

УДК 004.5:378

## АВТОМАТИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РАСПИСАНИЕМ ЗАНЯТИЙ В ВУЗЕ

Т.Б. Потапова, И.А. Серов

Павлодарский государственный университет  
им. С. Торайгырова

Мақалада университеттің бірлескен информациялық жүйесінің ішіндегі Жогары Білім беру Мекемесінің Автоматикалық сабак кестесінің Басқару Жүйесінің өндегі анықтап қаралып жатыр; ол үшін АСКЕЖнің құрамы, информациялық тоқтаусыздарға және тірек блоктарға жіберген функционалдық жүргі, кісі-машина интерфейс үйымдастыруының талабы көрсетіледі.

В статье рассматривается постановка задачи разработки АСУ расписанием (АСУР) ВУЗа в составе корпоративной информационной системы университета; представлены структура АСУР, функциональная нагрузка на основные блоки и потоки информации, требования к организации человека-машинного интерфейса.

In the report the development problem of the Information System Management of the Schedule for a High School in the structure of the University corporate information system is considered; ISMS structure, functional load to the mainframes and information flows, requirements to the organization of the human-machine interface is presented.

Одной из подсистем корпоративной интегрированной информационной системы (КИС) в университете является система автоматизированного управления расписанием. Ее структура показана на рисунке 1. Управление расписанием является срединным производственным процессом в вузе. В текущем времени соединяются с целью обучения студентов основные виды учебной деятельности, как-то: управление учебной нагрузкой x кафедр и их преподавателей (КП), занятиями у студенческих групп на факультетах со стороны деканатов (ДГ), а также состоянием з аудиторного фонда – административно-хозяйственными службами (АХ). Управляет расписанием диспетчерская служба (ДС).

