибуты или операции из одного класса в другой. Не забудьте удалить другую копию атрибута из второго подкласса, если он имеется.

Чтобы поместить обобщение на диаграмму классов:

1. Нажмите кнопку Generalization панели инструментов.
2. Проведите линию обобщения от подкласса к суперклассу.

Спецификации связей

Спецификации связей касаются имен ассоциаций, ролевых имена, множественности и классов ассоциаций.

Чтобы задать множественность связи:

1. Щелкните правой кнопкой мыши на одном конце связи.
2. В открывшемся меню выберите пункт Multiplicity.
3. Укажите нужную множественность.
4. Повторите то же самое для другого конца связи.

Чтобы задать имя связи:

1. Выделите нужную связь.
2. Введите ее имя.

Чтобы задать связи ролевое имя:

1. Щелкните правой кнопкой мыши на ассоциации с нужного конца.
2. В открывшемся меню выберите пункт role Name.
3. Введите ролевое имя.

Чтобы задать элемент связи (класс ассоциаций):

1. Откройте окно спецификации требуемой связи.
2. Перейдите на вкладку Detail.
3. Задайте элемент связи в поле Link Element.

Задание для самостоятельной работы

Выполнить анализ варианта использования Close Registration и построить соответствующие диаграммы взаимодействия и классов.

3.6. Проектирование системы

3.6.1. Проектирование архитектуры

Цели проектирования архитектуры системы:

- анализ взаимодействий между классами анализа, выявление подсистем и интерфейсов;
- уточнение архитектуры с учетом возможностей повторного использования;
- идентификация архитектурных решений и механизмов, необходимых для проектирования системы.

Вводятся глобальные пакеты:

- базисные (foundation) классы (списки, очереди и т.д.);
- обработчики ошибок (error handling classes);
- математические библиотеки;
- утилиты;
- библиотеки других поставщиков.

Определяются проектные классы (design classes):

- класс анализа отображается в проектный класс, если он простой или представляет единственную логическую абстракцию;
- сложный класс анализа может быть разбит на несколько классов, преобразован в пакет или в подсистему.

Примеры возможных подсистем:

- классы, обеспечивающие сложный комплекс услуг (например, обеспечение безопасности и защита);
- граничные классы, реализующие сложный пользовательский интерфейс или интерфейс с внешними системами;
- различные продукты: коммуникационное ПО (middleware, поддержка COM/CORBA), доступ к базам данных, типы и структуры данных (стеки, списки, очереди), общие утилиты (математические библиотеки), различные прикладные продукты.

Принятие решения о преобразовании класса в подсистему определяется опытом и знаниями архитектора проекта.

Соглашения по проектированию интерфейсов:

- Имя интерфейса: короткое (одно-два слова), отражающее его роль в системе.
- Описание интерфейса: должно отражать его обязанности (размер – небольшой абзац).
- Описание операций: имя, отражающее результат операции, ключевые алгоритмы, возвращаемое значение, параметры с типами.
- Документирование интерфейса: характер использования операций и порядок их выполнения (показывается с помощью диаграмм последовательности), тестовые планы и сценарии и так далее. Вся эта информация объединяется в специальный пакет со стереотипом <<subsystem>>, который содержит элементы, образующие подсистему, диаграммы последовательности и/или кооперативные диаграммы, описывающие взаимодействие элементов при реализации операций интерфейса, и другие диаграммы.

- Класс <<subsystem proxy>> непосредственно реализует интерфейс и управляет реализацией его операций.
- Все интерфейсы должны быть полностью определены в процессе проектирования архитектуры, поскольку они будут служить в качестве точек синхронизации при параллельной разработке.

Выделение архитектурных уровней:

Application Layer – содержит элементы прикладного уровня (пользовательский интерфейс);

Business Services Layer – содержит элементы, реализующие бизнес-логику приложений (наиболее устойчивая часть системы);

Middleware Layer – обеспечивает сервисы, независимые от платформы.

Пример выделения архитектурных уровней и объединения элементов модели в пакеты для системы регистрации приведен на рис. 3.17.

Для того чтобы поместить класс в пакет, достаточно просто перетащить его в браузере на нужный пакет.

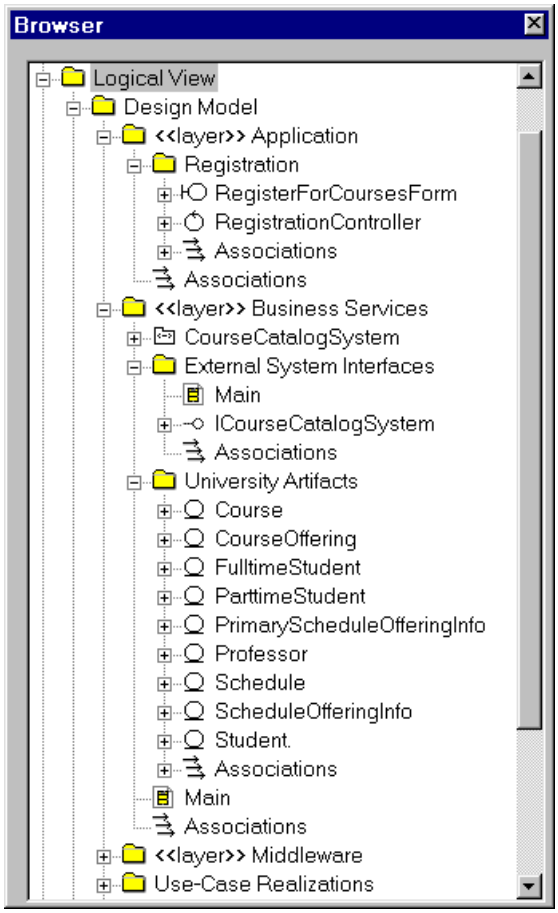


Рис. 3.17. Структура логического представления модели на шаге проектирования

Данное представление отражает следующие решения, принятые архитектором:

- Выделены три архитектурных уровня (созданы три пакета со стереотипом <<layer>>);
- В пакете Application создан пакет Registration, куда включены граничные и управляющие классы;
- Граничный класс CourseCatalogSystem преобразован в подсистему (пакет CourseCatalogSystem со стереотипом <<subsystem>>)
- В пакет Business Services, помимо подсистемы CourseCatalogSystem, включены еще два пакета: пакет External System Interfaces включает интерфейс с подсистемой CourseCatalogSystem (класс ICourseCatalogSystem со стереотипом <<Interface>>), а пакет University Artifacts – все классы-сущности.

Структура и диаграммы пакета (подсистемы) CourseCatalogSystem показана на рис. 3.18 – 3.22.

