

ПРОГРАММНЫЕ ПРОДУКТЫ И СИСТЕМЫ

2

(94)

2011
ISSN 0236-235X



Ключевые слова:

темпоральная БД

экспертная оценка

компьютерное
моделирование

тренажерные системы

программное
обеспечение

сети Петри

Научно-исследовательский институт
«Центрпрограммсистем»

Программные продукты и системы

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЕ ИЗДАНИЕ

№ 2 (94), 2011

Главный редактор

С.В. ЕМЕЛЬЯНОВ, академик РАН

Тверь

$u_{\epsilon+\psi}$; Z – функции срабатывания перехода, $Z=r_1 \cup r_2 \cup \dots \cup r_n$, где $r_n = v\psi$. При наличии условий срабатывания макроперехода $N(m(x)=1$ и управляющие сигналы из внешней среды равны единице) в месте r_n выполняется срабатывание перехода по функции Z , которая переводит его из неопределенного состояния Σ в определенное 0 или 1 .

В нашем случае пакет по результатам проверки или передается дальше (если все значения r – истина, то есть функция срабатывания $Z=r_5 \cup r_6 \cup r_7 \cup r_8 \cup r_9 \cup r_{10} \cup r_{11} \cup r_{12} \cup r_{13} \cup r_{14}$), или уничтожается (если хотя бы одно из значений r – ложь). Тогда модель блока фильтрации реализуем так, как изображено на рисунке 6.

Модель, реализованная на основе модифицированных E -сетей, дает возможность анализа на наличие желательных или нежелательных частных критериев, таких как минимальные затраты времени на переходы и на обслуживание пакета.

Анализ времени можно проводить при определенных условиях:

– при разработке модели системы защиты, построенной при помощи модифицированных E -сетей, должно выполняться следующее: $\forall b_i \in D \{ \Phi(d_i) \cap H(d_i) = \emptyset \}$, где $\Phi(d_i)$ – прямая функция инцидентности; $H(d_i)$ – обратная функция инцидентности, то есть переход не может иметь позицию b_i одновременно в качестве входной и выходной.

– временная задержка метки в позиции постоянна и не зависит от текущего времени, то есть $\forall b_i \{ v(b_i, t_k) - t_k = z_i = \text{const} \}$, где $i = \overline{1, n}$; $n = |B|$; $k = \{0, 1, 2, \dots\}$.

Для решения задачи определения временных характеристик модели можно использовать минимизацию функции двух переменных $z=f(x, y)$, где x – затраты времени на переходы, y – на обслуживание пакета.

На x и y наложено ограничение, задаваемое уравнением $g(x, y)=0$.

Предложенная формализация распределенной системы защиты на базе E -сетей дает возможность упростить построение модели, предназначенной для проверки свойств распределенной системы защиты информации. Применение такой модели позволяет оценить работоспособность существующей или проектируемой системы защиты информации и избежать необоснованных затрат на безопасность вычислительных систем.

В качестве имитационного языка реализации может быть выбран один из наиболее распространенных языков моделирования (входящий в состав ПО ЭВМ серии ЕС) – язык *GPSS*.

Литература

1. Зима В.М., Молдовян А.А., Молдовян Н.А. Безопасность глобальных сетевых технологий. СПб: БХВ-Петербург, 2003. 368 с.
2. Зегжда Д.П., Ивашко А.М. Основы безопасности информационных систем. М.: Горячая линия–Телеком, 2000.
3. Городецкий В.И. Многоагентные системы: современное состояние исследований и перспективы // Новости искусственного интеллекта. 1996. № 1. С. 1–8.
4. Давыдова Е.Н., Суконщиков А.А. Формальная модель защиты от НСД на базе сетей Петри // Информатизация процессов формирования открытых систем на основе СУБД, САПР, АСНИ и искусственного интеллекта: матер. 2-й Международ. науч.-технич. конф. Вологда: ВоГТУ, 2003. С. 126–130.

УДК 681.03

МОДЕЛЬ ОПТИМАЛЬНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ПРОЕКТОВ СОЗДАНИЯ ИЗДЕЛИЙ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ

Т.П. Беляева; А.П. Затворницкий, к.т.н.

