

Логика автоматизированной системы статистического рейтингового оценивания качества успеваемости студентов

Гресс Е.С.*, Крылов С.С.**

Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), МАИ, Волоколамское шоссе, 4, Москва,

А-80, ГСП-3, 125993, Россия

**e-mail: seered@mail.ru*

***e-mail: krylov@mai.ru*

Аннотация

В статье рассматривается модель логики автоматизированной системы статистического рейтингового оценивания качества успеваемости студентов. Предложены способы ускорения генерации отчетов за счет активного использования гибких механизмов агрегации данных. Описаны схемы хранения данных. Представлены результаты замеров времени выполнения запросов, подтверждающие применимость описанного подхода.

Ключевые слова: информационная система, архитектура баз данных, механизм агрегатов, рейтинговая система.

Введение

В современной системе высшего образования актуальными вопросами является оценка качества образования [1] и создание в ВУЗе соответствующих

систем оценивания [2].

Данные об успеваемости студента можно рассматривать как обратную связь об усвоении изучаемых дисциплин. Рейтинг студентов — как интегральную оценку их достижений на всём протяжении обучения в ВУЗе, который объединяет в себе большое число факторов, отображающих как учебный процесс, так и личностные характеристики студента [3, 4].

Для выполнения анализа качества обучения необходимо получение максимально точной, оперативной и объективной информации о ходе учебного процесса, быстрое действие аналитических отчетов.

Специфика системы

На факультете «Прикладная математика и физика» задачу оценки эффективности образования решают с помощью специальной автоматизированной системы статистического рейтингового оценивания качества успеваемости студентов [5], разработанной на технологической платформе «1С:Предприятие 8.3». [6]. Диаграмма потоков данных с учетом интеграции с другими системами ВУЗа представлена на рис. 1. Далее опишем потоки данных более подробно.

Руководство ВУЗа устанавливает общую модель рейтинговой системы. Из других систем внутри ВУЗа подкачивается различная актуальная информация (например, данные о студенте как о физическом лице из системы учёта кадров).

Методисты в деканате разрабатывают учебные планы и определяют в

них веса семестров, дисциплин. Методисты на кафедрах составляют рабочие программы дисциплин, устанавливают в них веса контрольных точек.

Преподаватели вносят в систему информацию об успеваемости, посещаемости, бонусах и штрафах студентов по соответствующим дисциплинам.

Сотрудники деканата могут корректировать информацию об успеваемости, перезачётах, посещаемости, бонусах и штрафах студентов на основе дополнительной информации, которую студенты приносят в деканат (грамоты, справки о болезни, академические справки и т.п.).

Сотрудники деканата выдают преподавателям ведомости в бумажном виде на сессию, которые преподаватели заполняют и возвращают в деканат наряду с вводом электронных ведомостей в системе. В деканате ещё раз сверяют электронный эквивалент с бумажным, при необходимости в систему вносятся корректирующие изменения.

Системный администратор корректирует при необходимости информацию в системе.

Все пользователи имеют права получать из системы соответствующие аналитические отчеты об успеваемости, посещаемости, различных рейтингах, бонусах и штрафах студентов, согласно своим ролям.