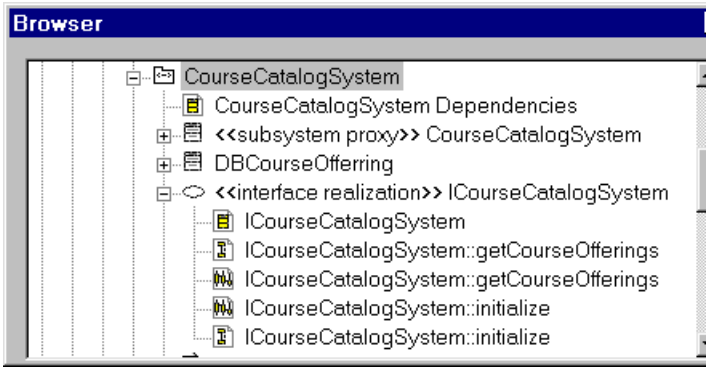


Рис. 3.18. Структура пакета CourseCatalogSystem

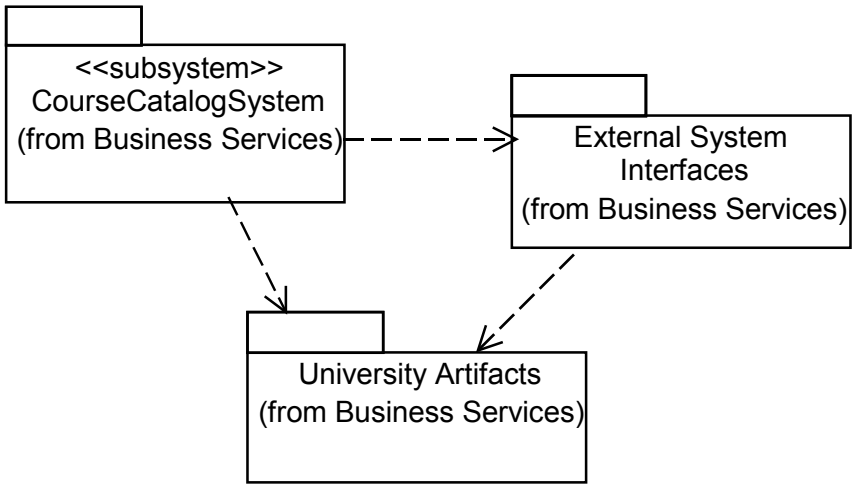


Рис. 3.19. Зависимости между подсистемой и другими пакетами (диаграмма классов CourseCatalogSystem Dependencies)

Чтобы поместить зависимость между пакетами на диаграмму классов:

1. Нажмите кнопку Dependency панели инструментов.
2. Проведите линию зависимости от зависимого пакета к тому, от которого он зависит.

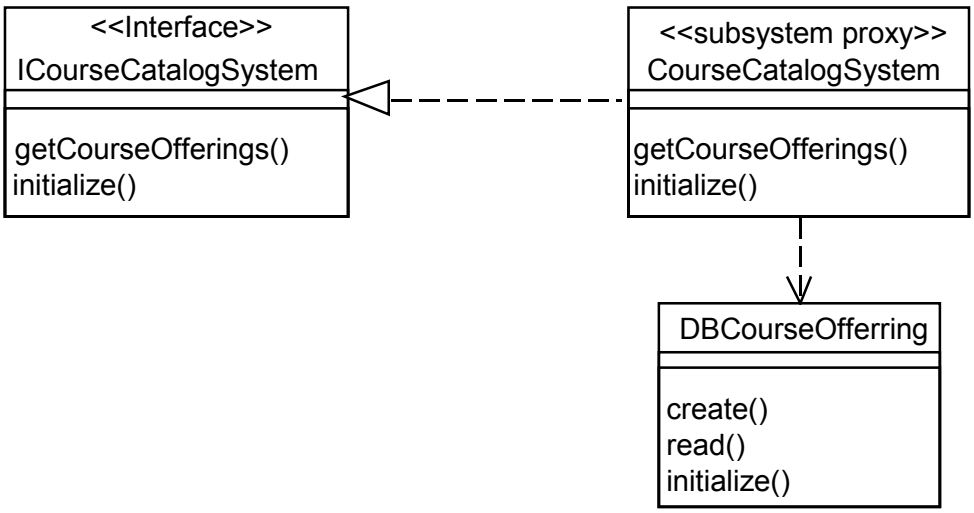


Рис. 3.20. Классы, реализующие интерфейс подсистемы (диаграмма классов ICourseCatalogSystem)

Класс DBCourseOfferring отвечает за взаимодействие с БД каталога курсов.

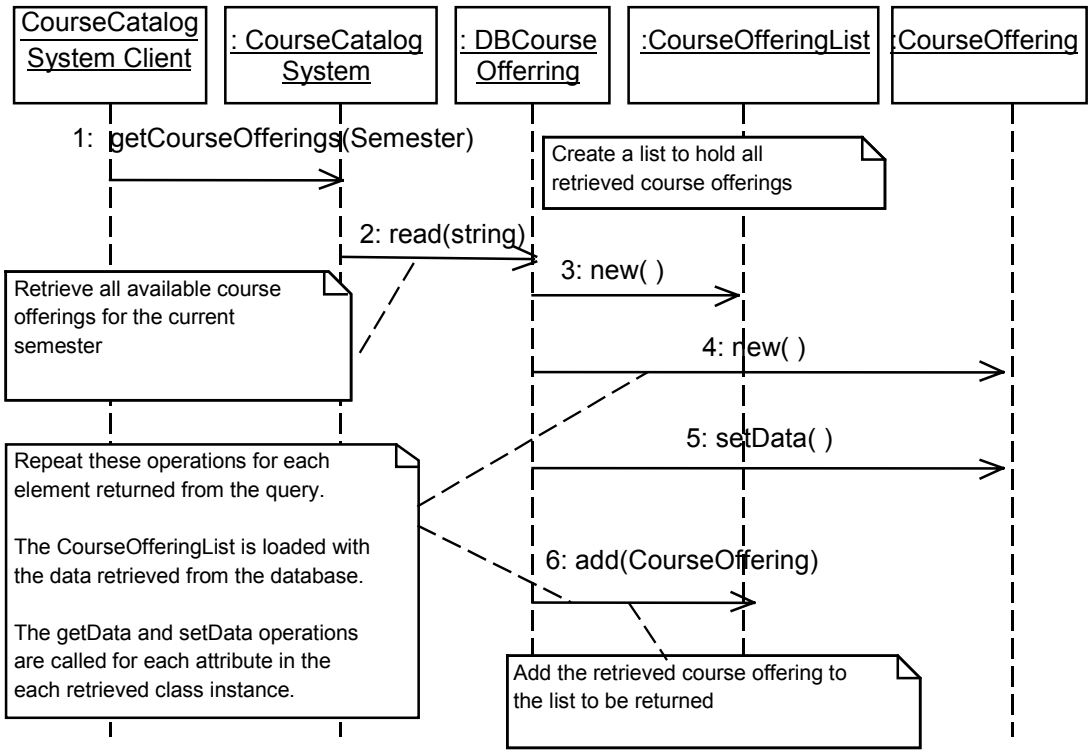


Рис. 3.21. Диаграмма последовательности ICourseCatalogSystem::getCourse Offerings, описывающая взаимодействие элементов при реализации операции интерфейса getCourseOfferings

