

УДК 658.012.011.56

**СТРАТЕГИЯ ИНФОРМАТИЗАЦИИ УНИВЕРСИТЕТА
НА ОСНОВЕ ОПЫТА РАЗРАБОТКИ
АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ
ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ¹**© 2006 Л.А. Лыноградский²

Модели многоуровневых иерархических систем адаптированы к условиям развития структур предприятия и университета. Построена единая модель. Зафиксированы основные правила развития структуры предприятия. Показаны проблемы взаимодействия университета и предприятия. Выделены основные задачи структурного развития университета. Определены порядок и содержание стратегических задач.

Информационные технологии используются в университете при решении самых различных задач — от учебных и научных до административных. Анализ и планирование их развития требуют системного подхода, поскольку отдельные задачи связаны общими целями, применяемыми технологиями, объектами информатизации, специалистами, финансированием, эксплуатационными процессами и другими видами связей [1].

В процессе развития системы информационной поддержки решается многомерная задача оптимизации, которая затрагивает интересы практически всех сотрудников и студентов университета и включает внешние факторы, которые также следует брать в расчет (к примеру, требования к выпускнику со стороны предприятий). В связи с постоянным изменением внешней среды и внутреннего состояния университета точка оптимума также постоянно изменяется, а планы развития приходится корректировать.

Если рассматривать интервал, в котором с высокой долей вероятности будут находиться параметры объекта на протяжении длительного промежутка времени, получим стратегическую задачу оптимизации. Она позволяет получить устойчивые во времени решения, которые могут быть приняты как условно постоянные. Как правило, это приводит к декомпозиции

¹Представлена доктором философии Ю.А. Родичевым.

²Лыноградский Леонид Аркадьевич (lnog@samgtu.ru), информационно-вычислительный центр Самарского государственного технического университета, 443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244.

общей задачи оптимизации на ряд частных задач, имеющих тактический характер.

В предлагаемой работе стратегия информатизации университета возникает как результат решения задачи оптимизации, сформулированной в терминах системного анализа [2]. Информатизация, то есть применение средств и методов информатики, является технологической задачей, обеспечивающей работу университета. В свою очередь, университет выполняет функции развития науки и подготовки специалистов для различных сфер практической деятельности. Анализ систем будем проводить в обратном порядке. Сначала рассмотрим работу предприятия, затем университета, а уже потом перейдем к информатизации.

Многослойная модель предприятия. В работе предприятия можно выделить несколько уровней, на каждом из которых принимаются определенные решения. Переход от верхнего уровня к нижнему позволяет упрощать формулировку оперативных задач путем выбора и фиксации стратегических решений. Такую модель М.Месарович называет многослойной [3]. Один из вариантов разбиения задач по слоям (снизу вверх) выглядит следующим образом.

Слой текущего дня. Имеются здания и оборудование, штат обученного персонала, разработанные технологии, заключенные договоры сбыта, сырье на складах. Необходимо сформировать сменное задание для каждого рабочего, отгрузить продукцию, а также реализовать другие запланированные работы. Возникающие проблемы (поломка станка, болезнь рабочего) решаются в рамках имеющихся возможностей.

Слой текущего месяца. Возникает необходимость пополнять запасы сырья, инструмента, проводить обслуживание станков, вывозить отходы. Необходимо проводить расчет производственных мощностей и планировать загрузку рабочих.

Слой текущего года. В связи с выполнением договоров на поставку продукции необходимо искать новых заказчиков, а также возобновлять договоры снабжения. Часть рабочих уходит на пенсию или увольняется, изменяется штатное расписание, поэтому требуется пополнять и развивать персонал предприятия.

Слой пятилетки. Выпускаемая продукция должна заменяться новыми, более современными образцами. Требуется приобретать новое оборудование взамен физически и морально устаревшего, осваивать новые технологии, совершенствовать структуру кадрового состава. Принимаются решения о строительстве и реорганизации цехов, развивается сотрудничество с новыми партнерами.

Стратегический слой. Анализируется структура рынка, действия конкурентов, планируются перемещение на принципиально новые рынки, создание ассоциаций и концернов. Развиваются инфраструктура, стратегическое партнерство, социальная политика, кооперация с научными и технологическими институтами.