(Воронежская государственная лесотехническая академия, belyaeva_tp@mail.ru)

Разработана математическая модель, учитывающая специфику проектов, реализуемых предприятиями электронной промышленности. Модель предназначена для планирования работ по проекту с целью максимизации прибыли при условии, что библиотечные элементы, разработанные и протестированные в рамках одного проекта, окажутся полезными и для других проектов. В результате будут получены доход от этого изделия, а также экономия при разработке последующих.

Ключевые слова: модель, планирование, проект, предприятие электронной промышленности, библиотечный блок.

Учитывая особенности разработки изделий в электронной промышленности, построим модель планирования работ.

Пусть требуется реализовать некий проект, по которому необходимо выполнить n работ, распределяемых по m исполнителям. Исполнители – это

не только отделы (разработки, тестирования, разработки ПО), но и группы в рамках этих отделов, которые могут самостоятельно выполнять отдельные работы по проекту. Таким образом, будем считать, что каждая работа может быть выполнена одним из нескольких исполнителей.

Обозначим через w_j множество работ, которые может выполнить j -й исполнитель. Также введем матрицу $W = \{w_{ij}\}_{i \in 1, \dots, n, j \in 1, \dots, m}$, где $w_{ij} = 1$, если i -я работа может быть выполнена j -м исполнителем; $w_{ij} = 0$ в противном случае.

Ясно, что при этом должно выполняться условие $\forall j \in 1, \dots, n, \sum_{i=1}^n w_{ij} \geq 1$. Пусть α_j – начальная, а

ω_j – конечная работа для j -го исполнителя (где $j \in 1, \dots, m$; $\alpha_j, \omega_j \in 1, \dots, n$). Часто такие работы очевидны, в редких случаях их можно ввести во множество работ искусственно, присвоив нулевую длительность и нулевую потребность в ресурсах.

Необходимо учитывать и стоимость одного интервала времени работы исполнителя – σ_j (сюда следует отнести расходы на оплату труда сотрудников, рабочее место, амортизацию используемого оборудования и т.д.).

Исполнитель может приступить к работам по планируемому проекту только с определенного момента (например, завершив работы по предыдущему проекту). Учтем это, введя параметр $H_j^* \in 1, \dots, T$. Здесь H_j^* – время начала работ j -го исполнителя; T – количество интервалов времени, на которые можно назначать выполнение различных заданий (в зависимости от требуемой точности планирования можно использовать дневные, недельные, месячные интервалы). Значением T зададим время, отпущенное на выполнение проекта.

Следовательно, каждый исполнитель будет описываться кортежем $J = \langle w_j, \alpha_j, \omega_j, H_j^*, \sigma_j \rangle$, работы, производимые исполнителями, – временем t_i и стоимостью c_i . Получаемые зависимости легко обобщить для рассмотрения дополнительных ресурсов (таких как арендуемое оборудование или ПО, услуги сторонних организаций и т.д.). Каждую работу будем описывать кортежем $I = \langle t_i, c_i \rangle$.

На множестве работ задан нестрогий порядок: некоторые работы могут быть начаты лишь после завершения одной или нескольких предыдущих работ. Зададим его с помощью матрицы Q размером $n \times n$ элементов: $Q = \{q_{ik}\}_{i, k \in 1, \dots, n}$, где $q_{ik} = 1$, если перед началом k -й работы должна быть завершена i -я работа; $q_{ik} = 0$, если начало k -й работы не связано с результатами i -й.

Очевидно, для j -го исполнителя начальная работа α_j не должна зависеть от выполнения других работ этим исполнителем, а конечная работа ω_j , наоборот, может быть начата только после завершения всех работ этим исполнителем. Порядок, задаваемый матрицей Q , в данном случае должен быть транзитивным, а именно: если $q_{ik_1} = 1$ и $q_{k_1 k_2} = 1$, то $q_{i k_2} = 1$. Иными словами, в качестве условия начала k -й работы должны быть перечислены все работы, на результат которых она пола-

гается (а не только одна, непосредственно предшествующая), что обеспечит более гибкое планирование. Важно, что k -я и i -я работы, для которых $q_{ik} = 1$, могут выполняться совершенно разными исполнителями.

Составим модель планирования в виде задачи целочисленного программирования. Для этого введем бинарные переменные $x_{ik}^{(j)}$, равные 1, если j -й исполнитель сразу после i -й работы выполнит k -ю ($i, k \in 1, \dots, n, j \in 1, \dots, m$), или 0 во всех остальных случаях. Также введем целочисленные переменные H_i , обозначающие время начала i -й работы ($H_i \in 1, \dots, T, j \in 1, \dots, m$). Связь между этими переменными будет установлена в ограничениях модели. Вычислив по предлагаемой далее модели значения переменных $x_{ik}^{(j)}$ и H_i , получим все необходимые сведения о порядке выполнения работ исполнителями и о времени их начала и окончания.