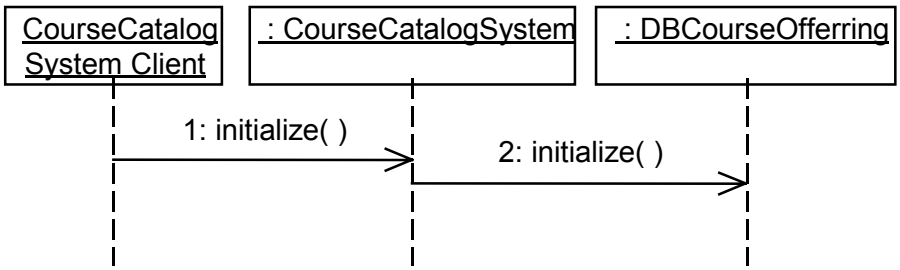


Рис. 3.22. Диаграмма последовательности ICourseCatalogSystem: :initialize, описывающая взаимодействие элементов при реализации операции интерфейса initialize

3.6.2. Моделирование распределенной конфигурации системы

Распределенная конфигурация системы моделируется с помощью диаграммы размещения. Ее основные элементы:

- узел (node) – вычислительный ресурс (процессор или другое устройство (дисковая память, контроллеры различных устройств и т. д.). Для узла можно задать выполняющиеся на нем процессы;
- соединение (connection) – канал взаимодействия узлов (сеть).

Пример: сетевая конфигурация системы регистрации (без процессов).

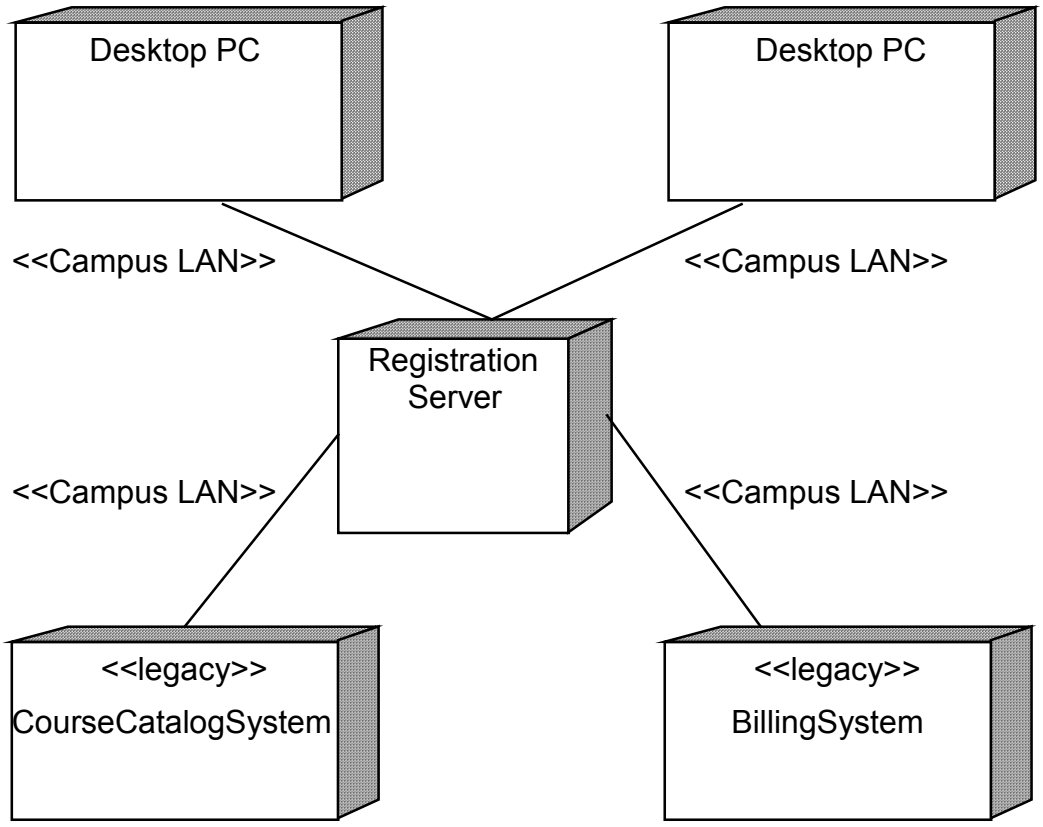


Рис. 3.23. Сетевая конфигурация системы регистрации

Распределение процессов по узлам сети производится с учетом следующих факторов:

- используемые образцы распределения (трехзвенная клиент-серверная конфигурация, «толстый клиент», «тонкий клиент», равноправные узлы (peer-to-peer) и т.д.);
- время отклика;
- минимизация сетевого трафика;
- мощность узла;
- надежность оборудования и коммуникаций.

Пример распределения процессов по узлам приведен на рис. 3.24.