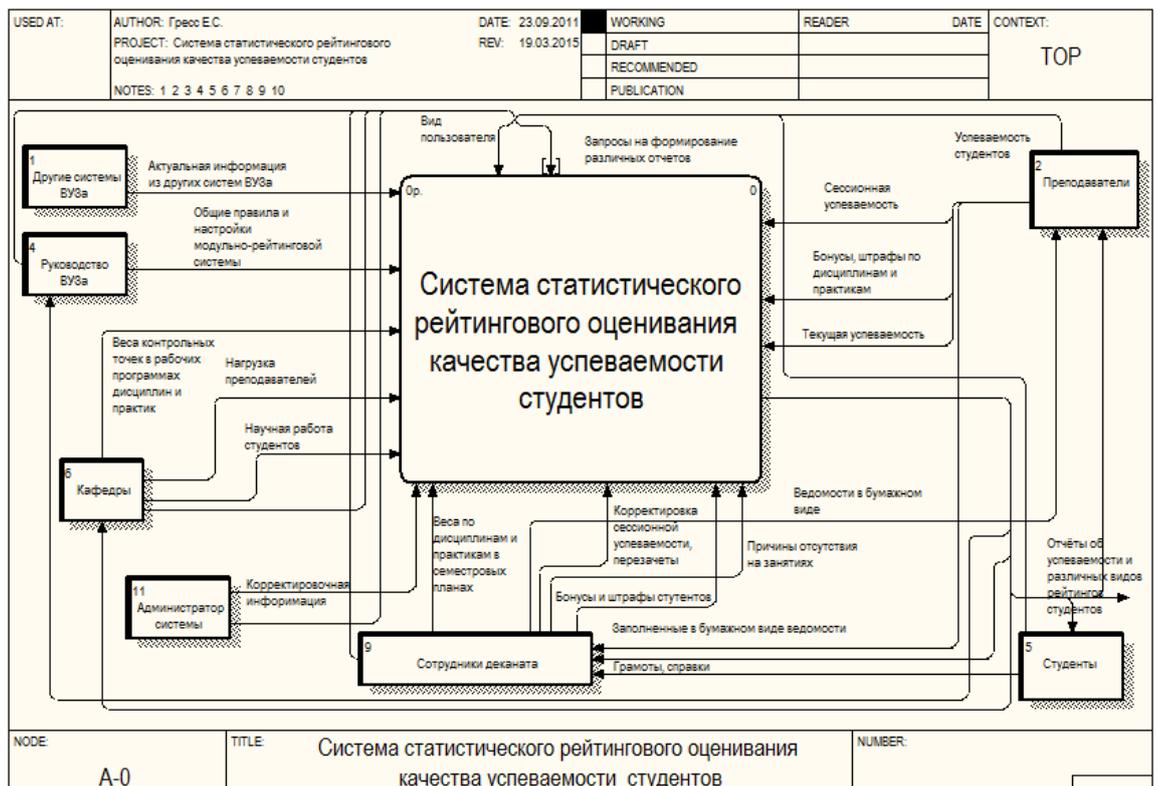


Рис. 1. Верхний уровень диаграммы потоков данных системы статистического рейтингового оценивания качества успеваемости студентов.

Более подробно функциональная модель системы описана в [7].

Реализованная система имеет клиент-серверную трёхуровневую архитектуру, которая представлена на рис. 2.

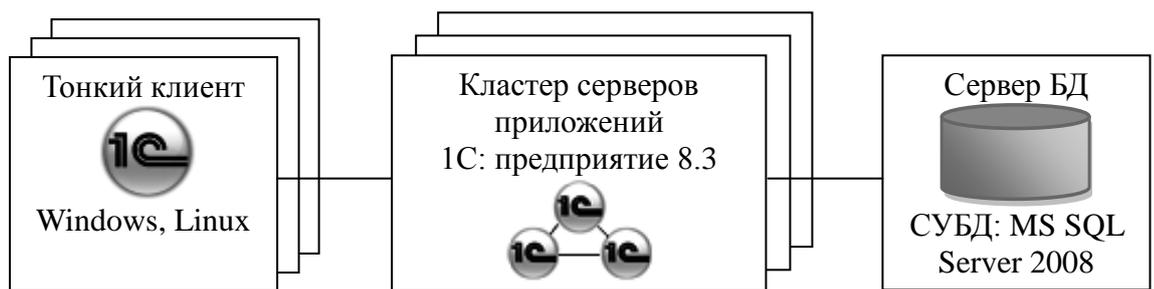


Рис.2. Клиент-серверная архитектура системы статистического рейтингового оценивания качества успеваемости студентов.

Анализ использования агрегатов

В технологической платформе «1С:Предприятие» присутствует механизм агрегатов [8], но, к сожалению, он ограничен только операцией агрегации суммирования. В нашей системе для формирования рейтингов студентов используются взвешенные отметки студентов, а также учитываются веса контрольных точек, дисциплин, семестров, понижающие коэффициенты при пересдачах и т.п. [9]. Сессионный рейтинг студента определяется следующим образом:

$$r_{lij}^s(t) = \sum_{n=1}^N w_{ijn}^s (m_{ijn}^s(t) w_{ijn}^s(t) + m_{ijn}^e(t)), \quad (1)$$

где номер студента $l = 1, 2, \dots, L$, L — количество студентов в ВУЗе, обучающихся по одному учебному плану (без ограничения общности), t — момент времени, в который пользователь системы запрашивает рейтинг студента, $n = 1, 2, \dots, N$ — номер контрольной точки в модуле сессионного контроля, N — количество контрольных точек по j -й дисциплине в модуле сессионного контроля в i -м семестре l -го студента, w_{ijn}^s — вес n -й контрольной точки по j -й дисциплине в модуле сессионного контроля в i -м семестре, $w_{ijn}^s \in [0;1]$, $m_{ijn}^s(t)$ — отметка l -го студента в модуле сессионного контроля в i -м семестре по j -й дисциплине за n -ую контрольную точку в t -й момент времени, $m_{ijn}^s(t) \in [0;M]$, M — максимальная отметка в выбранной шкале оценивания, $w_{ijn}^e(t)$ — понижающий коэффициент отметки l -го студента, зависящий от количества попыток сдачи n -й контрольной точки по j -й дисциплине в модуле сессионного контроля в i -м семестре в t -й момент

времени, $w_{ijn}^s(t) \in (0;1]$, $m_{ijn}^e(t)$ — дополнительные баллы в модуле сессионного контроля l -го студента, полученные им при передаче на повышенную отметку в i -м семестре по j -й дисциплине n -й контрольной точки в t -й момент времени.

Изначально планировалось увеличить быстродействие формируемых отчетов с помощью стандартных возможностей агрегатов платформы «1С:Предприятие» [10], разбивая составляющие рейтинга студента на не пересекающиеся суммы баллов.

В результате оказалось, что в данном случае эти механизмы не применимы, так как агрегаты платформы «1С:Предприятие» могут верно суммировать только разности изменения рейтинга, а представленной модели при передаче преподаватель ставит балл студенту по определённой шкале за определённую контрольную точку каждый раз заново, согласно продемонстрированным студентом навыкам и знаниям, а не разность изменения балла. Причем далее этот балл согласно формуле (1) умножается на соответствующий понижающий коэффициент и вес контрольной точки.