Рис. 1. Многослойная модель взаимодействия предприятия и университета

По мере перехода к решению стратегических вопросов предприятие все больше начинает взаимодействовать с внешними партнерами, в том числе с учебными заведениями и научными коллективами. Если на первом слое университет вообще не присутствует, то на слое пятилетки с ним активно взаимодействуют, а перспективные задачи теоретического характера вообще не решаются на предприятии, а получают им в готовом виде от университетов и других научных учреждений.

Возникает интегрированная многослойная цепочка, формированием и использованием которой предприятие и университет занимаются совместно (рис. 1). Планирование этой цепочки ведется справа налево от проблем, возникающих на предприятии, к решениям, имеющимся на всех слоях, вплоть до фундаментальной теории. Соответствующие результаты передаются слева направо от теории к действующему производству.

Помимо университета и предприятия имеется много других объектов, участвующих в интегрированной цепочке. В частности, это производители компьютеров и программного обеспечения, а также ученые, развивающие теоретический и технологический потенциал в области информатики. Многослойная модель помогает выделить процессы одного слоя и работать с ними автономно.

Пусть на предприятии возникла определенная проблема. Возможны три варианта ее решения. Первый использует собственные силы предприятия, а также аналоги, существующие на других предприятиях. Второй основан на привлечении специалистов со стороны (в частности, выпускников университета, владеющих современными технологиями). Третий использует научно-технический потенциал университета, когда заключается договор на проведение опытно-экспериментальных работ и разработку новой конструкции или технологии.

Многослойная модель построена на причинно-следственной цепочке и выделении групп ресурсов и процессов, наличие которых создает основу для управления задачами следующих слоев. Другими словами, модель позволяет осуществить декомпозицию общей задачи оптимизации. Для каждого слоя анализ и планирование развития выполняются в рамках локальной задачи оптимизации, сложность которой существенно ниже исходной. Решения предыдущих слоев к этому моменту уже приняты и не подлежат пересмотру. Решения последующих слоев принимаются позже, а потому не накладывают серьезных ограничений на выбор варианта для данного слоя.

Стратифицированная модель предприятия. Решения, которые мы принимаем на каждом слое, как правило, имеют прототипы. Данная задача уже решалась раньше на нашем предприятии или на родственных предприятиях, а потому можно воспользоваться готовым решением или скорректировать его. Нередко существуют не только готовые решения, но и средства, позволяющие их реализовать (специальные программы, станки, приборы).

В процессе поиска оптимального решения мы затрачиваем определенные усилия на анализ и оценку возможных вариантов. Если найдено приемлемое решение, то дальнейший анализ потребует дополнительных усилий, но не приведет к существенному улучшению результата. Поэтому в процессе оптимизации следует ограничиться разумными пределами и проводить оценку некоторого достаточного множества вариантов, не расширяя его до бесконечности. Другими словами, каждая задача оптимизации опирается на определенную область, в рамках которой осуществляется поиск.

Для группировки задач и обеспечения комплексного подхода к принятию решений используют стратифицированную модель [2]. Страты отличаются масштабами той области, в которой может быть найдено решение. В конкретных случаях под областью можно понимать подразделение, отрасль промышленности, научное направление и т.д.

Массовое решение. Задача возникает повсеместно и постоянно. Если где-то возникает проблема, опыт ее решения лежит рядом, практически в том же подразделении.

Типовое решение. Известно, что задача решена в соседнем цехе или на соседнем предприятии. Необходимо организовать передачу опыта и закрепить его в новом решении.

Компиляция. Точного решения не просматривается, но имеются аналогичные задачи, которые могут быть приняты за основу. При соответствующей доработке они сводятся к некоторому интегрированному решению (компиляции). Источниками информации в данном случае могут быть как другие предприятия, так и публикации в прессе, выставки и т.д.

Уникальное решение. Аналог отличается от решаемой задачи настолько, что не может быть принят за основу. Представляет интерес опыт его реализации, который показывает некоторые характерные проблемы и методы их решения.