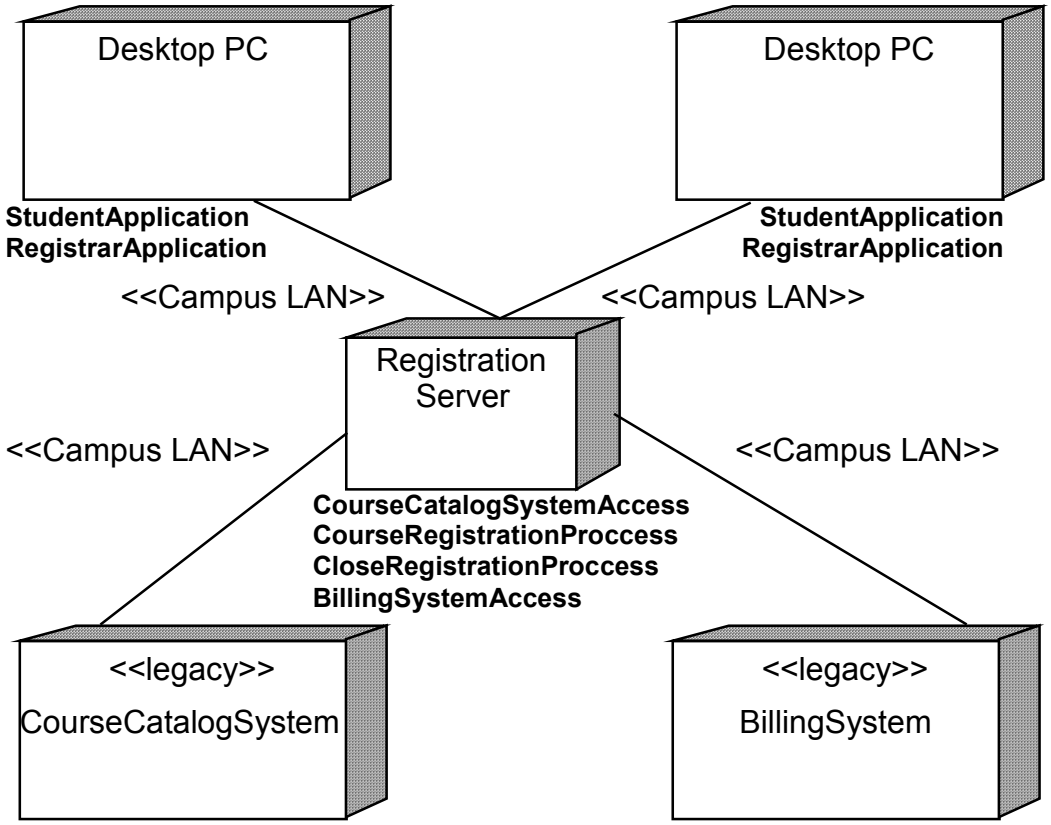


Рис. 3.24. Сетевая конфигурация системы регистрации с распределением процессов по узлам

Упражнение 11. Создание диаграммы размещения системы регистрации

Чтобы открыть диаграмму размещения, надо дважды щелкнуть мышью на представлении Deployment View (представлении размещения) в браузере.

Чтобы поместить на диаграмму процессор:

1. На панели инструментов диаграммы нажмите кнопку Processor.
2. Щелкните на диаграмме размещения в том месте, куда хотите его поместить.
3. Введите имя процессора.

В спецификациях процессора можно ввести информацию о его стереотипе, характеристиках и планировании. Стереотипы применяются для классификации процессоров (например, компьютеров под управлением UNIX или ПК).

Характеристики процессора – это его физическое описание. Оно может, в частности, включать скорость процессора и объем памяти.

Поле планирования (scheduling) процессора содержит описание того, как осуществляется планирование его процессов:

- **Preemptive (с приоритетом).** Высокоприоритетные процессы имеют преимущество перед низкоприоритетными.
- **Non preemptive (без приоритета).** У процессов не имеется приоритета. Текущий процесс выполняется до его завершения, после чего начинается следующий.
- **Cyclic (циклический).** Управление передается между процессами по кругу. Каждому процессу дается определенное время на его выполнение, затем управление переходит к следующему процессу.
- **Executive (исполнительный).** Существует некоторый вычислительный алгоритм, который и управляет планированием процессов.
- **Manual (вручную).** Процессы планируются пользователем.

Чтобы назначить процессору стереотип:

1. Откройте окно спецификации процессора.
2. Перейдите на вкладку General.

3. Введите стереотип в поле Stereotype.

Чтобы ввести характеристики и планирование процессора:

1. Откройте окно спецификации процессора.
2. Перейдите на вкладку Detail.
3. Введите характеристики в поле характеристик.
4. Укажите один из типов планирования.

Чтобы показать планирование на диаграмме:

1. Щелкните правой кнопкой мыши на процессоре.
2. В открывшемся меню выберите пункт Show Scheduling.

Чтобы добавить связь на диаграмму:

1. На панели инструментов нажмите кнопку Connection.
2. Щелкните на узле диаграммы.
3. Проведите линию связи к другому узлу.

Чтобы назначить связи стереотип:

1. Откройте окно спецификации связи.
2. Перейдите на вкладку General.
3. Введите стереотип в поле Stereotype (Стереотип).

Чтобы добавить процесс:

1. Щелкните правой кнопкой мыши на процессоре в браузере.
2. В открывшемся меню выберите пункт New > Process.
3. Введите имя нового процесса.

Чтобы показать процессы на диаграмме:

1. Щелкните правой кнопкой мыши на процессоре.
2. В открывшемся меню выберите пункт Show Processes.

3.6.3. Проектирование классов

Классы анализа преобразуются в проектные классы:

- Проектирование граничных классов – зависит от возможностей среды разработки пользовательского интерфейса (GUI Builder);
- Проектирование классов-сущностей – с учетом соображений производительности (выделение в отдельные классы атрибутов с различной частотой использования);

- Проектирование управляющих классов – удаление классов, реализующих простую передачу информации от граничных классов к сущностям;
- Идентификация устойчивых (persistent) классов, содержащих хранимую информацию.

Обязанности классов, определенные в процессе анализа, преобразуются в операции. Каждой операции присваивается имя, характеризующее ее результат. Определяется полная сигнатура операции: operationName(parameter:class,…):returnType. Создается краткое описание операции, включая смысл всех ее параметров. Определяется видимость операции: public, private, protected. Определяется область действия (scope) операции: экземпляр или классификатор.

Определяются (уточняются) атрибуты классов:

- Кроме имени, задается тип и значение по умолчанию (необязательное): attributeName:Type = Default;
- Учитываются соглашения по именованию атрибутов, принятые в проекте и языке реализации;
- Задается видимость атрибутов: public, private, protected;
- При необходимости определяются производные (вычисляемые) атрибуты.

Упражнение 12. Определение атрибутов и операций для класса Student

Чтобы задать тип данных, значение по умолчанию и видимость атрибута:

1. Щелкните правой кнопкой мыши на атрибуте в браузере.
2. В открывшемся меню выберите пункт Open Specification.
3. Укажите тип данных в раскрывающемся списке типов или введите собственный тип данных.
4. В поле Initial Field (Первоначальное значение) введите значение атрибута по умолчанию.

5. В поле Export Control выберите видимость атрибута: Public, Protected, Private или Implementation. По умолчанию видимость всех атрибутов соответствует Private.