Таким образом, усложняется вычисление разности изменения рейтинга при каждой сдаче или передаче студента видов контроля в момент времени t : надо помнить предыдущий балл, умноженный на соответствующий ему понижающий коэффициент и вес контрольной точки (B_{t-1}) и вычислить текущий балл, умноженный на соответствующий ему новый понижающий коэффициент и вес контрольной точки (B_t), далее посчитать разность $B_t - B_{t-1}$ и запомнить её в соответствующем ресурсе хранилища данных.

Такой подход требует делать лишние соединения в запросах, в отличие от предложенного подхода, в котором вычисляется и запоминается каждый раз только V_t . В итоге были созданы новые агрегатные функции.

Промежуточным вычислением в ходе выполнения отчетов является получение запроса, рассчитывающего значение рейтинга по формуле (1). На платформе «1С:Предприятие» средством реализации задач хранения информации, развернутой в разрезе нескольких измерений, является использование регистров сведений [8, 11].

Базы данных разработанные с использованием технологий платформы «1С: Предприятия» относятся к гибриднему типу (объектно-реляционному). Для операций изменения с данными используется объектный подход. При формировании запросов, отчетов — реляционный. Формирование схемы баз данных с помощью технологий платформы «1С:Предприятие» происходит следующим образом. В специальном режиме «Конфигуратор» объекты базы данных описываются метаданными. Далее кластер серверов «1С:Предприятия» по описанным правилам создаёт схему реальных таблиц в используемой СУБД [11].

Данные успеваемости студента хранятся с помощью регистра сведений «УспеваемостьСтудента». Поля «Студент», «Семестр», «РабочаяПрограмма», «ЭлементПрограммы», «ВидКонтроля», «Учебная группа» являются измерениями регистра. Все параметры измерений имеют объектную природу. Ресурсы: «Оценка» (Ссылочный тип), «НаповышеннуюОценку» (Булевский тип), «Преподаватель» (Ссылочный тип) (см. рис. 3). Данные об успеваемости

вносятся различными документами отображаемые изменения в траектории успеваемости или отметках студента (на рис. 3 «ВводУспеваемости», «РезультатыОбучения», «ТрекУспеваемости», «КонвертацияОценок»). Веса дисциплин с сессионными видами контроля хранятся в табличной части документов, соответствующих индивидуальным семестровым трекам успеваемости (на рис. 3 таблица «ДисциплиныТрекаУспеваемости»).

