

ИННОВАЦИОННЫЙ ПОДХОД В ПЛАНИРОВАНИИ УПРАВЛЕНИЯ УЧЕБНОЙ КАФЕДРОЙ ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

Андрианова Е.Г., Томашевский С.В.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет информационных технологий, радиотехники и электроники» (МИРЭА), Москва, Россия (119454, Россия, г. Москва, проспект Вернадского, 78), e-mail: dtghmflysqa@gmail.com

Введена программная модель расчета рискованных показателей учебной кафедры технического университета при принятии управленческих решений. Обоснована актуальность введения такой модели. Выделены группы рисков, дана их классификация и зависимость. Разработанная программная модель является абстрактным представлением деятельности кафедры в виде набора блоков, связанных между собой математическими и логическими закономерностями. Модель является динамической, то есть делает прогнозы о будущем состоянии кафедры на основании стохастического моделирования развития ситуации в будущем. Для технической реализации модели использовалась среда EMB Igloo Extreme 4.3.1. Предварительное тестирование показало сравнительно небольшое отклонение прогнозируемого уровня расходов от реально понесенного. Модель предсказывает развитие ситуации в будущем с учетом рискованных надбавок по изменению ситуации с заранее выбранным доверительным интервалом, что позволяет иметь представление о ситуации в будущем и более четко структурировать дальнейшую деятельность кафедры.

Ключевые слова: учебная кафедра технического университета, автоматизация управления, ресурсоиспользование, риски, программная динамическая модель, стохастическое моделирование, прогноз развития.

INNOVATIVE APPROACHES OF TECHNICAL UNIVERSITY MANAGEMENT PLANNING TRAINING DEPARTMENT

Andrianova E.G., Tomashevskiy S.V.

Federal State Educational Institution of Higher Education «Moscow State University of Information Technologies, Radio Engineering and Electronics»(MIREA), Moscow, Russia (119454 Russia, Moscow, Vernadskogo avenu, 78), e-mail: dtghmflysqa@gmail.com

Programming model was introduced to calculate the risk indicators of Technical University academic departments in the field of management decisions. The necessity of the introduction of such a model was highlighted. Groups of risks were allocated, their classification and dependence were given. The developed software model is an abstract representation of the activities of the department in the form of a set of blocks, linked by mathematical and logical laws. The model is dynamic, that is, makes predictions about the future state of the department on the basis of stochastic modeling of the situation in the future. For the technical implementation of the model used Wednesday EMB Igloo Extreme 4.3.1. Preliminary testing has shown a relatively small deviation from the projected level of costs actually incurred. The model predicts the development of the situation in the future, taking into account the risk premiums to change the situation with the pre-selected confidence interval, which allows to have an idea about the situation in the future and a clear structure of future operations of the department.

Keywords: academic departments technical university, automation control system, resource use, risks, software of a dynamic model, stochastic modeling, forecast of development.

Для организации полноценного учебного процесса российскими образовательными учреждениями решается широкий круг разноплановых задач: от подготовки методического и учебного контента до взаимодействия с работодателями и абитуриентами. Вследствие этого, анализ деятельности, например, технического университета в целом является достаточно трудоемкой и сложной задачей. Структурной и функциональной единицей университета является учебная кафедра, ее деятельность, с одной стороны, так же многогранна, как

деятельность университета в целом, с другой стороны, по количественным показателям вполне обозрима. На сегодняшний день сложилась практика постановки целей и задач перед учебными кафедрами без учета наличия реальных ресурсов для их реализации. Особенно затруднительно сделать выбор между очередностью выполнения поставленных перед кафедрой задач и их влиянием друг на друга и на конечные цели деятельности кафедры, а именно, на подготовку востребованных квалифицированных специалистов. Рассмотрение деятельности учебной кафедры как производственного процесса, для выполнения которого необходимы различного вида ресурсы и целесообразен предварительный учет возможных рисков, позволяет прийти к выводу, что для эффективного функционирования кафедра нуждается в современной и достаточно сложной автоматизированной системе управления. Задача прогнозирования распределения ресурсов кафедры является сложно-ситуационной задачей, так как необходимо учитывать дополнительные вероятные факторы.