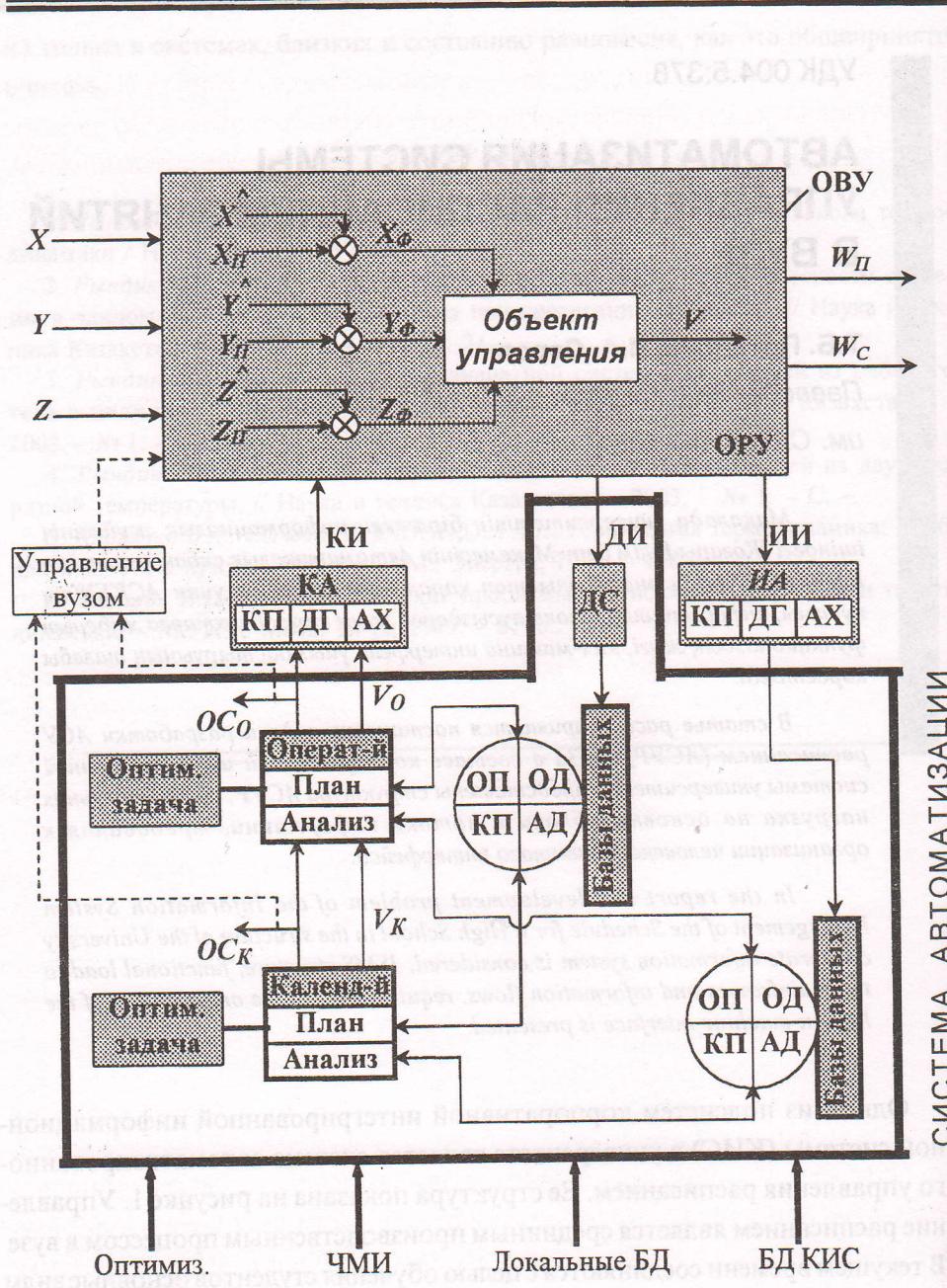


Рис. 1

На рисунке выход объекта управления расписанием обозначен  $v$ . Он определяет в каждый момент времени отношение друг к другу составляющих величин  $x$ ,  $y$  и  $z$ . (входов). Например, составляющие  $x$  – это работоспособные в данный момент времени преподаватели, атрибутированные своими параметрами (принадлежность к кафедре, читаемые дисциплины, должность, звание и т.п.). Аналогично атрибутируются группы студентов ( $y$ ) и аудитории ( $z$ ). Фактические значения  $(x_{\phi}, y_{\phi}, z_{\phi})$  величин отличаются от планируемых  $(x_p, y_p, z_p)$  вследствие влияния внешней среды. Внешние воздействия обозначены  $(x^{\wedge}, y^{\wedge}, z^{\wedge})$ . Причины их возникновения, например: обстоятельства личной жизни преподавателей, обуславливающие их замены, общественные и хозяйствственные обязанности студентов, аварийное состояние аудиторий и т.п.

При таком описании данный объект управления похож на любой производственный, управляемый со стороны ЛПР (лица принимающие решения). И также для него принципиально невозможны формализация и автоматизация текущих измерений и управлений и непосредственное наблюдение за этими операциями. Область реального управления (ОРУ) объективно окружена тайной. Автоматизация человека-машинного управления реализуется за пределами этой области. Заметим, что автоматическое управление и связанные с ним операции непосредственного измерения координат ОУ и выполнения управляющих команд практикуются только в простых односвязных системах, частоты действия которых лежат вне или на границе частот действия человека и исчисляются секундами и минутами. В этих простых системах для измерения координат используют датчики, а для передачи команд на регулирующие органы от регуляторов – исполнительные механизмы.

В нашем случае сложной системы объектом управления служит область виртуального управления (ОВУ). Ее входы  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$  – это интегральные характеристики нагрузки кафедр и преподавателей ( $X$ ), студенческий групп ( $Y$ ) и аудиторий ( $Z$ ). Управляющим воздействием является плановое расписание  $V$  как карта недельной занятости преподавателей, студентов и аудиторий. Выходы  $W_n$  и  $W_c$  характеризуют ресурсы системы.  $W_n$  – это степень использования уже выделенных ресурсов: ресурсов времени преподавателей и студентов, а также аудиторного фонда. Одной из косвенных характеристик  $W_n$  служит, например, общая длительность пустых пар. Выход  $W_c$  – общее количество нарушений в плановом расписании. Как будет показано ниже,  $W_c$  характеризует наоборот недостаточность выделенных ресурсов.

Входы и выходы ОВУ наблюдаются и управляются университетскими подразделениями, результаты их наблюдений и управлений относительно субъективны как в смысле календарных отрезков времени, за который они оцениваются, так и значений самих оценок, имеющих свой синтаксис, семантику и прагматический смысл, определяемый целями использования.

На рисунке измерительная информация обозначена стрелками ИИ и ДИ. Первая (ИИ) – это те оценки процесса ведения расписания, которые определяют кафедры (КП), деканаты (ДГ) и административно-хозяйственные службы (АХ) и используют их в своей работе при управлении учебным процессом и управлении ВУЗом. Процедуры этого оценивания обведены в один квадрат ИА (измерительный аппарат). Под информацией ДИ подразумеваются сведения о состоянии ОВУ, используемые диспетчерской службой. Отчеты о фактической нагрузке преподавателей относятся, например, к ИИ, а «контрольные замеры» диспетчеров в течение занятий – к ДИ.

Сформированное диспетчерами расписание реализуется теми же подразделениями КП, ДГ и АХ как командным аппаратом КА. Их исполнительные (командные) действия обозначены КИ.