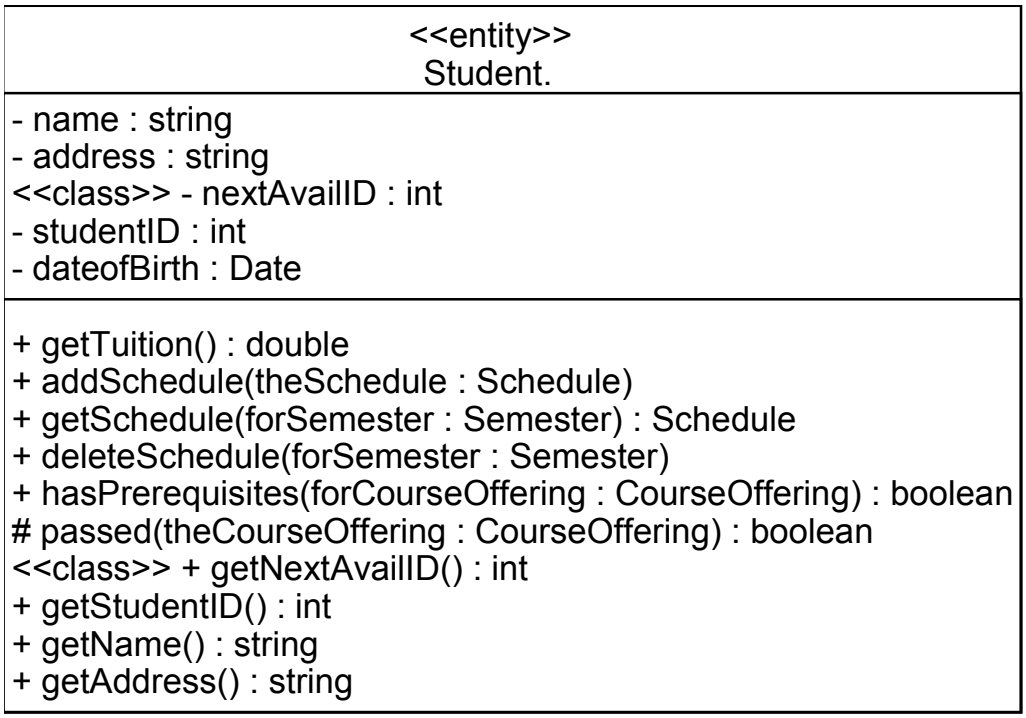


Рис. 3.25. Класс Student с полностью определенными операциями и атрибутами

Чтобы изменить нотацию для обозначения видимости:

1. В меню модели выберите пункт Tools > Options.
2. Перейдите на вкладку Notation.
3. Пометьте контрольный переключатель Visibility as Icons, чтобы использовать нотацию Rose, или снимите пометку, чтобы использовать нотацию UML.

Примечание. Изменение значения этого параметра приведет к смене нотации только для новых диаграмм и не затронет уже существующие диаграммы.

Чтобы задать тип возвращаемого значения, стереотип и видимость операции:

1. Щелкните правой кнопкой мыши на операции в браузере.
2. Откройте окно спецификации класса этой операции.
3. Укажите тип возвращаемого значения в раскрывающемся списке или введите свой тип.
4. Укажите стереотип в соответствующем раскрывающемся списке или введите новый.
5. В поле Export Control укажите значение видимости операции: Public, Protected, Private или Implementation. По умолчанию видимость всех операций установлена в public.

Чтобы добавить к операции аргумент:

1. Откройте окно спецификации операции.
2. Перейдите на вкладку Detail.
3. Щелкните правой кнопкой мыши в области аргументов, в открывшемся меню выберите Insert.
4. Введите имя аргумента.
5. Щелкните на колонке Data type и введите туда тип данных аргумента.
6. Если надо, щелкните на колонке default и введите значение аргумента по умолчанию.

Определение состояний для классов моделируется с помощью диаграмм состояний.

Диаграммы состояний создаются для описания объектов с высоким уровнем динамического поведения.

В качестве примера рассмотрим поведение объекта класса CourseOffering. Он может находиться в открытом состоянии (возможно добавление нового студента) или в закрытом состоянии (максимальное количество студентов уже записалось на курс). Таким образом, конкретное состояние зависит от количества студентов, связанных с объектом CourseOffering. Рассматривая каждый вариант использования, можно

выделить еще два состояния: инициализация (до начала регистрации студентов на курс) и отмена (курс исключается из расписания).

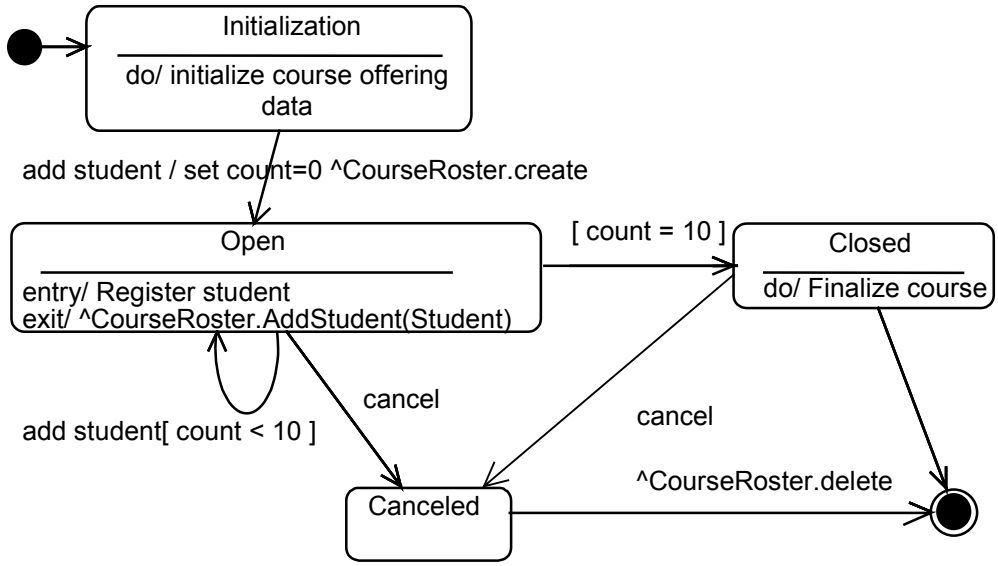


Рис. 3.26. Диаграмма состояний для класса CourseOffering

Упражнение 13. Создание диаграммы состояний для класса CourseOffering

Для создания диаграммы состояний:

1. Щелкните правой кнопкой мыши в браузере на нужном классе.
2. В открывшемся меню выберите пункт New > Statechart Diagram.

Чтобы добавить состояние:

1. На панели инструментов нажмите кнопку State

2. Щелкните мышью на диаграмме состояний в том месте, куда хотите его поместить.

Все элементы состояния можно добавить с помощью вкладки Detail окна спецификации состояния.

Чтобы добавить деятельность:

1. Откройте окно спецификации требуемого состояния.
2. Перейдите на вкладку Detail.
3. Щелкните правой кнопкой мыши на окне Actions.
4. В открывшемся меню выберите пункт Insert.
5. Дважды щелкните на новом действии.
6. Введите действие в поле Actions.
7. В окне When укажите Do, чтобы сделать новое действие деятельностью.

Чтобы добавить входное действие, в окне When укажите On Entry.

Чтобы добавить выходное действие, в окне When укажите On Exit.

Чтобы послать событие:

1. Откройте окно спецификации требуемого состояния.
2. Перейдите на вкладку Detail.
3. Щелкните правой кнопкой мыши на окне Actions.
4. В открывшемся меню выберите пункт Insert.
5. Дважды щелкните на новом действии.
6. В качестве типа действия укажите Send Event.
7. В соответствующие поля введите событие (event), аргументы (arguments) и целевой объект (Target).