Предположим, что в результате выполнения проекта будет получен доход S . Расходы же будем складывать из двух частей: суммарной стоимости каждой из работ $\sum_{i=1}^n c_i$ и повременных затрат на единицу времени каждого исполнителя $\sum_{j=1}^m \sigma_j (H_{\omega_j} + t_{\omega_j} - H_{\alpha_j})$, вычисляемых исходя из времени завершения последней работы по данному проекту (отметим, что финансирование исполнителей в периоды между проектами и минимизация таких периодов – отдельная проблема, требующая особого рассмотрения).

Итак, следует максимизировать разницу между доходами и расходами:

$$S - \left(\sum_{i=1}^n c_i + \sum_{j=1}^m \sigma_j (H_{\omega_j} + t_{\omega_j} - H_{\alpha_j}) \right) \rightarrow \max \quad (1)$$

с ограничениями

$$\sum_{i=1}^n c_i + \sum_{j=1}^m \sigma_j (H_{\omega_j} + t_{\omega_j} - H_{\alpha_j}) < S, \quad (2)$$

$$\sum_{k=1}^n x_{ik}^{(j)} = 1 \text{ для всех } j \in 1, \dots, m, i \in W_j \setminus \{\omega_j\}, \quad (3)$$

$$\sum_{k=1}^n x_{\alpha_j k}^{(j)} = 0 \text{ для всех } j \in 1, \dots, m, i = \alpha_j, \quad (4)$$

$$\sum_{k=1}^n x_{\omega_j k}^{(j)} = 0 \text{ для всех } j \in 1, \dots, m, k \in 1, \dots, n, \quad (5)$$

$$\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n x_{ik}^{(j)} = 1 \text{ для всех } k \in 1, \dots, n \wedge k \notin \{\alpha_j\}_{j=1, \dots, m}, \quad (6)$$

$$H_{\alpha_j} \geq H_j^* \text{ для всех } j \in 1, \dots, m, \quad (7)$$

$$H_{\omega_j} + t_{\omega_j} \leq T \text{ для всех } j \in 1, \dots, m, \quad (8)$$

$$x_{ik}^{(j)} (H_k) \geq x_{ik}^{(j)} (H_i + t_i) \quad (9)$$

для всех $j \in 1, \dots, m; i, k \in 1, \dots, n$,

$$N_k \geq N_i + t_i \text{ для всех } i, k \in 1, \dots, n, \quad (10)$$

таких, что $q_{ik} = 1$,

$$x_{ik}^j \in \{0, 1\} \quad (11)$$

$$N_i \in 1, \dots, T. \quad (12)$$

Ограничение (2) гарантирует, что затраты на получаемый план будут меньше дохода. Ограничения (3)–(6) обеспечивают связность потока работ для каждого исполнителя. Ограничения (3) требуют, чтобы после каждой работы, кроме последней, у исполнителя имелась только одна работа. Ограничения (4) и (5) обеспечивают отсутствие работ после последней и перед первой работами; (6) устанавливает, что каждая работа должна иметь исполнителя (кроме начальных работ, так как этот случай уже покрыт ограничением (4)).

Ограничение (7) устанавливает, что первая работа j -го исполнителя начинается не раньше, чем он освободится; (8) требует завершения работы не позже установленного срока.

По ограничению (9) следующая работа должна начаться не ранее, чем закончится предыдущая. Это неравенство представляет собой реализацию отношения *следовательно*: если $x_{ik}^{(j)} = 1$, оно превращается в $N_k \geq N_i + t_i$, а при $x_{ik}^{(j)} = 0$ выполняется автоматически.

Ограничение (10) гарантирует выполнение любой работы только после завершения всех работ, от результатов которых она зависит.

По сути эта модель направлена на нахождение распределения работ по исполнителям, укладывающегося в заданное время и минимизирующего при этом общую стоимость работы путем уменьшения времени, затраченного исполнителями.

