

## ИНФОРМАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ВЫСШИМ УЧЕБНЫМ ЗАВЕДЕНИЕМ

Кратко рассмотрены основные элементы концептуальной модели вуза, которая рассматривается с точки зрения задачи автоматизации управления высшим учебным заведением. Приведен анализ предметной области основных задач, которые выполняются вузом, и в качестве результата построена концептуальная, а затем информационная модель деятельности вуза, применимая к автоматизации учебного процесса с использованием автоматизированных систем управления (АСУ).

*Ключевые слова:* вуз, АСУ, модель данных.

Задачей многих программных систем автоматизации является использование вычислительных машин для получения и хранения необходимых в актуальной предметной области данных, обработки и анализа этих данных и представления (отображения) информации пользователям. Конечной целью этого процесса является общее повышение эффективности труда сотрудников организации и общего качества деятельности самой организации. Под организацией мы будем понимать учебное заведение высшего профессионального образования. В вузах качество образования является ключевой характеристикой их деятельности, однако в виду многофакторности и обширности предметной области образовательной организации достаточно трудно измерить и оценить влияние конкретных факторов на эффективность деятельности организации. В качестве первого шага на пути к решению задач оптимизации деятельности организации с помощью АСУ предлагается осуществить базовую концептуальную декомпозицию предметной области деятельности вуза и использовать результат для построения информационной модели системы автоматизации вуза.

Образование в высших учебных заведениях РФ осуществляется в рамках государственных образовательных стандартов, которые привязаны к классификации направлений подготовки выпускников высших учебных заведений. Данная классификация описана в общероссийском классификаторе специальностей образования. В соответствии с этим классификатором вузы могут лицензировать обучение по той или иной специальности или направлению. При этом основная задача вуза – это обучение специалистов по некоторому набору лицензированных для вуза направлений подготовки, в соответствии с учебной программой, удовлетворяющей требованиям государственного образовательного стандарта. Подготавливаемые организацией специалисты должны удовлетворять государственным аттестационным требованиям в рамках своих направлений подготовки. Рассмотрим концептуальную модель основных положений федерального государственного стандарта высшего профессионального образования (ФГС ВПО) [1].

Некоторые термины и определения из ФГС ВПО необходимы для дальнейшего описания концептуальной образовательной и информационной модели в соответствии с этим стандартом:

- основная образовательная программа – совокупность учебно-методической документации, регламентирующей цели, ожидаемые результаты, содержание и реализацию образова-

тельного процесса по данному направлению подготовки (специальности) высшего профессионального образования;

- направление подготовки – совокупность образовательных программ для бакалавров, магистров, специалистов различных профилей, интегрируемых на основании общности фундаментальной подготовки;

- модуль – часть образовательной программы или учебной дисциплины, имеющая определенную логическую завершенность по отношению к установленным целям и результатам обучения, воспитания;

- компетенция – способность применять знания, умения и личностные качества для успешной деятельности в определенной области;

- зачетная единица (кредит) – мера трудоемкости образовательной программы;

- учебный цикл – совокупность дисциплин (модулей) основной образовательной программы, обеспечивающих усвоение знаний, умений и формирование компетенций в соответствующей сфере научной и / или профессиональной деятельности.

ФГС ВПО предлагает трехуровневую модель высшего профессионального образования со следующими итоговыми квалификациями для каждого направления подготовки: бакалавр, специалист, магистр, а также формы обучения: очная, очно-заочная (вечерняя), заочная.

Для каждого направления подготовки ФГС ВПО определяет общие характеристики направления, а также базовые количественные ограничения общей трудоемкости образовательных программ, а именно:

- нормативные сроки обучения в зависимости от направления подготовки и уровня образования;

- общая трудоемкость образовательной программы в зависимости от формы обучения;

- объем аудиторных занятий в неделю в зависимости от направления подготовки и формы обучения;

- объем каникулярного времени.

В ФГС ВПО определяются требования к базовому содержанию и структуре основных образовательных программ обучения, которые представлены в виде совокупности учебных циклов. Каждый учебный цикл имеет базовую (обязательную) часть и вариативную (профильную), устанавливаемую вузом. Вариативная (профильная) часть дает возможность расширения или углубления знаний, умений и навыков, определяемых содержанием базовых дисциплин, позволяет студенту продолжить образование на следующем уровне высшего профессионального образования (магистратура). Более формально учебный цикл для какого-либо направления определяется ФГС ВПО исходя из следующего:

- набор дисциплин, на основании которых строятся базовые программы курсов в рамках данного цикла;

- рекомендуемая трудоемкость в зачетных единицах для данного цикла;

- отношение трудоемкости вариативной части учебного цикла к базовой части;

- перечень результирующих компетенций, которыми должен овладеть слушатель курсов в рамках данного учебного цикла.