Чтобы добавить переход:

1. Нажмите кнопку Transition панели инструментов.
2. Щелкните мышью на состоянии, откуда осуществляется переход.
3. Проведите линию перехода до того состояния, где он завершается.

Чтобы добавить рефлексивный переход:

1. Нажмите кнопку Transition to Self панели инструментов.
2. Щелкните на том состоянии, где осуществляется рефлексивный переход.

Чтобы добавить событие, его аргументы, ограждающее условие и действие:

1. Дважды щелкните на переходе, чтобы открыть окно его спецификации.
2. Перейдите на вкладку General.
3. Введите событие в поле Event.
4. Введите аргументы в поле Arguments.
5. Введите ограждающее условие в поле Condition.
6. Введите действие в поле Action.

Чтобы отправить событие:

1. Дважды щелкните на переходе, чтобы открыть окно его спецификации.

2. Перейдите на вкладку Detail.
3. Введите событие в поле Send Event.
4. Введите аргументы в поле Send Arguments.
5. Задайте цель в поле Send Target.

Для указания начального или конечного состояния:

1. На панели инструментов нажмите кнопку Start State или End State.
2. Щелкните мышью на диаграмме состояний в том месте, куда хотите поместить состояние.

Уточнение ассоциаций: некоторые ассоциации (семантические, структурные, устойчивые связи по данным) могут быть преобразованы в зависимости (неструктурные, временные связи, отражают видимость), а агрегации – в композиции.

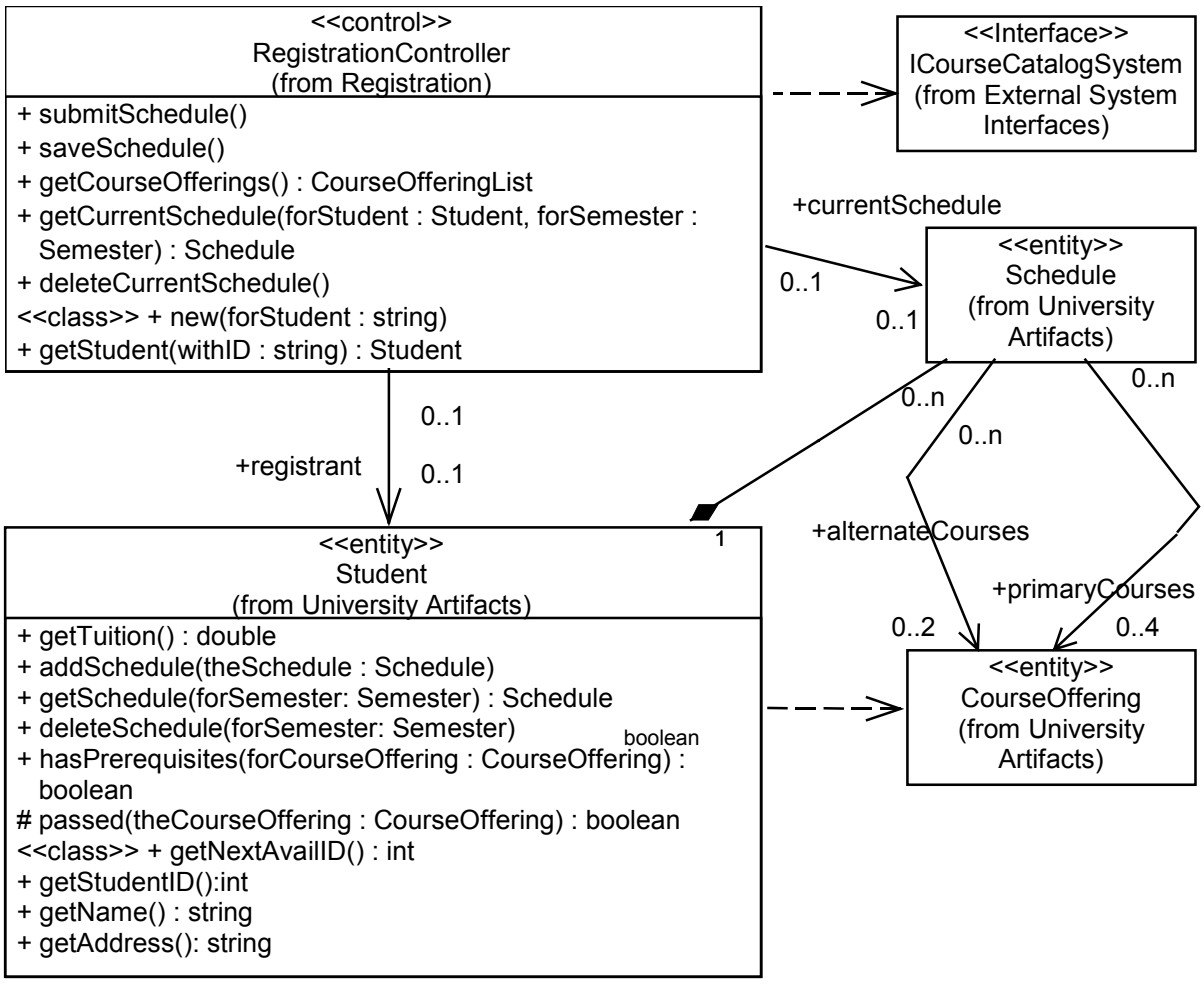


Рис. 3.27. Пример преобразования ассоциаций и агрегаций

Чтобы установить преобразовать агрегацию в композицию:

1. Щелкните правой кнопкой мыши на том конце агрегации, который упирается в класс-часть (на рис.3.27 – Schedule).
2. В открывшемся меню выберите пункт Containment.
3. Укажите метод включения By Value.

Примечание. Значение By Value предполагает, что целое и часть создаются и разрушаются одновременно, что соответствует композиции. Агрегация (By Reference) предполагает, что целое и часть создаются и разрушаются в разное время.

Уточнение обобщений: в случае ситуации с миграцией подклассов (студент может переходить с очной формы обучения на вечернюю) иерархия наследования реализуется так, как показано на рис. 3.28 . Такое решение повышает устойчивость системы (не нужно модифицировать описание объекта).