Однако на практике часто проявляется специфика, препятствующая использованию модели (1)–(12). Особенность современных проектов, реализуемых предприятиями электронной промышленности, в том, что заказчику часто требуются целые серии изделий со схожим ядром, но разных по составу дополнительных блоков, по интерфейсам, устойчивости к воздействиям и т.д. При этом естественно, что предприятие-разработчик одного из изделий серии имеет уже большой задел, а потому изготовит следующее устройство значительно быстрее и качественнее.

Разработанные и протестированные блоки, для которых подразумевается повторное использование, составляют библиотеку. В дальнейшем такие блоки применяются на функционально-логическом уровне проектирования без необходимости переходить на схемотехнический уровень. Это дает экономию времени при разработке и тестировании. Следовательно, результатом проекта являются и изделия, и готовые для повторного использования библиотечные блоки. В финансовом плане результатом будут и доход от изделия, и экономия при разработке последующих изделий,

хотя других заказов на изделия, в которых может пригодиться тот или иной библиотечный блок, может и не быть.

Пусть после разработки изделия будет также подготовлено N_b блоков. Создание b -го блока ($b \in 1, \dots, N_b$) имеет стоимость r_b (при затруднениях в определении стоимости можно использовать трудоемкость в человеко-часах на создание этого модуля как отдельного проекта).

Предположим, что в будущем планируется работа по ряду дополнительных проектов, которые могут использовать наработанные в данном проекте библиотечные блоки. Просматривается N_v проектов. Доход от реализации v -го проекта ($v \in 1, \dots, N_v$) примерно оценивается величиной S_v , себестоимость – R_v , а вероятность получения заказа на его реализацию – числом p_v ($p_v \in [0, 1]$), оценку может проводить ЛПР самостоятельно или на основе экспертной оценки).

Использование в будущем v -м проектом библиотечных элементов, разработанных в рамках реализуемого в данный момент проекта, обозначим вектором \bar{u}_v , $\bar{u}_v = (u_{v0}, u_{v1}, \dots, u_{vN_b})$, где $u_{vb} = 1$, если v -й проект использует b -й библиотечный элемент, $u_{vb} = 0$ в противном случае ($b \in 1, \dots, N_b$).

Итак, возможный проект описывается кортежем $V = \langle S_v, R_v, p_v, \bar{u}_v \rangle$.

Будем считать получение заказа на v -й проект не зависящим от получения заказа на любой из остальных $N_v - 1$ проектов.

Оценим прибыль от реализации проекта. Создание b -го библиотечного блока, используемого в v -м проекте, позволит уменьшить его себестоимость на величину r_b/R_v . Сокращение себестоимости можно оценивать как пропорциональный вклад в прибыль предприятия размером $(S_v - R_v)/R_v \times r_b$. Общую полезность всех библиотечных блоков для v -го проекта можно вычислить формулой

$$\frac{S_v - R_v}{R_v} \sum_{b=1}^{N_b} u_{vb} r_b \text{ или в векторной форме:}$$

$$\frac{S_v - R_v}{R_v} (\bar{u}_v, \bar{r}), \text{ где } \bar{r} = (r_1, r_2, \dots, r_{N_b}); (\bar{u}_v, \bar{r}) -$$

скалярное произведение векторов. Возможна также оценка полезности, идущая не от вклада в доход, а от уменьшения расходов, в этом случае коэффициент $(S_v - R_v)/R_v$ следует убрать.

Кроме того, необходимо учесть неопределенность получения заказов. Используем для этого математическое ожидание получаемой суммы. По условию, с вероятностью p_v будет получен доход S_v или с вероятностью $1 - p_v$ доход 0, следовательно, математическое ожидание получаемой суммы можно рассчитать по формуле $p_v \times \frac{S_v - R_v}{R_v} (\bar{u}_v, \bar{r})$.

Учитывая принятую выше независимость проек-

тов, перепишем целевую функцию (1) в виде

$$S - \left(\sum_{i=1}^n c_i + \sum_{j=1}^m \sigma \left(H_{\omega_j} + t_{\omega_j} - H_{\alpha_j} \right) \right) + \\ + \sum_{v=1}^{N_v} \left(p_v \cdot \frac{S_v - R_v}{R_v} \sum_{b=1}^{N_b} u_{vb} r_b \right) \rightarrow \max$$