Отметим, что большинство работ, посвященных автоматизации деятельности кафедры, посвящено в основном автоматизации ее документооборота, составлению расписания, автоматизации педагогических инноваций, организации презентационной деятельности кафедры, созданию архива работ обучаемых [2,3]. Из работ, посвященных оценке способностей кафедры к выполнению определенных проектов или мероприятий, можно указать [1], где описана автоматизированная система управления учебной кафедрой «Рабочий портал кафедры». Одной из составляющих портала является Ситуационный Центр, отвечающий за планирование и анализ научной и учебной работы кафедры технического университета в условиях динамично изменяемой обстановки. Безусловно, что построение подобных систем прогнозирования наиболее актуально в областях интенсивного развития науки и техники, там, где быстро меняются критерии востребованности специалистов на рынке труда и возникает необходимость в быстрой подготовке новых актуальных учебных курсов, например, в ИТ-индустрии. По этой причине в данной работе будет анализироваться именно учебная кафедра, готовящая специалистов в области ИТ-технологий.

Постановка задачи

Рассматривая подготовку специалистов определенного уровня компетентности как некоторый производственный процесс, считаем, что у кафедры есть некие начальные ресурсы, перед ней ставятся конкретные задачи, которые выполняются при помощи различного вида управления и при использовании изначально имевшихся объемов ресурсов. При нехватке ресурсов для выполнения задачи задача может быть переформулирована. Для надлежащей работы кафедры необходимо четкое представление о выделяемых ресурсах по каждой ожидаемой задаче. Причем многие задачи будут взаимосвязанными, следовательно, между затраченными ресурсами будет присутствовать корреляция. Также будем учитывать

отсутствие полного неизменного списка задач кафедры. Описываемая модель является абстрактным представлением деятельности кафедры в виде набора блоков, связанных между собой математическими и логическими закономерностями. Модель воспроизводит денежные потоки кафедры, воздействие различных факторов на результаты функционирования кафедры и позволяет количественно оценить будущие финансовые показатели. Модель является динамической, то есть она делает прогнозы о будущем состоянии кафедры не на основании статического среза финансовых и прочих показателей кафедры (финансовая отчетность), а на основании стохастического моделирования развития ситуации в будущем.

Для реализации стохастического моделирования использовался метод Монте-Карло. При таком подходе порождается большое количество индивидуальных «сценариев», причем «сценарий» – это воспроизведение показателей кафедры в будущем (до горизонта моделирования) с учетом заложенной в модель «логики» и зависимостей. А затем на основании набора сценариев исследуются вероятностные характеристики результатов кафедры и, соответственно, вычисляется необходимый рискованный капитал.

Основные задачи модели

Основные задачи модели:

- 1) Оценка достаточности капитала кафедры для достижения вероятности неразорения заданного уровня.
- 2) Анализ профиля риска кафедры и выявление подверженности функционирования кафедры различным рискам (как по типам риска, так и по направлениям задач кафедры).
- 3) Моделирование средств управления и смягчения риска: выделение грантов, реклама.
- 4) Анализ рискованных показателей по направлениям задач кафедры.

Важно оценить не только среднюю величину необходимых кафедре ресурсов, но и вероятные отклонения от этого значения при соответствующих параметрах доверительного интервала. Актуальной задачей является создание трех различных сценариев: краткосрочных, среднесрочных и долгосрочных. В описываемой версии горизонт прогнозирования составляет один год, что соответствует краткосрочным задачам. В дальнейшем предполагается расширить функциональные возможности создаваемой модели.