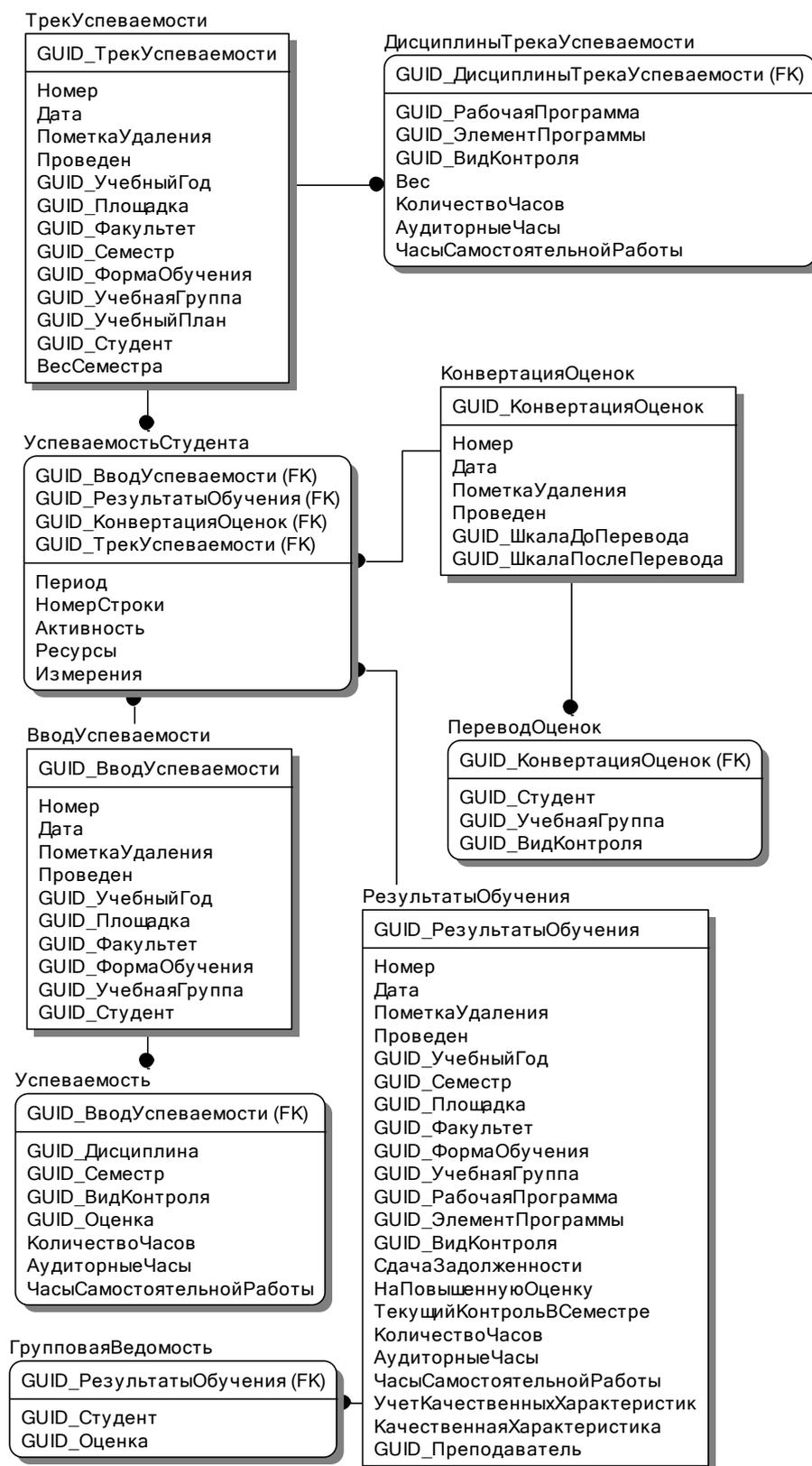


Рис. 3. Фрагмент схемы БД успеваемости студентов.

Информация о параметрах состояния хранится в регистре сведений «СостояниеСтудента», имеющего следующую структуру (рис. 4). Поле

«Студент» является измерением. Этот параметр имеет объектную природу. Ресурсы являются поля «УчебнаяГруппа» (Ссылочный тип), «Семестр» (Ссылочный тип), Статус (Тип перечисление), «Староста» (Булевский тип), «ПродлениеДо» (Тип Дата), «Стипендия» (Булевский тип), «Финансирование» (Тип перечисление), «Номер договора» (Строковый тип), «ТипПриёма» (Тип перечисление), «НомерЦелевогоДоговора» (Строковый тип), «НазваниеПредприятия» (Строковый тип), «НомерЗачетнойКнижки» (Строковый тип). Состояние студента меняется документами «ПриказыНаСтудентов», где в табличных частях данных документов (на рис. 4 «ИзменениеСостоянийСтудентов») отмечаются вносимые изменения.

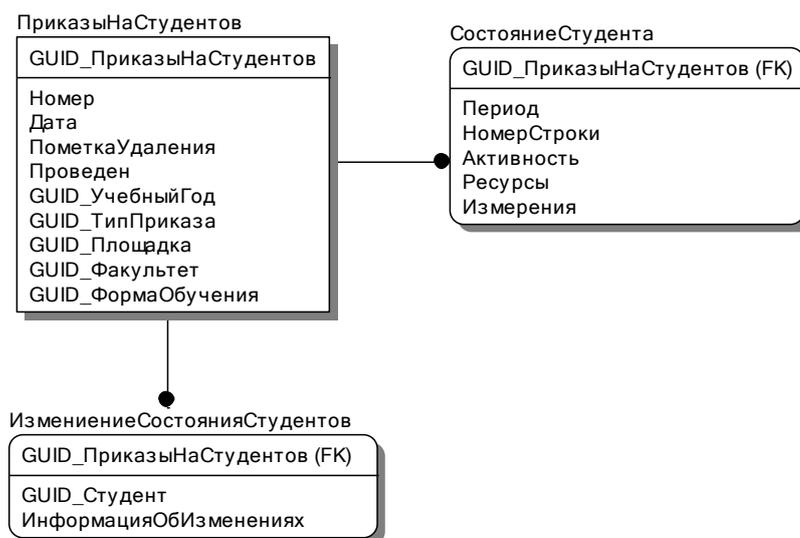


Рис. 4. Подсхема БД по состояниям студентов.

Правила понижающих коэффициентов хранятся с помощью регистра сведений «ПравилаПонижающихКоэффициентов», имеющего следующую структуру. Поля «ВидКонтроля», «Коэффициент», «МодельРейтинга» в качестве измерений. Все параметры измерений имеют объектную природу. Ресурсы числового типа: «МинимальноеКоличествоПопыток»,

«ПравилаПонижающихКоэффициентов» является одним из регистров, отвечающих за хранение информации о настройках системы (рис. 5). К таким регистрам также относятся «Шкалы», «ПравилаБонусовИШтрафов», «МоделиРейтинга», которые подробно рассматриваться не будут, так как далее не участвуют в построении анализируемых запросов.