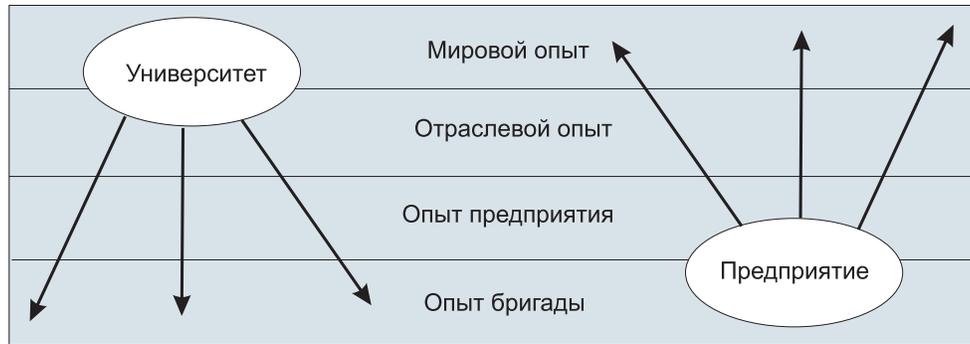


Рис. 2. Стратифицированная модель функций университета и предприятия

Нерешаемая задача. В некоторых случаях задача не имеет аналогов и не поддается решению собственными силами. Тогда поиск перемещается в другие области теории и практики. Возникает взаимодействие наук, примером которого является бионика.

Общий вывод — для решения каждой задачи существует необходимое и достаточное множество аналогов, которые должны быть изучены. Если аналогов мало, вероятность попадания в их множество оптимального решения также невелика. Если аналогов слишком много, то решение, близкое к оптимальному, уже известно, а затраты на анализ новых вариантов не окупаются. На рис. 2 представлена модель, отражающая подход предприятия и университета к формированию и использованию опыта, имеющегося на различных стратах.

Здесь также просматривается интеграция в вопросах поиска решений, но не в виде цепочки, а в виде координационного узла. Отношения между университетом и предприятием имеют характер "многие ко многим", поэтому и возникают узлы, выполняющие роль промежуточного посредника, выделяющего множество однотипных производственных задач для университета, а также множество технологических решений для предприятия.

Интегрированная модель предприятия. На основании двух моделей, которые мы рассмотрели, нетрудно составить интегрированную модель. На рис. 3 заштрихованы объекты, представленные единичными экземплярами. Предприятие является уникальным объектом в масштабах города, но имеет несколько аналогов в стране и еще больше в мире. Предприятие обеспечивает работу множества технологий, применяемых для выпуска продукции. Очевидно, задачей предприятия является выравнивание этого множества, приведение его к единым стандартам качества, эффективности и другим общепринятым нормативам.

Участок является уникальным в цехе, но на уровне предприятия уже появляются аналоги, что нередко заканчивается реорганизацией структуры управления. Скажем, ремонтные участки всех цехов объединяются в ремонтный цех, а группы программистов — в ИТ подразделение. Участок

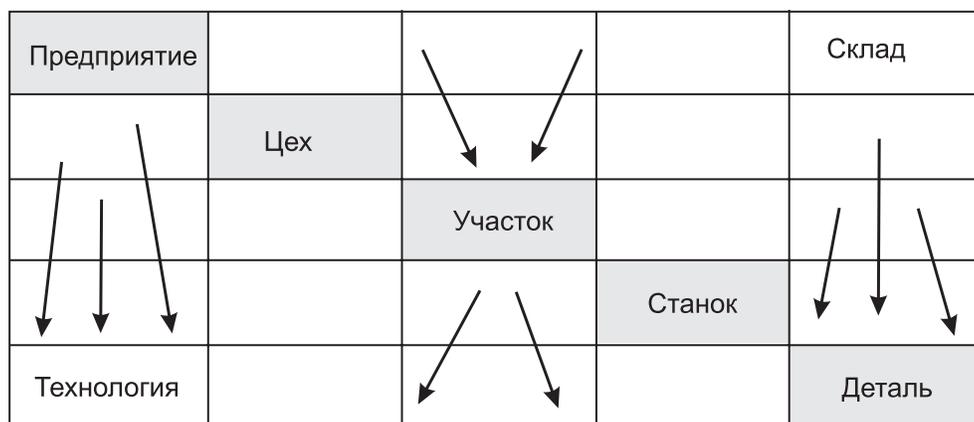


Рис. 3. Интегрированная модель предприятия

поддерживает определенную группу технологий, формируя рабочие места наиболее оптимальным образом.

Процесс изготовления детали поддерживается поставкой материалов сначала со склада снабжения в кладовые цеха, затем путем передачи их на рабочие места. Здесь же снабжение инструментом, смазочными материалами, энергией, утилизация отходов и т.д.