Следует отметить, что ФГС ВПО вводит так называемые компетентностный подход, когда содержание учебных курсов выражается в классифицированном наборе компетенций, которые этот курс предоставляет, где для каждой компетенции вузом и государством предъявляются к слушателям промежуточные и итоговые аттестационные требования. Требования к содержанию, объему и структуре выпускных, квалификационных работ определяются высшим учебным заведением в соответствии с действующим положением об итоговой государственной аттестации выпускников высших учебных заведений [2].

С целью построения информационной модели в качестве основы для автоматизации бизнес-процессов вуза, основываясь на кратко изложенной концептуальной модели ФГС ФПО, перейдем к декомпозиции предметной области высших учебных заведений.

Процесс подготовки специалиста является композицией целого класса бизнес-процессов организации, в которые вовлечены следующие базовые категории персон и подразделений, принятые в большинстве вузов РФ:

- факультет – учебно-научное и административное структурное подразделение вуза, осуществляющее подготовку студентов и аспирантов по одной или нескольким родственным направлениям подготовки;
- кафедра – подразделение вуза, осуществляющее выполнение учебных курсов в рамках специализаций кафедры, а также подготовку студентов в рамках своих специализаций;
- абитуриенты – персоны, участвующие в конкурсе для поступления в вуз;
- студенты – персоны, проходящие обучение по какому-либо направлению подготовки, осуществляемому в рамках факультета вуза;
- профессорско-преподавательский состав (ППС) – преподаватели, непосредственно проводящие учебные курсы в рамках направлений подготовки, а также осуществляющие промежуточную и итоговую аттестацию студентов. Преподаватели могут являться сотрудниками кафедр, силами которой выполняется некоторое множество учебных курсов в рамках специализации кафедр;
- сотрудники учебных и учебно-методических подразделений – персоны, осуществляющие планирование учебного процесса и составление планов обучения для различных направлений подготовки в соответствии с государственными стандартами.

Имеется также понятие *организация* вместе с указанными выше категориями персон и подразделений. В контексте действующей образовательной организации, очевидно, имеют место быть различные взаимоотношения между абстракциями *персона*, *подразделение* и *организация*. Рассмотрение этих абстракций в несвязанном виде недостаточно для описания связанной динамической системы, у этих абстракций может быть свое внутреннее поведение, важное для нашей предметной области, но любое внешнее поведение субъекта (абстракции) содержит в себе объект своей деятельности, который, очевидно, должен быть замкнут в рассматриваемой предметной области, а наша предметная область явно ограничена организацией (вузом). Поэтому следующий этап декомпозиции предметной области вуза – детальное рассмотрение связей определенных выше абстракций в контексте вуза.

Для того чтобы построить связанную модель предметной области, рассмотрим *классы отношений* в соответствии с принятой терминологией объектно-ориентированного анализа и дизайна [3]. Основные классы отношений *персона – организация* можно разбить на две практически не связанные категории:

- *работник – организация*, что следует интерпретировать как отношение персоны с организацией, где персона является работником (преподавателем) организации;
- *студент (абитуриент) – организация*.

Очевидно, что есть и базовый класс отношений *персона – организация*, объединяющий общие свойства обозначенных выше классов отношений.

Изложенная базовая структура отношений представлена на общепринятом для таких задач языке UML (Unified Modeling Language – унифицированный язык моделирования) [4] на рис. 1.

UML-диаграмма (см. рис. 1) требует следующих пояснений. Персона (Person) является частным случаем более общего понятия: Актер (Actor), который является субъектом действий в информационной системе. Положим, что в роли внешнего субъекта может быть не только персона и внешняя программная система, взаимодействующая с АСУ. На рис. 1 также представлена базовая модель иерархической структуры подразделений организации, с определенным отношением рекурсивной вложенности (агрегации).

Отношение *студент – организация* содержит все аспекты взаимоотношений между обучаемым и организацией, от момента изъявления намерения обучаемого получить образование до получения им квалификационных документов. На рис. 2 представлена часть информационной модели, полученной в результате декомпозиции предметной области, в рамках рассмотрения этого отношения. Базовое отношение *персона – организация* (StudentOrganizationLink) является частным случаем обобщенной связи персоны с организацией (PersonOnranizationLink), это отношение не касается конкретных позиций студента на том или ином направлении обучения, а обобщает сам факт наличия связи персоны с организациями в качестве студента и сопутствующие с этим фактом атрибуты. Конкрет-