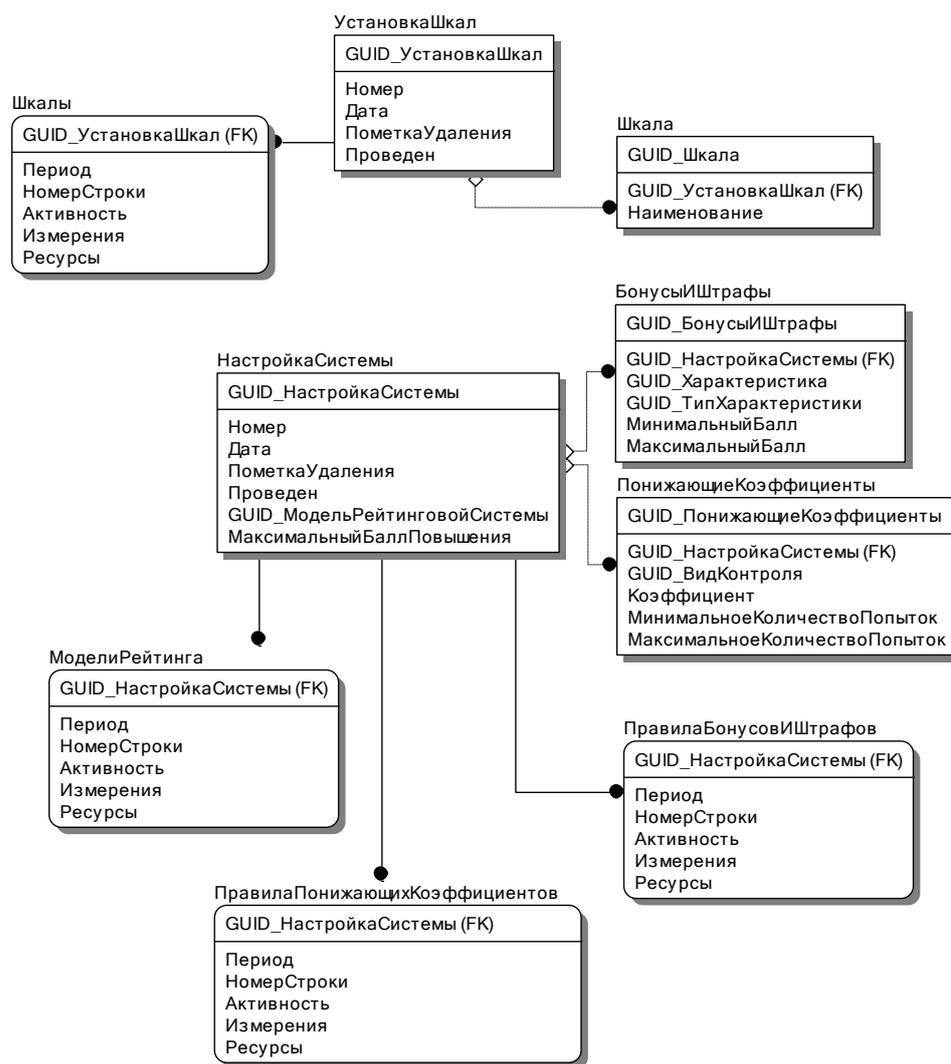


Рис. 5. Схема хранения настроек моделирования.

Далее схематично представим исследуемые запросы. В первоначальном варианте в отчете вычисление рейтинга по формуле (1) выполнялось с помощью пакетного запроса, содержащего два последовательных запроса,

включающих в себя соединения с регистрами сведений «УспеваемостьСтудента», «СостояниеСтудента», «ПравилаПонижающихКоэффициентов». Заметим, что в этом случае приходилось делать ещё два неявных соединений со справочником «Оценки», т.к. в регистре сведений «УспеваемостьСтудента» ресурсом была ссылка на оценку, а не её «Вес» (Числовой тип), на основе которого рассчитывается рейтинг, и со справочником «РабочиеПрограммы» для вывода информации о дисциплине, которая является родителем рабочей программы. На рис. 6 и 7 изображены схемы этих запросов. Вывод параметров состояния студентов необходим для получения более детальной характеристики студентов и составления динамических фильтров в запросе.

Для увеличения в отчете быстродействия вычисления рейтинга по формуле (1) в системе был введен регистр сведений «РейтингиСтудента» со следующей структурой. Поля «Студент», «Семестр», «Дисциплина», «РабочаяПрограмма», «ЭлементПрограммы», «ВидКонтроля», «Учебная группа» — измерения. Все параметры измерений имеют объектную природу. Формула (1) вычисляется суммированием агрегата, представленного ресурсом «ОтметкаПонижающийКоэффициентВесКонтрольнойТочки» числового типа по различным измерениям регистра сведений «РейтингиСтудента». Агрегат «ОтметкаПонижающийКоэффициентВесКонтрольнойТочки» представляет собой произведение числового балла отметки студента по соответствующему виду контроля, понижающего коэффициента и веса контрольной точки. В варианте с использованием агрегирующей функции выполняется только один

запрос, соответствующая ему схема изображена на рис. 8.