Описание модели

Для прогнозирования необходимых кафедре ресурсов необходимо точно представить всю систему работы кафедры, имеющиеся у нее ресурсы, ее взаимодействия с другими кафедрами, ее примерные задачи на ближайший год. При помощи математических и логических связей все входные параметры могут быть учтены в одной управляющей

функции. Для упрощения составления управляющей функции все входные параметры разбиваем на следующие блоки [4,5]: финансовый блок (F), нормативный блок (N), оборудование (O), персонал (P), обучаемые студенты (S). В каждом из этих блоков необходимо проведем более детализированный кластерный анализ для выявления всех существенных переменных этого блока и их зависимостей с другими блоками. Задача по оценке эффективности работы кафедры будет сводиться к рассмотрению функционала вида:

$$E = E(F(\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots), N(\beta_1, \beta_2, \dots), O(\gamma_1, \gamma_2, \dots), P(\delta_1, \delta_2, \dots), S(\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots)) \quad (1)$$

Основной трудностью при оценке такого функционала является динамичность всех данных и их неявная взаимосвязь между собой. Если не будет достоверных данных и обоснованно выведенных взаимосвязей между разными блоками, а также между входящими в их состав элементами, то даже при корректной оценке самих блоков по-отдельности мы не сможем получить корректный результат по всей кафедре в целом. Для установления соответствий между блоками можно прибегнуть к введению корреляционной матрицы, значения которой будут рассчитываться на основании имеющейся статистики и экспертных оценок. Очевидно, что при таком подходе никакие входящие данные не будут являться статичными, константными, а все будут выражаться конкретными функциями. Межблочная корреляция будет отражать эффект диверсификации между выбранными блоками, что позволит не учитывать дважды одни и те же показатели сразу в нескольких блоках, а также позволит ввести зависимости риска для смежных межблочных задач. При оценке максимальной эффективности кафедры возникает оптимизационная задача, целью которой является нахождение наилучшего (с точки зрения какого-то критерия, далеко не единственного) распределения ожидаемых ресурсов:

$$\left\{ \begin{array}{l} E_f = \max\{E(F(\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots), N(\beta_1, \beta_2, \dots), O(\gamma_1, \gamma_2, \dots), P(\delta_1, \delta_2, \dots), S(\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots))\} \\ \text{для } i \in \{1, 2, \dots\} \quad a_i \leq \alpha_i \leq A_i, \\ \quad \quad \quad \quad \quad \quad b_i \leq \beta_i \leq B_i, \\ \quad \quad \quad \quad \quad \quad c_i \leq \gamma_i \leq C_i, \\ \quad \quad \quad \quad \quad \quad d_i \leq \delta_i \leq D_i, \\ \quad \quad \quad \quad \quad \quad e_i \leq \varepsilon_i \leq E_i. \end{array} \right. \quad (2)$$

Решим эту задачу с помощью оптимальной модели методами математического программирования, то есть путем поиска максимума и минимума функций и функционалов при заданных ограничениях. В каждом блоке есть свои ограничения, за рамки которых выходить не разрешается (например, регламентация порядков нормативно-правовыми документами, ограниченные финансовые возможности кафедры, недостаточные знания студентов, ограниченное отведенное на обучение время и др.). Эти ограничения как раз и указаны в формулировке (2). При заданных ограничениях и будет решаться задача наилучшего распределения ресурсов для достижения максимальной эффективности по

выбранному критерию. Критерии могут быть совершенно различными: от минимизации расходов кафедры при сохранении необходимого уровня функциональности до максимизации функциональности при условии непревышения порогового уровня допустимых затрат. В модели для упрощения зависимостей между блоками и между кластерами проводится параметризация всех составляющих через финансовую переменную. То есть во всей модели предварительно проводится финансовая оценка всех элементов. При такой параметризации у нас появляется единственная существенная переменная, а все остальные выражаются через нее. Тогда (1) принимает вид:

$$E(x) = E \begin{pmatrix} F(\alpha_1(x), \alpha_2(x), \dots), \\ N(\beta_1(x), \beta_2(x), \dots), \\ O(\gamma_1(x), \gamma_2(x), \dots), \\ P(\delta_1(x), \delta_2(x), \dots), \\ S(\varepsilon_1(x), \varepsilon_2(x), \dots) \end{pmatrix} \quad (3)$$