Диспетчерская служба управляет расписанием в двух каскадно соединенных контурах: оперативном и календарном. Результатом последнего является планируемое на семестр расписание  $V_k$ . Оно корректируется в течение семестра, отслеживая оперативно прогнозируемые внешние воздействия. Скорректированное расписание обозначено  $V_o$ .

Задача составления расписания, в т. ч. для учебного заведения, относится к числу задач оптимального планирования. Известны прецеденты ее решения при наличии четкой математической постановки задачи, включая формулировку критерия оптимальности. На рисунке решение этой задачи выделено в отдельный прямоугольник.

Управление идет в двух стратах: планирование и анализ. Результаты планирования – готовые расписания  $V_o$  и  $V_k$ . При анализе оцениваются события, которые ранее не прогнозировались, но произошли, приведя к отклонению в плане, и были оценены в контуре обратной связи (диагностика нарушений). На рисунке оценки событий в оперативном контуре обозначены как  $OC_o$ , а в календарном (перспективном) –  $OC_k$ . В зависимости от характера оцененных событий в ВУЗе принимают решения, призванные в будущем исключить эти отклонения или вследствие более совершенного планирования или более четкого выполнения плана. Например, замеченные стабильные опоздания студентов могут объясняться изменениями в работе городского транспорта, а срывы лабораторных работ – нена-

должно работающими лабораторными установками. Для предотвращения в будущем этих нарушений изменяется, например, график занятий (удлиняются перерывы между парами) и разрабатывается проект модернизации лаборатории.

В любом случае проведение мероприятий (организационных, технических, административных и методических) как реакция на  $OC_o$  и  $OC_k$  требует дополнительных ресурсов. Их разработка и реализация в виде контура управления ВУЗом показана на рисунке пунктирными линиями.

Эти рассуждения показывают две антагонистические стороны управления расписанием. С одной стороны, планирование расписания идет в рамках закрытой системы при стремлении к экономии выделенных ресурсов. Но жесткое в этом смысле расписание провоцирует его нарушения. Поэтому, с другой стороны, управление обеспечением (методическим, техническим, административным и т.п.) этого расписания в рамках открытой системы ведет к привлечению дополнительных ресурсов.

На основе выше изложенного разработана структура локальной системы автоматизации, работающей в составе КИС и связанная своими локальными базами данных (БД) с базами КИС. В базах хранятся результаты календарного и оперативного планирования (КП и ОП), фиксируются оперативные и архивные данные (ОД и АД). Базы пополняются с АРМов пользователей, находящихся в подразделениях ВУЗа. Их данные используются при решении задач обсуждаемой системы автоматизации. Главная задача – обеспечение диспетчеров университета информацией, достаточной для выполнения всех основных видов деятельности – оперативное и перспективное планирование, анализ управления расписанием с диагностикой происходящих событий. Дополнительная задача – математическая оптимизация расписания в рамках частных условий и требований.

Технически локальная система может быть выполнена в виде АРМов диспетчеров (ПЭВМ), сервера локальной базы данных и сервера приложений. Программные среды должны обеспечивать возможность организации удобного ЧМИ.

Задача математической оптимизации расписания известна. Ее постановка формулируется следующим образом. Исходные данные: информация о преподавателях ВУЗа, их нагрузка на семестр, аудиторный фонд. Результат: расписание занятий – отображение нагрузки на аудиторный фонд с учетом следующих ограничений:

- соответствие аудитории условиям проведения занятий (вместимость, специализация аудитории и т.п.),

- отсутствие «накладок» в расписании,
- отсутствие «кокон» в расписании студентов.

Критерии оптимизации:

- минимальное количество «кокон» в расписании преподавателей,
- учет пожеланий преподавателей,
- в случае нескольких корпусов минимизация времени передвижения между ними как студентов, так и преподавателей.

Очевидно, что математические методы являются вспомогательными, позволяя найти некоторые частные или начальные решения для реального поиска. Главное назначение математической модели – разработка научно-обоснованного человека-машинного интерфейса (ЧМИ) для диспетчеров. В разработанной структуре ЧМИ:

- основные позиции меню соответствуют структуре системы (оперативный анализ, оперативное планирование, долгосрочный анализ, долгосрочное планирование, оптимизационные расчеты, архивы планов и мероприятий по улучшению управления расписанием),
- головной кадр каждой позиции носит графический характер, в котором экономичная графика отображает составляющие ресурсных оценок  $W_p$  и  $W_c$  для выбранного отрезка времени,
- кадры нижних уровней позволяют перейти к раскрытию составляющих величин X, Y, Z, V и их атрибутов, а также внешних требований, ограничивающих диспетчера при принятии решений.

Описанная выше система автоматизации поэтапно осваивается. В настоящее время реализован и проходит апробацию пилотный вариант АРМа диспетчера.

---