Заметим, что предприятие стремится к выравниванию главной диагонали, то есть к построению структуры интегрированной модели таким образом, чтобы на главной диагонали оказались единичные решения (многоярусная модель [2]). На каждом уровне главной диагонали решаются специфические вопросы управления, которые можно разбить на следующие уровни.

Нормирование. Для простых и повторяющихся процессов применяются нормы, то есть усредненные оценки, позволяющие избежать существенных затрат на анализ и оптимизацию каждого процесса в отдельности. При этом возникают небольшие ошибки в ту и другую сторону, которые взаимно погашаются и мало влияют на суммарный результат.

Регулирование. Для более сложных процессов учитывается состояние внешней среды и управляемого объекта. Здесь составляются планы, рассчитывается потребность в исходных ресурсах и появляются механизмы контроля. Обратная связь отсутствует, поскольку ее использование является экономически нецелесообразным.

Управление. Появляются замкнутые контуры управления с обратной связью. Выделены целевые показатели и критерии, установлены каналы воздействия на объект, имеется модель объекта и внешней среды. Как правило, имеется структура подчиненных объектов и средства регулирования их работы.

Координация. Применяется для согласования работы независимых систем. Использует прогнозирование, обмен информацией о текущем и плани-



Рис. 4. Интегрированная модель университета

руемом состояниях. Создает условия для интеграции объектов и переходу к единой схеме управления.

Интегрированная модель университета. Мы уже показали, что деятельность университета и предприятия различается только их позицией в многоуровневых моделях. Что же касается общих правил формирования и развития структуры, группировки ресурсов и процессов, порядка обработки проблем, то здесь имеется не просто аналогия, а полное соответствие. Отсюда следует, что опыт управления промышленными предприятиями полностью применим к вопросам управления университетом в рамках приведенных моделей. В частности, опыт информатизации также может быть использован без существенных поправок.

Вместе с тем наполнение модели, то есть наличие в ней конкретных ресурсов и освоенных процессов, порядок решения организационных задач, сегодня далек от идеала. Главная проблема университетов — проблема сбыта продукции и отсутствие прямых контактов с потребителями. В этом можно убедиться, рассмотрев интегрированную модель для университета, представленную на рис. 4.

В соответствии с многослойной моделью университет получает заказ со стороны предприятий (справа налево), но практика формирования специальностей сегодня ориентирована на существующий рынок труда и освоенные университетом направления. В терминах предприятия есть желание использовать устаревшее оборудование и разрабатывать новые виды продукции, которую сегодня уже освоили конкуренты.

Второй недостаток — отсутствие комплексного решения проблем. В промышленности конкретная операция имеет многоуровневую поддержку, физический процесс переработки ресурсов подкреплен существованием системы планирования, распределения, контроля качества, а также организационными ресурсами и справочно-вычислительными комплексами. Только в этом случае можно говорить о существовании высоких технологий. Причина в том, что университет не получает от предприятия комплексных заказов.

Как следствие, плохо работают механизмы анализа эффективности научных коллективов и учебных кафедр. Наряду с передовыми коллективами, решающими актуальные и перспективные задачи, имеются и слабые

коллективы, имитирующие научное и методическое развитие путем достижения формальных результатов (конференции, выставки, гранты). Отсюда нет представления о приоритетных направлениях и нет приоритета обеспечения тех или иных коллективов необходимыми ресурсами. Казалось бы, выделение лучших коллективов и создание для них благоприятных условий позволят поднять уровень работы университета, но эта работа практически не ведется.

На этом мы закончим анализ модели, хотя список проблем далеко не исчерпывается теми, которые были перечислены. Перейдем к формированию стратегии информатизации. Изучив состояние университета и обозначив наиболее острые проблемы, сформулируем задачи, которые могут быть решены с помощью средств, методов и специалистов информатики. Будем рассматривать элементы главной диагонали.

Задачи университета. В масштабах всего университета сегодня наиболее важной задачей является задача финансирования. Для того чтобы понять финансовое взаимодействие университета, государства, предприятия и абитуриента достаточно проанализировать рис. 1. Сегодня университет не получает средств от предприятия, но и не готовит специалистов для предприятия. Выпускники университета вынуждены приобретать специальные знания и опыт практической работы уже на предприятии.

В основе этого порочного круга лежат недостатки в организации научной деятельности. В самом деле, дефицит кадров определенной специальности возникает не вдруг. Ему предшествуют этапы развития теории, экспериментов, получения макетных образцов. Все эти работы выполняются университетами и предприятиями, и не так уж сложно понять, какие специалисты могут быть востребованы рынком труда через некоторое время [4].