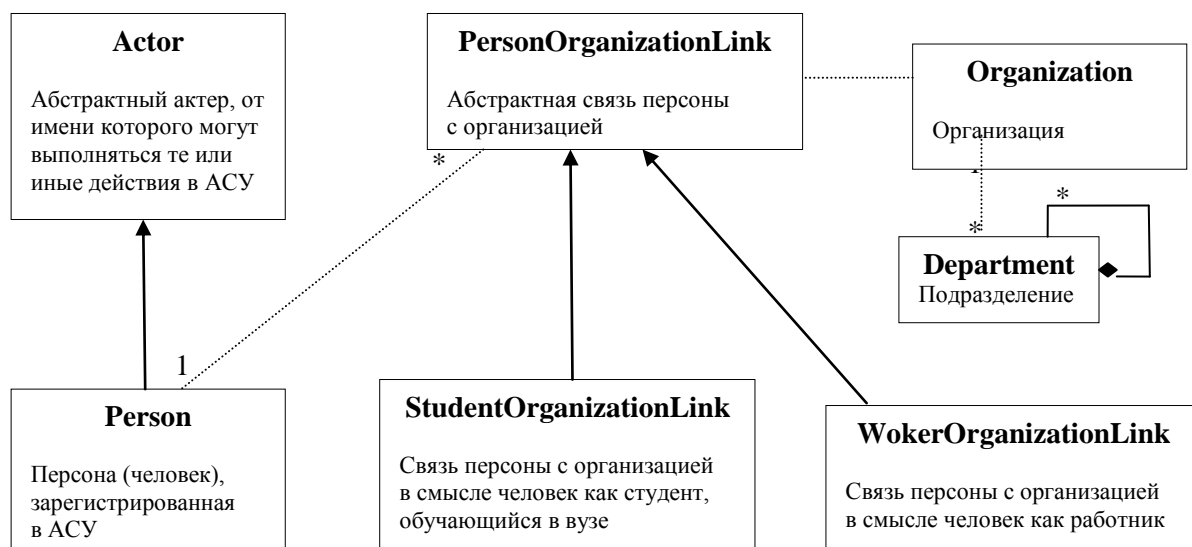


Рис. 1. Базовая модель основных отношений с организацией

ная интуитивная связь студента с направлением подготовки, на котором студент на данный момент получает образование, выражена абстракцией *студенческая позиция* (StudentPosition), это можно считать и определением термина *студенческая позиция*. Студент может иметь несколько студенческих позиций в одной организации, которые могут находиться в разных состояниях, например, обучение в магистратуре на одном факультете и получение второго высшего образования в один и тот же период времени.

Для более полного раскрытия предложенной модели отношения студент-вуз необходимо рассмотреть структуру информационной модели учебного процесса вуза.

В соответствии с ФГС ВПО вуз имеет право вести образовательную деятельность на множестве лицензированных для данного вуза направлений подготовки. Направления подготовки определенные ФГС ВПО является основой для направлений подготовки, по которым вуз осуществляет образовательную деятельность, конкретную реализацию направления подготовки в вузе обозначим понятием *дифференциация*, которое включает в себя атрибуты направления подготовки стандарта (название, код ОКСО [5], количество лет обучения) и тип (магистратура, бакалавриат или специальность). Однако дифференциация как конкретная реализация направления подготовки не является тождественной направлению в государственном стандарте, поскольку содержит дополнительную спецификацию направления с учетом формы обучения (очная, заочная), возможных будущих специализаций студентов, например, на основе одного направления геология в вузе могут быть реализованы две дифференциации – геофизика и геология.

На рис. 3 *дифференциация* обозначена абстракцией AbstractDifferentiation с производными абстракциями для каждого типа направления подготовки. Факультет (Faculty), как структурное подразделение вуза, осуществляющее подготовку студентов и аспирантов по одной или нескольким родственным направлениям подготовки (дифференциациям), имеет в информационной модели безусловную связь с родственными дифференциациями, отраженную в диаграмме на рис. 3. Во времени актуальный образовательный процесс на избранных дифференциациях факультета осуществляется поэтапно, где этапы соответствуют нормативным периодам обучения для каждого направления в соответствии с государственным образовательным стандартом для направлений, в дальнейшем под этапом обучения