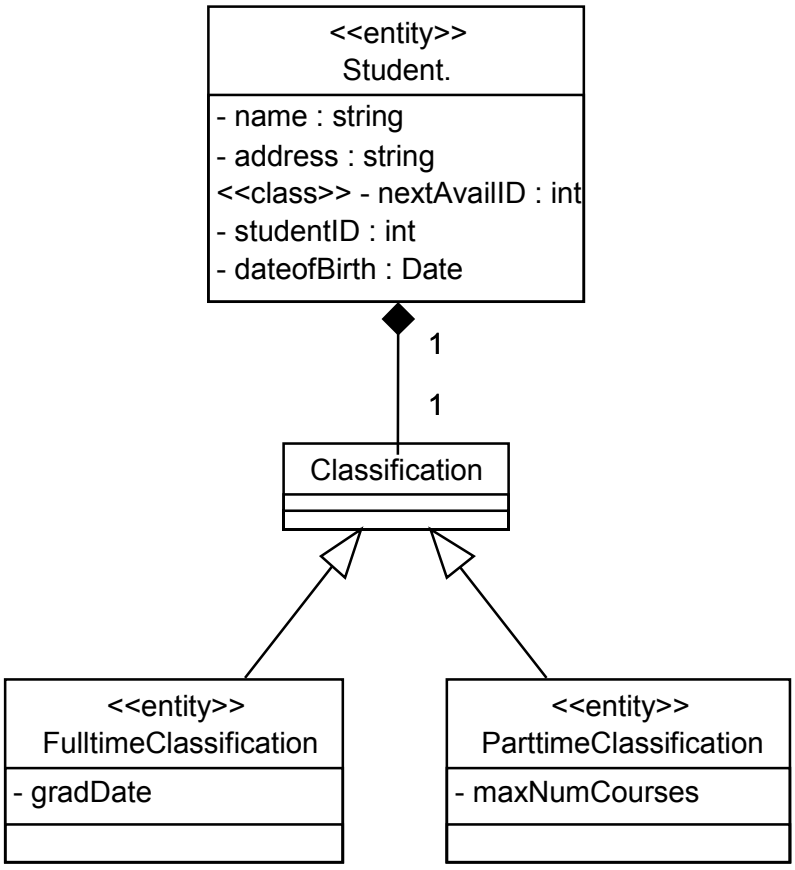


Рис. 3.28 Преобразование обобщения

3.6.4. Проектирование баз данных

Проектирование реляционных баз данных выполняется с использованием средства Data Modeler. Его работа основана на известном механизме отображения объектной модели в реляционную. Результатом является построение диаграммы «сущность-связь» и последующая генерация описания БД на SQL.

Упражнение 14. Проектирование реляционной базы данных

Проектирование БД состоит из следующих шагов:

Создание нового компонента – базы данных:

1. Щелкните правой кнопкой мыши на представлении компонентов.
2. В открывшемся меню выберите пункт Data Modeler > New > Database.
3. Откройте окно спецификации вновь созданного компонента DB_0 и в списке Target выберите Oracle 8.x.

Определение устойчивых (persistent) классов:

1. Откройте окно спецификации класса Student в пакете University Artifacts.
2. Перейдите на вкладку Detail.
3. Установите значение переключателя Persistence в Persistent.
4. Проделайте такие же действия для классов Classification, FulltimeClassification и ParttimeClassification.
5. Откройте класс Student в браузере, нажав « + ».
6. Щелкните правой кнопкой мыши на атрибуте studentID.
7. В открывшемся меню выберите пункт Data Modeler > Part of Object Identity (указание атрибута в качестве части первичного ключа).

Примечание. Шаги 5, 6 и 7 можно выполнять в Rational Rose, начиная с версии 2001.

Создание схемы БД:

1. Щелкните правой кнопкой мыши на пакете University Artifacts.
2. В открывшемся меню выберите пункт Data Modeler > Transform to Data Model.

3. В появившемся окне в списке Target Database укажите DB_0 и нажмите ОК. В результате в логическом представлении появится новый пакет Schemas.
4. Откройте пакет Schemas и щелкните правой кнопкой мыши на пакете <<Schema>> S_0.
5. В открывшемся меню выберите пункт Data Modeler > New > Data Model Diagram.
6. Откройте пакет, затем откройте вновь созданную диаграмму «сущность-связь» NewDiagram и перенесите на нее все классы-таблицы, находящиеся в пакете <<Schema>> S_0. Получившаяся диаграмма показана на рис. 3.29.

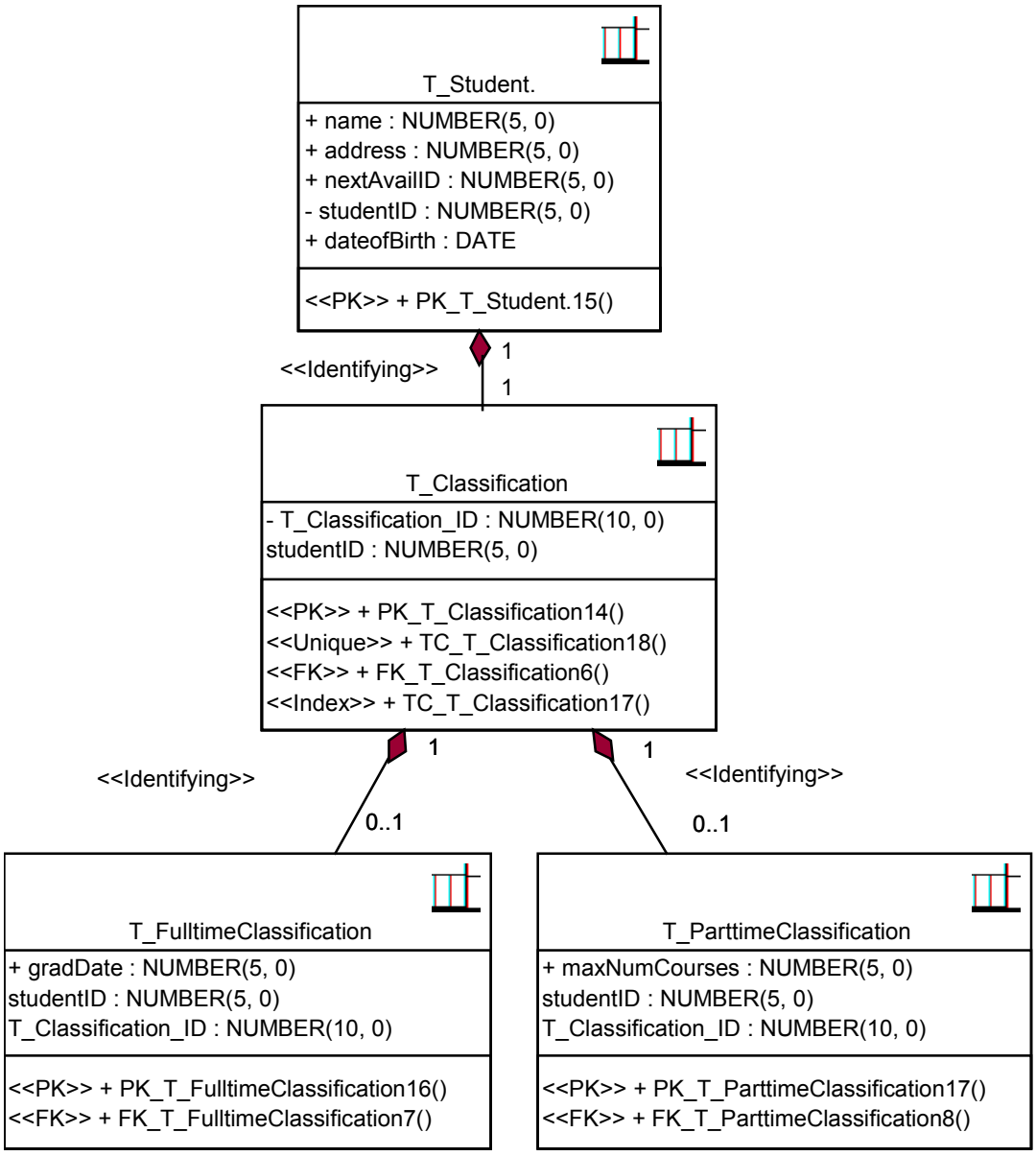


Рис. 3.29. Диаграмма «сущность-связь»