с ограничениями (3)–(12). Ограничение (2) следует заменить на ограничение неотрицательности максимизируемой величины. Воспользовавшись независимостью от результатов планирования работ некоторых слагаемых целевой функции, перенесем их в ограничения, упростив целевую функцию. Получим $\sum_{j=1}^m \sigma \left(H_{\omega_j} + t_{\omega_j} - H_{\alpha_j} \right) \rightarrow \min$ с ограничениями (3)–(12), а также с ограничением

$$S + \sum_{v=1}^{N_v} \left(p_v \cdot \frac{S_v - R_v}{R_v} \sum_{b=1}^{N_b} u_{vb} r_b \right) > \\ > \sum_{i=1}^n c_i + \sum_{j=1}^m \sigma \left(H_{\omega_j} + t_{\omega_j} - H_{\alpha_j} \right).$$

Итак, получена задача целочисленного программирования с линейной целевой функцией и нелинейными ограничениями (нелинейным является только ограничение (9)). Обзор методов решения таких задач можно найти в [1, 2]. Разрабатываются современные алгоритмы, использующие возможности многопроцессорных систем [3], в том числе высокоскоростные векторные вычислители, устанавливаемые на видеокартах.

Полученная модель предназначена для планирования работ по проекту с целью максимизации прибыли при условии, что ряд созданных в рамках проекта библиотечных элементов окажется полезным также и для других проектов, которые могут быть получены с некоей вероятностью в будущем.

Модель позволяет вычислить ожидаемую длительность работ по проекту каждым исполнителем, порядок выполнения работ, ожидаемую прибыльность проекта. Для увеличения точности модели следует добавить дисконтирование финансовых потоков (приведение их к общей точке во времени), учет налоговых поступлений, учет взаимной зависимости получения будущих проектов с помощью таблиц условной вероятности, средства повышения устойчивости получаемых решений к непрогнозируемым отклонениям. Кроме того, модель сильно зависит от точности оценки вероятности получения проектов, которую можно повысить с помощью различных методов экспертно-го оценивания.

Предложенную модель можно развить и для автоматизированного выбора одного из нескольких вариантов реализации проекта. Это даст возможность использовать ее для случаев, когда есть выбор: разработать в рамках проекта более универсальные библиотечные элементы (ценой увеличения стоимости и времени реализации проекта) с надеждой на то, что затраты компенсируются в последующих проектах, либо сэкономить сейчас (увеличив стоимость и сложность возможных будущих проектов). Однако рассмотрение нескольких вариантовкратно увеличит размерность задачи, что поставит под вопрос возможность ее решения в приемлемые сроки.

Литература

1. Laurence A. Wolsey and George L. Nemhauser. Integer and Combinatorial Optimization. Wiley-Interscience, 1 edition, November, 1999.
2. Схрейвер А. Теория линейного и целочисленного программирования: В 2-х т.; [пер. с англ.]. М.: Мир, 1991. 360 с.
3. Hirayama K., Yokoo M. The distributed breakout algorithms // Artificial Intelligence, 2005, Vol. 161, pp. 89–115.

УДК 681.5

ЧИСЛЕННАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ НАСТРОЕК РЕГУЛЯТОРОВ С УЧЕТОМ КОЛЕБАТЕЛЬНОСТИ

А.В. Затонский, д.т.н.

(Березниковский филиал Пермского государственного технического университета, zxepov@narod.ru)

Разработан новый метод подбора оптимальных настроек регуляторов, который позволяет учитывать особенности технологических процессов и дает более качественные переходные процессы, чем другие существующие методы.

Ключевые слова: регулирование, настройка, оптимизация, численные методы.

Существует много методик расчетов оптимальных настроек регуляторов систем автоматического регулирования (САР), разработанных на основе теоретических аналитических исследова-

ний систем регулирования и базирующихся на определенных представлениях их авторов о критериях оптимальности: степени затухания, интегральной ошибке и т.п. Так, в [1] предлагаются