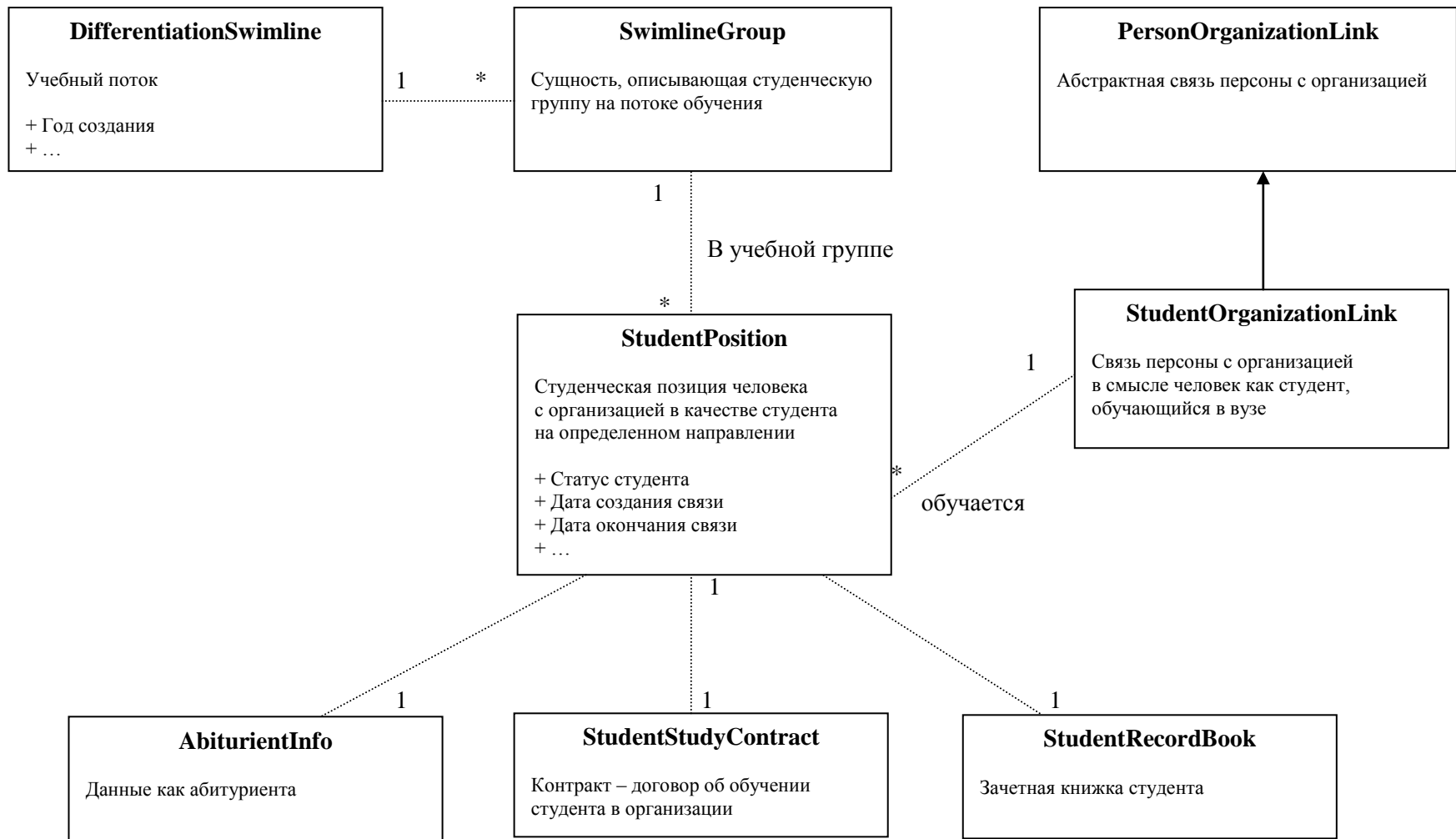


Рис. 2. Отношения «студент – организация»