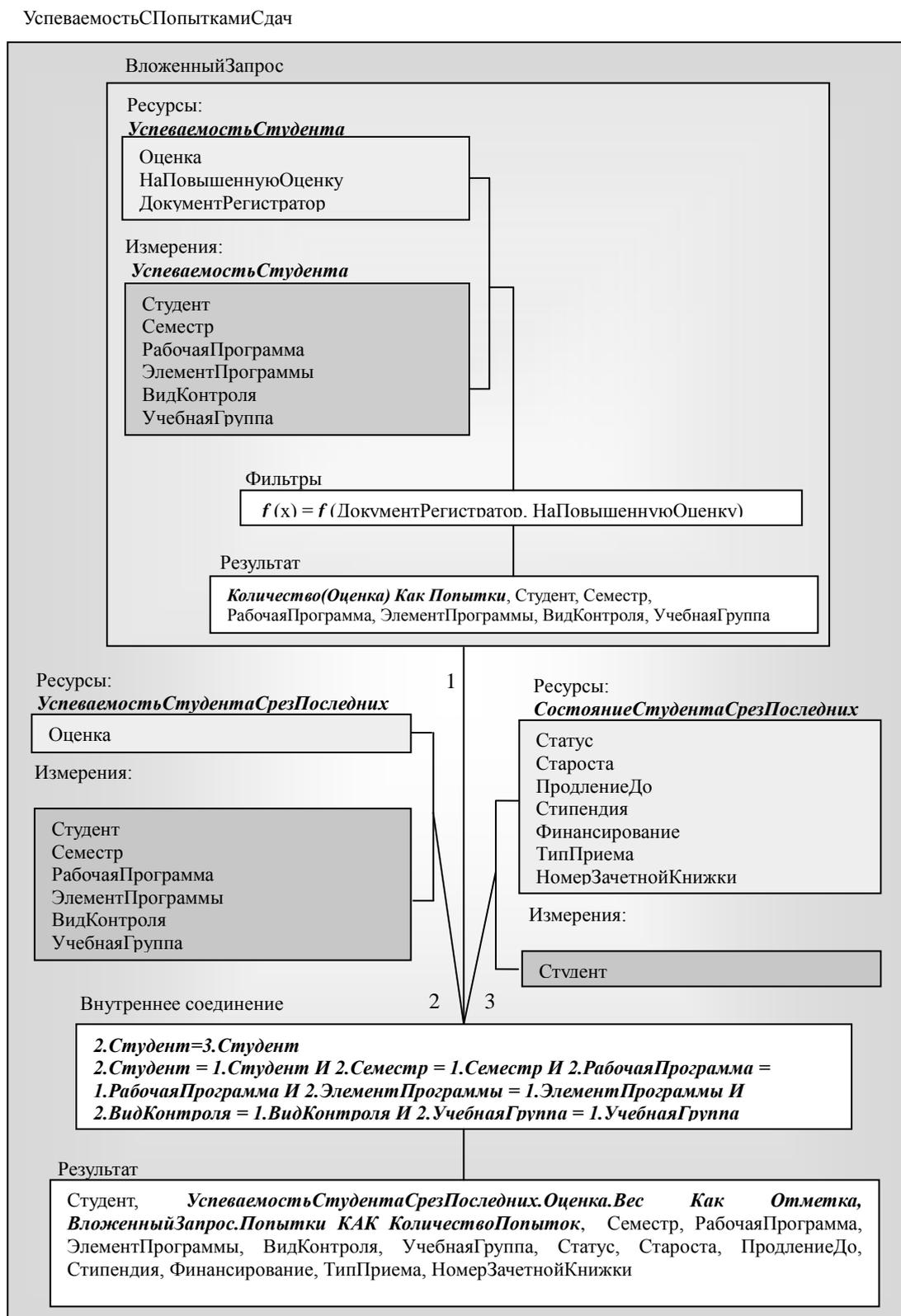


Рис. 6. Схема первого запроса в пакетном запросе.

Запрос, схема которого представлена на рис. 6, определяет для каждого

студента успеваемость с попытками сдач, а также выводит информацию о соответствующих параметрах состояния. Далее результат запроса передаётся во второй запрос с целью вычисления рейтингов студентов (см. рис. 7).