СОДЕРЖАНИЕ

Еремеев А.П., Еремеев А.А., Пантелеев А.А. Возможности реализации темпоральной базы данных для интеллектуальных систем	3
Резина Н.М., Шакиров Р.Н. Разработка сайтов для институтов Российской Академии наук на основе системы управления контентом NetCat.....	7
Хубаев Г.Н. Получение групповой экспертной оценки значений показателей: пошаговая процедура и программное обеспечение	13
Жевнерчук Д.В., Аристов А.В. Web 2.0 среда моделирования динамических систем	16
Раговский А.П. Метод дедуктивного вывода на семантических сетях концептуальных объектов.....	19
Суконщиков А.А., Крюкова Д.Ю. Нейроподобные сети Петри при моделировании социальных процессов.....	25
Беляевский Г.И., Пучков Е.В., Чернов А.В. Автоматизированная система проектирования искусственной нейронной сети	30
Большакова И.С., Шаронов Д.А. Обучение нейронной сети с запаздыванием	35
Тарнавский Г.А. Облачные технологии в компьютерном моделировании научных и инженерных задач	38
Сергеев А.И., Корнипаева А.А., Гончаров А.Н. Программа параметрического синтеза гибких производственных систем	43
Сулейманова А.М., Яковлев Н.Н. Семантическая аннотация и многоаспектная модель данных в управлении требованиями	45
Антонов В.В., Куликов Г.Г. Формальная модель предметной области на основе нечетких отношений.....	48
Бабенчук С.П. Анализ программного обеспечения управления проектами.....	51
Юрин А.Ю., Малтугуева Г.С., Павлов А.И. Система поддержки принятия решений в задачах группового выбора.....	54
Давыдова Е.Н. Математическое моделирование распределенных систем защиты информации	57
Беляева Т.П., Заторницкий А.П. Модель оптимального планирования проектов создания изделий микроэлектроники.....	61
Затонский А.В. Численная оптимизация настроек регуляторов с учетом колебательности	64
Елисеев И.Н. Теоретические основы алгоритма расчета латентных переменных программным комплексом RILP-1M	67
Шитько М.Ю. Система оценочных показателей и критериев деятельности государственных служащих	72
Зимин М.И. Программа для определения причины схода снежной лавины	74
Икума Иссомбо Ян Численное решение задачи потребительского выбора с нелинейными бюджетными ограничениями	76

Рзаев Р.Р., Роузбех Рахманян Об одном подходе к решению задачи оптимального распределения парниковых культур	80
Чохонелидзе А.Н., Ндайсаса Л., Богданов Д.В. Использование методов решения задач оптимизации для соблюдения закона сохранения ресурсов	84
Семёнкин Е.С., Токмин К.А. Козволюционный подход к проектированию аналоговых микросхем	87
Федорук П.И., Пикуляк М.В. Использование сценарных примеров знаний при построении индивидуальной учебной траектории	89
Гончаренко С.Н., Сачивка В.Д. Системный анализ факторов, определяющих способ прокладки городских инженерных коммуникаций	94
Чохонелидзе А.Н., Богданов Д.В. Подход к реализации автоматизированного поиска онтологической информации в источнике	98
Хрястолов Ю.М. Техническое обслуживание комплексных тренажерных систем, построенных на двухранговых локальных вычислительных сетях	100
Бердышев Р.В., Аверкин В.Н., Кордюков Р.Ю., Куликов А.В. Математическое моделирование радиопрозрачных укрытий как многослойных диэлектрических сред.....	104
Ермаков А.Е. Методика комплексной сравнительной оценки психофизиологического состояния обследуемых.....	108
Елисеев И.Н., Елисеев И.И., Фисунов А.В. RILP-Multi для расчета предельных оценок параметров индикаторов бутстреп-методом	114
Балихин Д.М. Эффективная программная реализация вейвлет-преобразования.....	117
Антипин А.Ф. Система автоматизированной разработки учебно-методических комплексов на основе многомерных логических регуляторов	119
Калюжный И.М. Вычислительная система для исследования автоволновых процессов	122
Кузнецов А.В., Дорохов А.В. Автоматизация контроля качества и система анализа характеристик лавинных фотодиодов	125
Панюшкин Н.Н. Использование MathCAD для моделирования первичного выхода заряда в SiO ₂	129
Пияевский С.А., Камальдинова З.Ф. Информационно-коммуникационная технология комплексного управления деятельностью студентов	133
Вдовин К.Н., Егорова Л.Г., Давыдов А.В., Кухта Ю.Б. Программное обеспечение для диагностики дефектов в прокатных валках	138
Ильина Л.Ю. Система планирования ресурсного обеспечения диверсифицированного промышленного предприятия	142
Маковская Ю.В., Голомидов Е.С., Гордиенко М.Г., Меньшутина Н.В. Программный комплекс для расчета процесса нанесения покрытия в псевдооживленном слое	144
Муйземнек О.Ю., Коновалов А.В., Гагарин П.Ю. Мультиагентный графический редактор САПРковки	148
SUMMARY	152