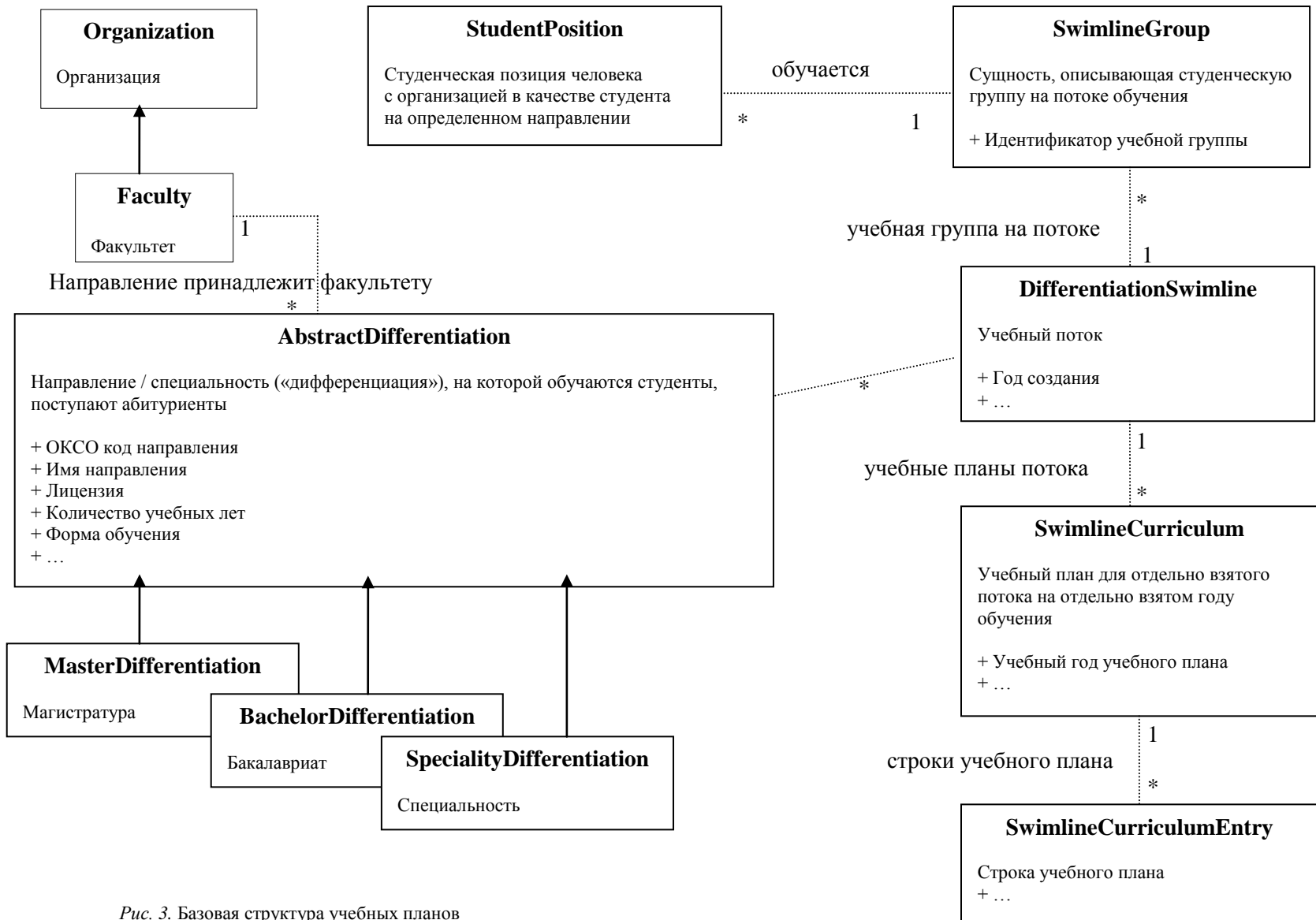


Рис. 3. Базовая структура учебных планов

будем понимать *учебный год*. С момента поступления в вуз каждый студент реализует свою индивидуальную образовательную траекторию в рамках выбранного направления, стандарт также требует выполнения основной образовательной программы направления, для всех студентов этого направления. Можно ввести новую важную абстракцию: *учебный поток* – это набор групп студенческих позиций, которые одновременно проходят обучение по определенному направлению обучения, совместно прослушивая основную образовательную программу на протяжении всего времени цикла обучения по направлению. Учебный поток (DifferentiationSwimline) и его связи обозначены на рис. 3. От момента создания потока до момента его завершения *учебный поток* может динамически включать в себя изменяющиеся (академические) группы, которые «двигаются» по потоку (наследуя основную образовательную программу обучения). Завершение учебного потока эквивалентно завершению цикла обучения по направлению обучения потока. Из введенных определений ясно, что учебный поток разделяет основную образовательную программу за нормативный период обучения по определенному направлению для всех студентов, обучающихся на этом учебном потоке. Индивидуальная образовательная траектория студента формируется по факту пройденных студентом аттестаций (экзаменов и т. п.), однако ввиду ограниченного объема данной работы не будем останавливаться на информационной модели механизма аттестации в вузе.

Перейдем к образовательной программе учебного потока, которая определяется на этапе планирования учебного процесса. Безотносительно к целому классу принятых в образовательных организациях моделей обучения в вузах имеется два очевидных этапа, присутствующих во множестве существующих в настоящий момент моделей учебного процесса вузов:

1) этап планирования учебного процесса, когда определяется временная и структурная организация процесса обучения для направлений и множества студентов связанных с направлениями (иными словами, для учебных потоков);

2) этап контроля выполнения запланированного учебного процесса, относительно обучаемых в рамках учебного плана, включая контроль соответствия текущего состояния учебного процесса государственным образовательным стандартам.

Планирование учебного процесса и контроль его выполнения и соответствия образовательным стандартам осуществляется как внутренними контролирующими подразделениями образовательной организации (учебно-методическими подразделениями), так и внешними государственными контролирующими органами. Однако задачи информационной системы управления учебными планами в вузе и контроля их выполнения достаточно противоречивы. С одной стороны, информационная система и модель данных этой системы должна предоставлять возможность планировать учебный процесс, вводя некоторые формальные статические правила и ограничения на структуру учебного процесса в соответствии с принятыми стандартами, а с другой стороны, модель и система должны позволять учитывать индивидуальную динамическую образовательную траекторию студентов, что актуально в связи с анонсированным болонским соглашением. Далее предлагается последовательное решение этих противоречивых задач в рамках предложенной модели данных АСУ вуза. Основная структура статического плана обучения представлена на рис 3.