Генерация описания БД на SQL:

1. Щелкните правой кнопкой мыши на пакете <<Schema>> S_0.
2. В открывшемся меню выберите пункт Data Modeler > Forward Engineer.
3. В открывшемся окне мастера Forward Engineering Wizard нажмите Next.
4. Отметьте все флажки генерации DDL и нажмите Next.
5. Укажите имя и расположение текстового файла с результатами генерации и нажмите Next.
6. После завершения генерации откройте созданный текстовый файл и просмотрите результаты.

3.7. Реализация системы

3.7.1. Создание компонентов

В Rational Rose диаграммы компонентов создаются в представлении компонентов системы. Отдельные компоненты можно создавать непосредственно на диаграмме, или перетаскивать их туда из браузера.

Упражнение 15. Создание компонентов

Выберем в качестве языка программирования C++ и для класса Student создадим соответствующие этому языку компоненты.

Создание диаграммы компонентов:

1. Дважды щелкните мышью на главной диаграмме компонентов в представлении компонентов.
2. На панели инструментов нажмите кнопку Package Specification.
3. Поместите спецификацию пакета на диаграмму.
4. Введите имя спецификации пакета Student и укажите в окне спецификации язык C++.
5. На панели инструментов нажмите кнопку Package Body.
6. Поместите тело пакета на диаграмму.
7. Введите имя тела пакета Student и укажите в окне спецификации язык C++.

8. На панели инструментов нажмите кнопку Dependency.
9. Проведите линию зависимости от тела пакета к спецификации пакета.

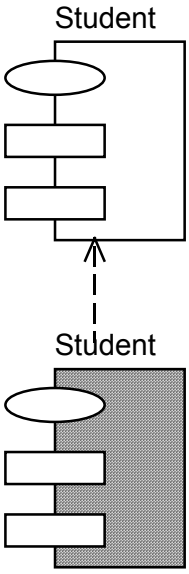


Рис. 3.30. Диаграмма компонентов

Соотнесение классов с компонентами:

1. В логическом представлении браузера найдите класс Student.
2. Перетащите этот класс на спецификацию пакета компонента Student в представлении компонентов браузера. В результате класс Student будет соотнесен со спецификацией пакета компонента Student.
3. Перетащите класс Student на тело пакета компонента Student в представлении компонентов браузера. В результате класс Student будет соотнесен с телом пакета компонента Student.

3.7.2. Генерация кода

Процесс генерации кода состоит из четырех основных шагов:

1. Проверка корректности модели.
2. Установка свойств генерации кода.
3. Выбор класса, компонента или пакета.
4. Генерация кода.

Для проверки модели:

1. Выберите в меню Tools > Check Model.
2. Проанализируйте все найденные ошибки в окне журнала.

К наиболее распространенным ошибкам относятся такие, например, как сообщения на диаграмме последовательности или кооперативной диаграмме, не соотнесённые с операцией, либо объекты этих диаграмм, не соотнесённые с классом.

С помощью пункта меню Check Model можно выявить большую часть неточностей и ошибок в модели. Пункт меню Access Violations позволяет обнаруживать нарушения правил доступа, возникающие тогда, когда существует связь между двумя классами разных пакетов, но связи между самими пакетами нет.

Чтобы обнаружить нарушение правил доступа:

1. Выберите в меню Report > Show Access Violations.
2. Проанализируйте все нарушения правил доступа в окне.

Можно установить несколько параметров генерации кода для классов, атрибутов, компонентов и других элементов модели. Этими свойствами определяется способ генерации программ. Для каждого языка в Rose предусмотрен ряд определенных свойств генерации кода. Перед генерацией кода рекомендуется анализировать эти свойства и вносить необходимые изменения.

Для анализа свойств генерации кода выберите Tools > Options, а затем вкладку соответствующего языка. В окне списка можно выбрать класс, атрибут, операцию и другие элементы модели. Для каждого языка в этом списке указаны свои собственные элементы модели. При выборе разных значений на экране появляются разные наборы свойств.

Любые изменения, вносимые в набор свойств в окне Tools > Options, воздействуют на все элементы модели, для которых используется данный набор.

Иногда нужно изменить свойства генерации кода для одного класса, атрибута, одной операции и т.д. Для этого отройте окно спецификации элемента модели. Выберите вкладку языка (C++, Java, …) и измените свойства здесь. Все изменения, вносимые в окне спецификации элемента модели, оказывают влияние только на этот элемент.

При генерации кода за один раз можно создать класс, компонент или целый пакет. Код генерируется с помощью диаграммы или браузера. При генерации кода из пакета можно выбрать или пакет логического представления на диаграмме классов, или пакет представления компонентов на диаграмме компонентов. При выборе пакета логического представления генерируются все классы этого пакета. При выборе пакета представления компонентов генерируются все компоненты этого пакета.

После выбора класса или компонента на диаграмме выберите в меню соответствующий вариант генерации кода. Сообщения об ошибках, возникающих в процессе генерации кода, будут появляться в окне журнала.

Во время генерации кода Rose выбирает информацию из логического и компонентного представлений модели и генерирует большой объем «скелетного» (skeletal) кода:

- **Классы.** Генерируются все классы модели.
- **Атрибуты.** Код включает атрибуты каждого класса, в том числе видимость, тип данных и значение по умолчанию.
- **Сигнатуры операций**. Код содержит определения операций со всеми параметрами, типами данных параметров и типом возвращаемого значения операции.
- **Связи**. Некоторые из связей модели вызывают создание атрибутов при генерации кода.
- **Компоненты.** Каждый компонент реализуется в виде соответствующего файла с исходным кодом.

Упражнение 16. Генерация кода C++

1. Откройте диаграмму компонентов системы.
2. Выберите все объекты на диаграмме компонентов.
3. Выберите Tools > C++ > Code Generation в меню.
4. Выполните генерацию кода.
5. Просмотрите результаты генерации (меню Tools > C++ > Browse Header и Tools > C++ > Browse Body).