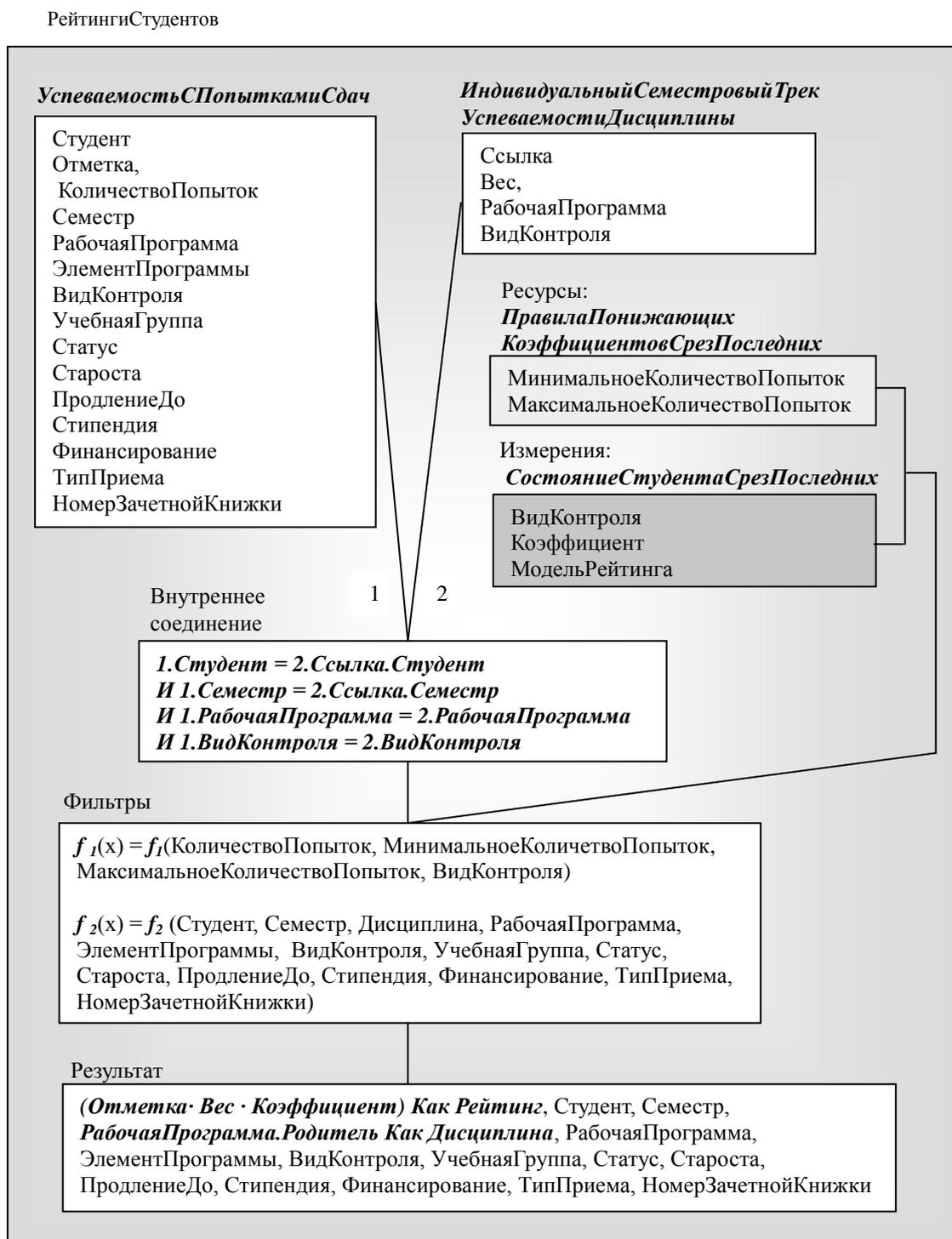


Рис. 7. Схема второго запроса в пакетном запросе.

На рис. 7 второй запрос пакетного запроса рассчитывает итоговый

результат.

Запрос с использованием агрегирующей функции, вычисляющий тот же результат, что и изначальный пакет запросов, представлен на рис. 8.