Это позволяет упростить программирование модели, но несколько усложняет математическую реализацию и дальнейшее восприятие. При таком подходе приходится давать значительное число экспертных оценок и на выходе получать количественный результат. Дополнительно в модели введен условный вес разных блоков, характеризующий их значимость в деятельности кафедры и риск невыполнения или слишком высокой затратности. По вероятности возникновения задач в деятельности кафедры выделим блоки задач: постоянные задачи (обучение студентов); периодичные задачи (проведение олимпиад, помощь другим кафедрам в чужой для них сфере); разовые задачи (обновление оборудования). Учтем, что возможны переходы задач из одного блока в другой при изменении соответствующих итоговых целей. Каждый блок имеет свои входные параметры: архивно-исторические данные или экспертные оценки.

Проще всего оценить ожидаемые затраты по постоянным задачам, т.к. в этом виде деятельности уже накоплена некая статистика деятельности как по самой кафедре, так и по другим кафедрам, с которыми она взаимодействует. Но затраты на периодичные задачи, а тем более на разовые задачи, оценить значительно труднее, т.к. по ним статистика может оказаться достаточно скудной или вообще отсутствовать. По отдельным разовым задачам ресурсная нагрузка может оказаться значительно выше, чем по постоянным задачам. Так, например, для получения студентами современной профессиональной подготовки по компьютерному моделированию потребовалась установка в лаборатории кафедры современного программного обеспечения, которое эффективно функционировало только на компьютерах с большим размером оперативной памяти, что потребовало соответствующих затрат и на аппаратную часть. В итоге решение задачи оказалось очень затратным.

По этой причине для прогнозирования ресурсной базы принято решение моделировать затраты на постоянные задачи в совокупности (на основании имеющейся статистики за годы наблюдения функционирования кафедры); затраты на периодические задачи разбить на две составляющие, одну из которых отнести к разряду ежегодно выполняемых и моделировать затраты на них в совокупности, а другие считать менее вероятными и моделировать их индивидуально; все разовые задачи моделировать исключительно индивидуально. Безусловно, каждый блок задач кафедры подвержен некоторым рискам и отнюдь не является статичным от года к году.

Типы риска

Выделим типы рисков, по которым проведем анализ.

1) Постоянный риск включает будущие затраты и доходы по действующим постоянным и периодичным задачам и появившимся в течение рассматриваемого учебного года.

2) Чрезвычайный риск – затраты на выполнение вероятных разовых задач.

Также желательно учесть риск недооцененного резерва (отражает уже произошедшие на отчетную дату затраты и учитывает неопределенность в будущих затратах по уже реализованным задачам, т.е. отклонение реального капитала кафедры от прогнозного); риск банкротства спонсоров; операционный риск (учитывает возможные убытки, связанные с операционной деятельностью УКТУ: «человеческий фактор», неполадки с IT-процессами, ошибочные управленческие решения, мошенничество, убытки от штрафов и исков и другие) и риск активов (включает переоценку активов, изменение стоимости имущества, дефолты заемщиков и другие). По сути, описываемая в работе модель является абстрактным представлением кафедры в виде набора блоков, связанных между собой математическими и логическими закономерностями. Модель воспроизводит денежные потоки кафедры, воздействие различных факторов на результаты функционирования кафедры и позволяет количественно оценить будущие финансовые показатели.

Постоянный риск

Постоянный риск включает будущие затраты и доходы по действующим постоянным и периодичным задачам, а также задачам, появившимся в течение рассматриваемого учебного года [4]. Также необходимо учитывать влияние спонсорской поддержки на затраты и другие характеристики. Отметим, что в этот модуль не входят затраты на разовые задачи, поскольку они рассматриваются в модуле Чрезвычайного риска. Построение модели Постоянного риска было разделено на несколько этапов: анализ рисков каждой выделенной ветви задач по отдельности; моделирование текущей спонсорской поддержки (постоянные и временные договоры); агрегирование результатов различных линий задач в общий результат