Тормозом для научной работы является отсутствие в университете современного оборудования, а также развитой организационной структуры, позволяющей решать вспомогательные вопросы при разработке макетов, мелкой серии и инновационных проектов. В самом деле, кроме технических вопросов здесь необходимо решение целого ряда экономических, эргономических, технологических, юридических, методических и других вопросов. На предприятии чертеж конструктора дополняется технологической спецификацией, нормированием труда, расчетом себестоимости, заключением договоров с потребителями и т.д.

Общий вывод — главной задачей университета является активизация отношений с предприятиями по вопросам научной кооперации. Необходимо привести в соответствие перечень научных результатов, которые сегодня имеются в университете, и перечень актуальных вопросов промышленности. Любой научный коллектив должен быть ориентирован на выполнение перспективных исследований. Актуальность тематики коллектива, ее перспективность могут быть неочевидными, но это предмет обсуждения после

того, как такая тематика точно обозначена и соотнесена с конкретными реальными или потенциальными заказчиками.

Совершенно очевидно, что структуризация этой информации и ее обработка могут быть выполнены средствами информационной системы. Более того, просматривается необходимость в создании регионального банка данных, своего рода биржи научных разработок. В первую очередь следовало бы согласовать информацию по практически готовым результатам, то есть построить инновационную инфраструктуру.

Эта сложная задача сегодня назрела, а потому ее решение не так сложно, как может показаться на первый взгляд. Создание банка данных с технической и организационной точки зрения сегодня не является проблемой. На предприятиях, да и в университетах создаются и успешно функционируют гораздо более сложные информационные системы. Наполнение банка на первом этапе также не представляет проблемы, поскольку целый ряд предприятий формирует комплексные заказы на научные разработки, а целый ряд научных коллективов имеет вполне готовые инновационные проекты.

Вместе с тем создание инновационного банка позволит начать проект, постепенно распространяющийся на все сферы жизни университета. Контакты в области научно-практических разработок активизируют методическую работу кафедр и целевую подготовку специалистов, что приведет к укреплению актуальных специальностей, сделает университет более престижным в глазах абитуриентов.

С другой стороны, использование современных технологий позволит расширить инфраструктуру университета и в область готовых технологий (например, активизирует создание центров обучения современным программным продуктам). Просматривается кооперация в использовании оборудования и техники, работа со школьниками и многое другое.

Стратегическая схема. Подводя итоги, отметим особенность информационных средств, которые требуют жесткой, детерминированной проработки задачи в отличие от организационных структур с участием человека. Любой информационный проект будет успешно выполняться в том случае, когда его разработке предшествуют мероприятия согласовательного характера. Задача аналитиков — привести решаемую задачу к виду, устойчивому во времени. Программный комплекс создается с расчетом его эксплуатации в течение десятка лет. Желательно, чтобы аналитик проработал задачу на глубину этих десяти лет так, чтобы ее не пришлось корректировать уже через полгода. Отсюда следует, что информатизация может рассматриваться как система, имеющая пять слоев.

Системное моделирование. Проводится работа по созданию методов и средств управления системами. Нечто подобное мы пытались продемонстрировать в данной работе. Модель, пусть даже самая простая, является весьма устойчивой во времени, и на ее основе могут строиться частные модели, учитывающие индивидуальные особенности объекта.

Спецификация ресурсов и процессов. Заключается в обозначении слоев, страт, эшелонов и разработке признаков, позволяющих отнести любой ресурс (объект) к определенному слою, а любой процесс — к определенной страте. Если в результате все ресурсы и процессы позиционированы, можно начинать оптимизацию системы. Если имеются ресурсы и процессы, которые выходят за рамки модели, то любой проект с их участием будет неустойчивым, поскольку в этом случае появляется неопределенность в поведении системы.

Развитие средств управления. Модель позволяет выделить слабые участки и обозначить недостатки в управлении ими. Отсюда возникает необходимость развития системы управления, декомпозиции излишне сложных механизмов, создания новых, обеспечения взаимодействия между отдельными участками. Другими словами, должны решаться задачи, которые обычно относят к АСУ университетом.