Рабочий учебный план (SwimlineCurriculum на рис. 3), по которому обучаются студенты в учебном году, связан с учебным потоком (DifferentiationSwimline), так как основная образовательная программа разделяется всем учебным потоком. В результате для каждого учебного потока имеются множества учебных планов по периодам обучения в соответствии с периодами направления обучения потока. Учебный план состоит из множества учебных курсов, в рамках которых заключены все атрибуты, определяющие учебную и рабочую нагрузку по курсу, а также атрибуты самого курса, например название курса (дисциплина). Определим более формально структуру элемента учебного плана:

- название курса обучения (дисциплина);
- цикл обучения, которому соответствует данный курс согласно ФГС ВПО;
- кафедра, преподаватели которой ведут курс обучения;

- планируемая нагрузка в часах в зависимости от *типа* обучения;
- дополнительный ряд параметров, необходимый для точного расчета учебной нагрузки, связанной со строкой плана, например, коэффициенты разбиения академических групп на подгруппы или связанное со строкой количество *зачетных единиц*.

Рабочая нагрузка преподавателей в часах, порождаемая строкой учебного плана, определяется нагрузкой по *типам* обучения, количеством студентов, продолжительностью семестра и другими параметрами. Рабочая нагрузка по элементу учебного плана распределяется между преподавателями в соответствии с их функциями по преподаванию. Механизм распределения этой нагрузки описан ниже, при рассмотрении общего отношения *работник – организация*

в частном случае, работника-преподавателя либо физического лица, имеющего гражданско-правовые отношения с вузом. Факт участия студента в прослушивании образовательного курса (элемент его образовательной траектории) следует из принадлежности его студенческой позиции к учебному потоку, с которым связан основной план образовательной про-

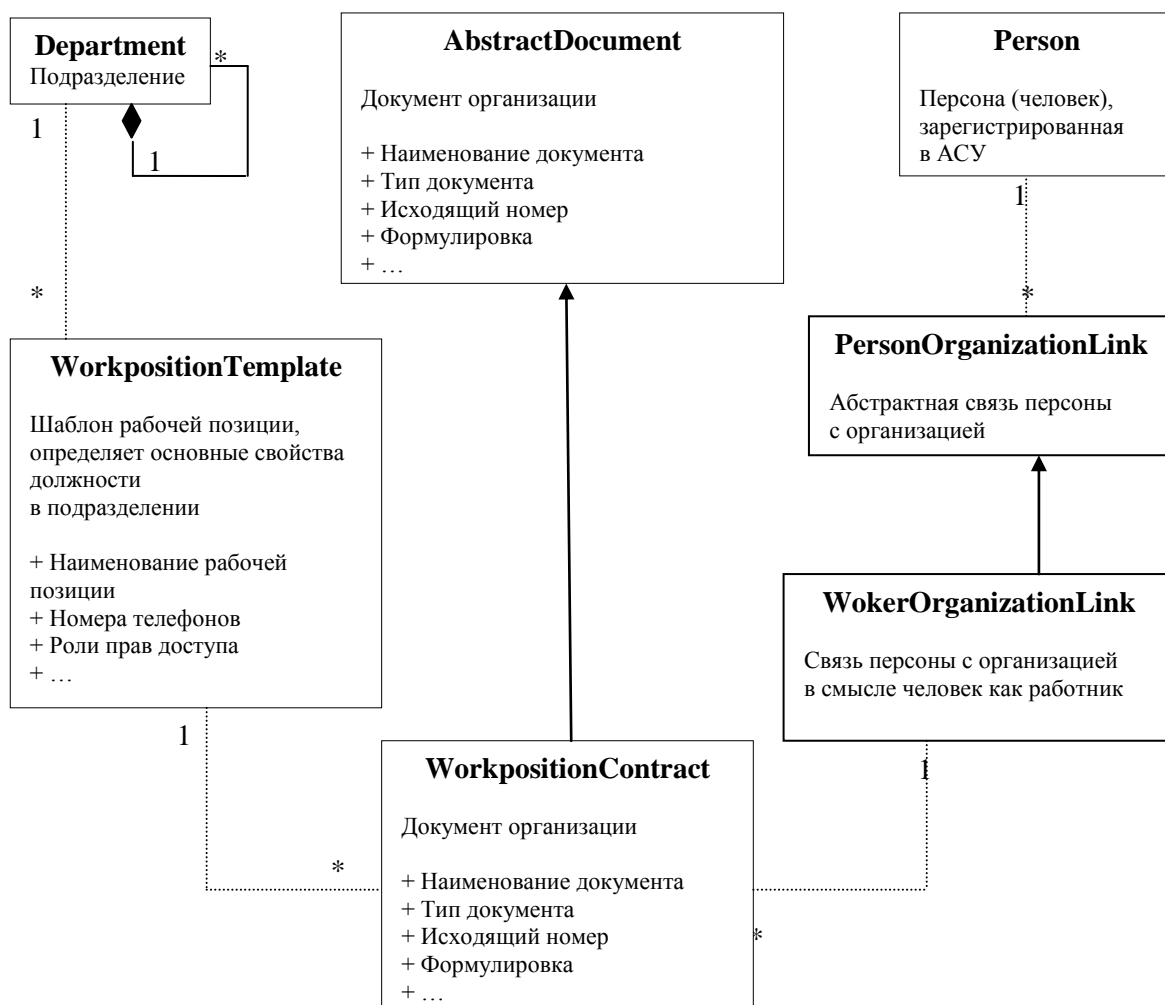


Рис. 4. Отношения «работник – организация»