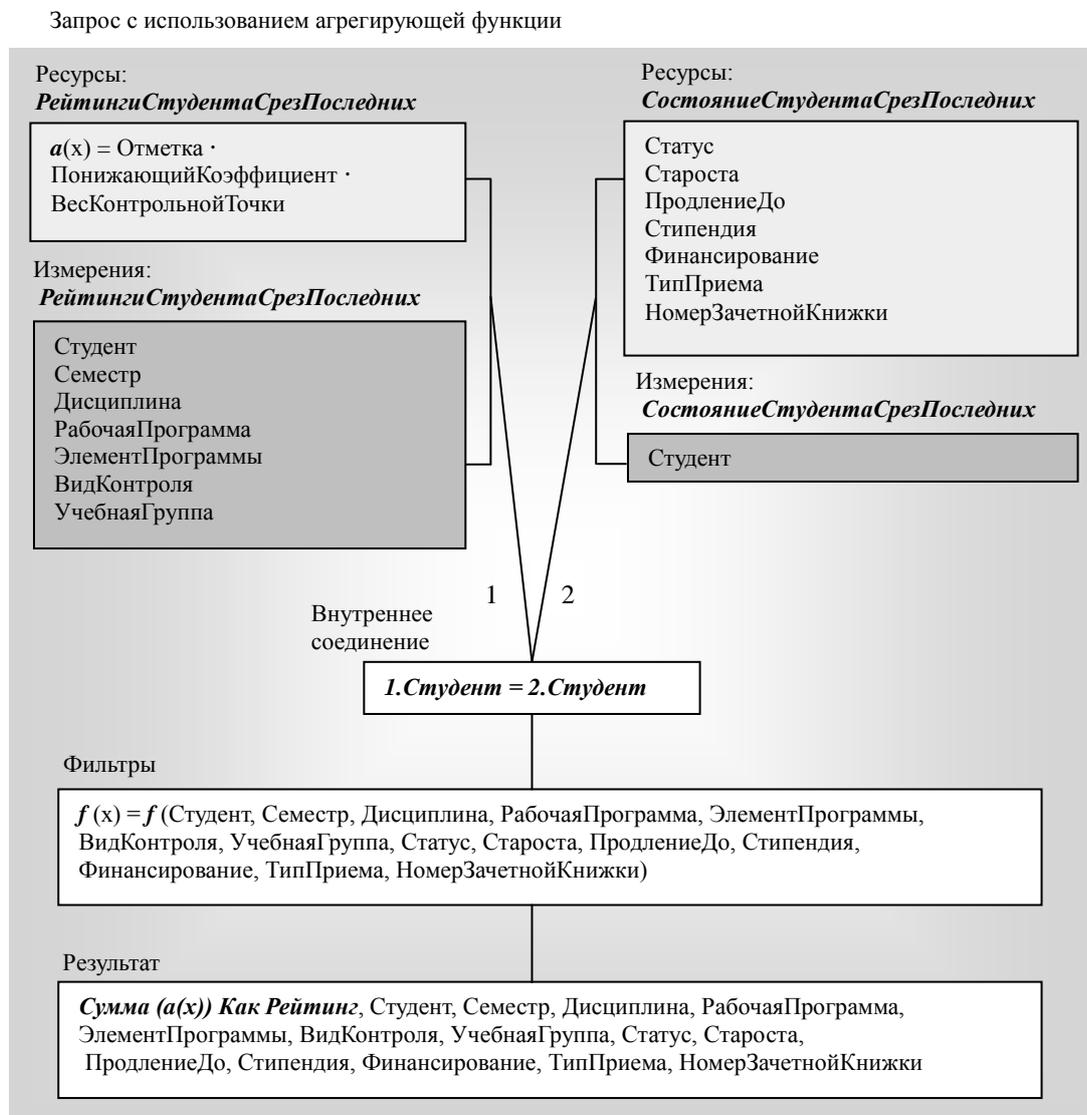


Рис. 8. Схема запроса с использованием агрегирующей функции.

Апробация предложенных в работе подходов проводилась в рамках вычислительного эксперимента. В агрегирующей таблице присутствовало 5934 записи.

В таблице 1 указаны время замеров работы отчета для различных вариантов запросов.

Замеры времени работы запросов в миллисекундах

Описание запросов и их условий выполнения	t (мс)
Время исходного пакета запросов без влияния кеша	3,028126
Время исходного пакета запросов с учетом кеша	0,441366
Время запроса с агрегирующей функции и без влияния кеша	0,417400
Время запроса с агрегирующей функции с учетом кеша	0,117079

Запрос с использованием агрегирующей функции представленный на рис. 8 вычисляет тот же результат, что и изначальный пакет запросов, но делает это быстрее. В итоге применение агрегирующей функции дало выигрыш во времени без учёта влияния кеша $\approx 7,25$ раз, а с учётом влияния кеша в $\approx 3,77$ раз.

Заключение

Была разработана логика построения системы статистического рейтингового оценивания качества успеваемости студентов, автоматизирующей описанный в статье учебный процесс. Выявлена ограниченность механизмов агрегатов платформы «1С:Предприятие 8.3» для вычисления сессионного рейтинга студента, согласно представленной модели. Предложен способ улучшения быстродействия отчетов за счет введения использования новых агрегатов и продемонстрированы результаты временных замеров, подтвердившие уменьшение времени выполнения запросов.

Библиографический список

1. Гурьянова С.Ю. Качество образования в контексте модернизации высшей школы // Качество. Инновации. Образование. 2013. №1. С. 3-14.
2. Гресс Е.С., Крылов С.С. Методические аспекты комплексного оценивания компетенций студентов // Качество. Инновации. Образование. 2014. №4. С. 14-19.
3. Федеральные Государственные Образовательные Стандарты. URL: <http://минобрнауки.рф/documents/336> (дата публикации 01.03.2012)
4. Босов А.В., Гресс Е.С., Крылов С.С. Оценивание объективного рейтинга // Материалы X Международной конференции по неравновесным процессам в соплах и струях (NPNJ'2014), Алушта, Крым, 25 – 31 мая 2014. С. 582-583.
5. Гресс Е.С., Крылов С.С., Наумов А.В. Реализация модульно-рейтинговой системы МАИ // Материалы XVIII Международной конференции по вычислительной механике и современным прикладным программным системам (ВМСППС' 2013), Алушта, Крым, 22 – 31 мая 2013. С. 838-840.
6. 1С:Предприятие 8: Технологическая платформа [Электронный ресурс]: сайт. URL: <http://v8.1c.ru/overview/Platform.htm> (дата обращения 25.12.2015)
7. Гресс Е.С., Крылов С. С. Функциональная модель автоматизированной системы статистического рейтингового оценивания качества успеваемости // Известия Института инженерной физики. 2016. №1. С. 12-21.

8. Габец А.П., Козырев Д.В., Кухлевский Д.С., Хрусталева Е.Ю. Реализация прикладных задач в системе «1С:Предприятие 8.2». - М.: ООО «1С-Публишинг», 2010. - 714 с.
9. Босов А.В., Гресс Е.С., Наумов А.В. Об одном подходе к автоматизации оценивания успеваемости студентов // Системы и средства информатики. 2015. Т. 25. № 2. С. 123-139.
10. Гресс Е.С., Крылов С.С. Задача применения агрегатов для улучшения производительности анализа сессионных рейтингов // Сборник научных трудов 15-й международной научно-практической конференции “Новые информационные технологии в образовании” (Применение технологий "1С" для формирования инновационной среды образования и бизнеса). Часть 1, Москва, 3 – 4 февраля 2015. С. 396-399.
11. Радченко М.Г., Хрусталева Е.Ю. Архитектура и работа с данными «1С:Предприятие 8.2». - М.: ООО «1С-Публишинг», 2011. - 268 с.