кафедры с учетом зависимостей выделенных линий. Для расчета использовался подход, когда по каждой линии ожидаемых затрат отдельно моделировались индивидуальные крупные расходы и сумма мелких расходов. Данный подход использовался для всех блоков за исключением блока по содержанию штата сотрудников и блока «Прочие». Для блока по содержанию штата это связано с тем, что в этом разделе индивидуальные крупные расходы крайне маловероятны, т.к. по статистике затраты близки к средней зарплате сотрудника и зависят в большей степени от численности сотрудников кафедры, а не от их квалификации. Абсолютное большинство индивидуальных затрат по этому блоку не превышает 400 тыс. руб. в год, поэтому они не моделировались.

Чрезвычайный риск

В качестве достаточно существенных рисков были выделены следующие: техническое обновление аудиторий кафедры, крупные исследовательские проекты, объединение с аналогичной кафедрой другого университета, после взаимного слияния. Все входные параметры закладывались в качестве экспертных оценок, после согласования их с руководством кафедры. Это связано с отсутствием достаточной статистики для достоверной выборки, на основании которой можно было бы построить адекватное распределение. А так как каждый из выделенных пунктов может внести очень значительный вклад в статью расходов модели, то все входные параметры было необходимо тщательно выверить.

Техническая реализация модели

Для технической реализации модели использовалась среда EMB Igloo Extreme 4.3.1, временно предоставленная для ознакомления [5]. Аналогичные расчеты можно построить и в общедоступной среде Excel. Для сравнения были построены 2 подмодуля постоянного риска в обеих программах. Начальные данные были одинаковыми, а численность симуляций устанавливалась в размере 1 млн. Но т.к. Excel не является специализированной программой для таких расчетов, то вычисления в ней велись значительно дольше, хоть разницы между полученными результатами почти не наблюдалось. Моделирование проводилось для уже завершеного 2014–2015 учебного года, чтобы протестировать разрабатываемую модель. Общие результаты показали значительное сходство с предоставленной финансовой статистикой кафедры по данным бухгалтерии факультета. Но некоторые модули все-таки имели существенное различие. Тем не менее модель дополнительно отражает необходимые вероятностные отклонения от фактического математического ожидания, что очень помогает для восприятия общей картины способности деятельности кафедры. А также есть возможность проведения расчета задолго до фактического закрытия отчетности, что позволяет оценивать вероятное время на достижение целей и оценивать временную эффективность по выбираемым программам развития кафедры. После этого будет возможно

расширить горизонты прогнозирования модели для рассмотрения среднесрочных и долгосрочных задач кафедры.

Список литературы

1. Адрианова Е.Г., Головин С.А. Развитие инновационного потенциала образовательного учреждения путем создания единой стратегии совершенствования профессионального образования и методов проектирования образовательных ресурсов всех уровней обучения на примере подготовки специалистов в области информационных систем и технологий // Информатизация и связь. – 2013. – Ч. 6. – С. 70-76.
2. Акимов А.А. Информационно-аналитическая система для поддержки процессов управления кафедрой вуза: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Пенза, 2010. – 37 с.
3. Баканова М. В. Анализ бизнес-процессов кафедры вуза как основы разработки стратегии автоматизированного управления кафедрой // Известия ПГПУ. – 2010. – № 22. – С. 104–110.
4. Международная ассоциация актуариев. Стохастическое моделирование. Теория и действительность с актуарной точки зрения. – Оттава, Канада, 2010. ISBN 978-0-9813968-1-1.
5. Томашевский С.В. Инновационный подход в планировании управления // Международная научно-практическая конференция «EurasiaScience», НИЦ «Актуальность.РФ», 2015. – С. 158-165.

Рецензенты:

Мадера А.Г., д.т.н., профессор, зав. отделом математического моделирования сложных технических систем ФГУ НИИСИ РАН, г. Москва;

Ткаченко В.М., д.т.н., профессор, профессор кафедры МОСИТ, Московский государственный университет информационных технологий, радиотехники и электроники, г. Москва.