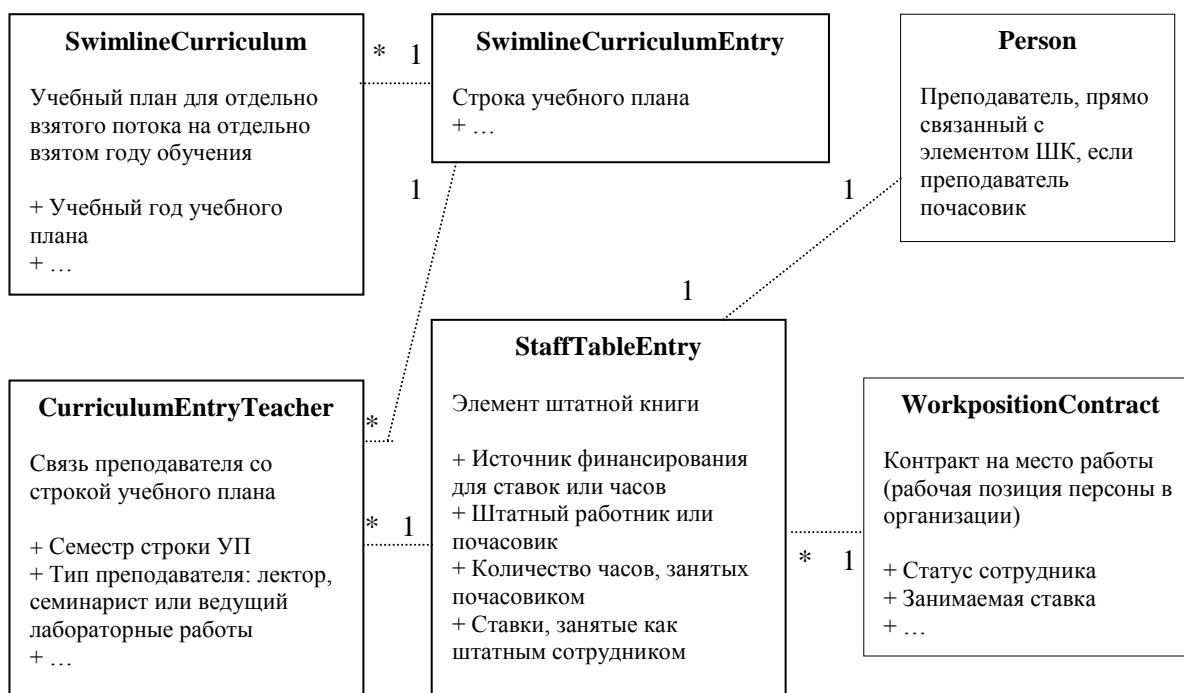


Рис. 5. Отношения «преподаватель – организация»

граммы потока за определенный учебный год, а также из множества аттестаций (зачетов, экзаменов), в которых принимал участие студент. Иными словами, динамическая модель образовательной траектории студента является суммой планируемой образовательной программы студента и его фактических аттестаций. Данная модель включает в себя возможность динамического изменения учебных параметров отдельного студента и позволяет моделировать отношения, предполагаемые образовательными стандартами третьего поколения, когда образовательная траектория студента может динамически меняться.

Предложенная модель структуры учебного процесса вуза была рассмотрена с точки зрения отношения *студент – организация*, однако общая информационная модель вуза не может быть полной без учета роли преподавательского состава в учебной и экономической деятельности вуза. Преподавателей вуза в первую очередь можно рассматривать в рамках отношения *работник – организация*, которое является частным случаем отношения *персона – организация*, как показано на рис. 4. Опустим, как пока не существенный факт, что абстракции *работник* и *преподаватель*, вообще говоря, не являются тождественными.