Актуализация модели. Решаются вопросы наполнения информацией, проводятся анализ и синтез решений, планируется выполнение конкретных заказов, контролируются технологические цепочки и состояние обеспечения. В результате анализа может быть поставлен вопрос о реорганизации структуры, то есть о выделении дополнительных слоев или страт, о реорганизации подразделений и кадрового состава.

Обеспечение системы. Решаются вопросы распределения средств и поставки ресурсов от внешних партнеров. Этой работой должны заниматься специализированные подразделения, конкретный состав которых определяется в результате анализа состояния университета.

Стратегия информатизации. Применяя полученную схему к узким вопросам информатики, получим следующие группы задач.

Системное моделирование. Этой задачей должны заниматься специалисты в области информатики или системного анализа. Возможны варианты — ИТ подразделение, кафедра системного анализа, внешние партнеры (скажем, кафедра другого университета).

Спецификация ресурсов и процессов. ИТ подразделение должно сосредоточить свои усилия на создании как внутренних, так и внешних, интегрированных информационных ресурсов, подобных инновационному банку данных. Имея опыт создания баз данных по контингенту или информационному парку, ИТ подразделение во взаимодействии с другими подразделениями способно наладить прямые контакты с предприятиями. Решение этой задачи прямо влияет на перспективу университета.

Развитие средств управления. Имея системную модель и банк актуальных технологий, гораздо проще строить АСУ университета, поскольку движение вдоль логической цепочки всегда оказывается более простым, чем движение против нее.

Актуализация модели. Сегодня ИТ подразделения занимаются в основном разработкой программных средств, перекладывая их сопровождение на подразделения. По всей видимости, следует оставлять функцию анализа в

ИТ подразделения, что позволит своевременно ставить вопрос о реорганизации выполняемых задач. Особое внимание следует уделить деятельности специалистов, работающих вне ИТ подразделения (например, преподаватели кафедр нередко самостоятельно разрабатывают лабораторные комплексы). Здесь также необходимы координация, обмен опытом, которыми должно заниматься ИТ подразделение.

Обеспечение системы. Вопросы обеспечения остаются, но со временем целесообразно передавать их в локальные группы, оставляя себе функцию планирования и контроля. Например, функцию технического обслуживания компьютерного парка может взять на себя один из факультетских центров, функцию развития сети Интернет — другой и т.д.

Легко увидеть, что решение специальных задач информатизации также укладывается в предложенную модель и может развиваться на ее основе. Остается добавить, что в рамках модели целесообразно пользоваться автоматизированными средствами планирования и контроля, то есть системой управления проектами. Опыт разработки такого средства и его использования показал, что оно весьма эффективно способствует упорядочению работ как в АСУ университетом, так и в ИТ подразделении.

Литература

- [1] Яровой, Г.П. Концепция информатизации Самарского государственного университета на период 2005–2010 гг. / Г.П. Яровой, В.П. Гарькин, Ю.А. Родичев // Вестник Самарского госуниверситета. Естественнонаучная серия. – 2005. – №5(39). – С. 215–230.
- [2] Волкова, В.Н. Основы теории систем и системного анализа / В.Н. Волкова, А.А. Денисов. – СПб: Издательство СПбГПУ, 2003. – 520 с.
- [3] Месарович, М. Теория иерархических многоуровневых систем / М. Месарович, Д. Мако, И. Такахара. – М.: Мир, 1973. – 344 с.
- [4] Лыноградский, Л.А. Концепция системного проектирования / Л.А. Лыноградский. Самара: СамГТУ, 2005. – 180 с.

Поступила в редакцию 22/V/2006;
в окончательном варианте — 22/V/2006.

**UNIVERSITY INFORMATION STRATEGY BASED
ON EXPERIENCE OF AUTOMATED SYSTEMS
DEVELOPMENT OF ENTERPRIZES³**

© 2006 L.A. Lnogradski⁴

Models of multilevel hierarchical systems is adapted to conditions of enterprize and university structure development. A common model is worked out. The main rules of enterprize structure development are fixed. Typical university and enterprize co-operation problems are highlighted. The main structure development problems of university are indicated. The order and contents of strategy problems is discussed.

Paper received 22/V/2006.

Paper accepted 22/V/2006.

³Communicated by Ph. D. Y.A. Rodichev.

⁴Lnogradski Leonid Arkadievich (lnog@samgtu.ru), Center of Computational Science and Technology, Samara State Technical University, Samara, 443100, Russia.