Отношение *работник – организация*, на первый взгляд, является концептуально-целостной абстракцией с интуитивно идентифицируемыми основными свойствами, например *должность*, *номера рабочих телефонов работника*, *занимаемая ставка*, и другими типичными свойствами, характерными для частных реализаций этого отношения. Однако данная абстракция не является целостной, и это можно продемонстрировать, введя в предметную область такой фактор, как *время жизни объектов предметной области*. В частности, *должность* в организации, номера телефонов, закрепленные за какой-либо конкретной должностью, могут существовать в предметной области и без актуального наличия работника, должность может быть вакантной, телефоны при увольнении сотрудника обычно не меняются, примеров подобного рода – множество. Содержать в рамках одной абстракции атрибуты, время жизни которых может быть никак не связано с временем жизни объектов абстракции в программной системе неудобно, и более того, это не соответствует основным принципам

объектно-ориентированной декомпозиции предметной области, проводимой при ее анализе [3], поэтому вполне очевидным решением в данном случае является декомпозиция этого отношения на несколько целостных по времени жизни понятий, а именно на понятия *рабочий контракт* (WorkpositionContract) и *шаблон рабочей позиции* (WorkpositionTemplate), где в так называемом шаблоне рабочей позиции имеем все свойства, время жизни которых, как правило, ограничено временем жизни подразделения организации, а не конкретной связью *персона – работник* (см. рис. 4). Заметим, что трудовой контракт в соответствии с предметной областью вуза является документом, что отражено в предложенной UML-схеме отношения *персона – работник*.

Получив базовую структуру отношения *работник – организация*, перейдем к более специфичному отношению *преподаватель – организация*, которое можно построить на базе рассмотренного отношения работника и организации, введя в предметную область абстракции учебного процесса и определив учебную нагрузку преподавателей в контексте связей с учебными курсами. Введем следующие понятия:

- штатная книга кафедры – матрица распределения ставочной и часовой нагрузки по преподавателям кафедры в соответствии с их учебной нагрузкой в течение учебного года;
- почасовик – физическое лицо, оказывающее услуги вузу по преподаванию в рамках гражданско-правовых отношений с вузом.

На рис. 5 представлена диаграмма абстракций и их связей в рамках отношения преподавателей и вуза. Каждая строка учебного плана содержит учебную нагрузку для студентов и рабочую нагрузку для преподавателей в соответствии с приведенными выше концепциями. Актуальная связь преподавателей со строкой учебного плана осуществляется с помощью абстракции CurriculumEntryTeacher, которая связывает ссылку на преподавателя с его ролью в строке плана (какой семестр, в какой роли: лектор, семинарист).

Под ссылкой на преподавателя понимается элемент штатной книги (StaffTableEntry), эта абстракция несет несколько большую семантику чем ссылка, ввиду следующих ее свойств:

- если преподаватель является штатным сотрудником, то абстракция StaffTableEntry ссылается на рабочий контракт преподавателя на кафедре;
- если преподаватель является почасовиком, то StaffTableEntry ссылается прямо на персону (Person), поскольку отношения почасовика и вуза не оформлены трудовым контрактом;
- в элементе штатной книги (StaffTableEntry) содержится актуальная рабочая нагрузка преподавателей, а именно занимаемые ставки в случае штатных сотрудников и часы нагрузки в случае, если преподаватель почасовик. Эта нагрузка базируется на индивидуальной нагрузке преподавателя.

Ввиду ограниченного объема этой работы автор попытался представить только основные концепции информационной модели предметной области вуза, в которые не были включены описание связей абитуриентов с вузом, структура и модель проведения промежуточных и итоговых аттестаций студентов вуза, описание жизненного цикла студентов и учебных групп в вузе. Представленная модель была практически реализована в рамках проекта университетской информационной системы (УИС), разработанной в Новосибирском государственном университете [6] и опробованной в ряде вузов РФ. Успешная реализация и практическое использование системы УИС позволили на практике проверить жизнеспособность изложенного среза информационной модели вуза.

### Список литературы

1. Федеральный государственный стандарт высшего профессионального образования. URL: <http://mon.gov.ru/pro/fgos>
2. Положение об итоговой государственной аттестации выпускников высших учебных заведений российской федерации. URL: [http://www.edu.ru/db/mo/Data/d\\_03/1155.html](http://www.edu.ru/db/mo/Data/d_03/1155.html)
3. Гради Буч. Объектно-ориентированный анализ и проектирование с примерами приложений на C++. СПб.: Бинум; Невский Диалект, 1998.

4. *OMG консорциум*. Спецификация языка UML 2.3. URL: <http://www.omg.org/spec/UML/2.3/>
5. Общероссийский классификатор специальностей по образованию. URL: <http://www.ed.gov.ru/prof-edu/sred/rub/okso.doc>
6. *Адаманский А. В., Денисов А. Л., Кочев А. А.* Опыт автоматизации вуза. Система УИС. // Вестн. Новосиб. гос. ун-та. Серия: Информационные технологии. Т. 4, вып. 1. С. 2–7.

*Материал поступил в редколлегию 25.08.2010*

**A. V. Adamanskij**

#### **INFORMATION MODEL OF HIGHER EDUCATION ORGANIZATIONS**

In this paper the basic elements of conceptual model of higher education organizations briefly described. Analyzed various aspects and elements of education organization object domain and as result produced the information model of education organization operations in the case of using automatic management information systems.

*Keywords:* information model, management, education.