

УДК 621.431.74

А.В. Шамов, Б.В. Смажило, Р.В. Котенко, А.В. Кобзарук

**ПРОЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННОЕ  
УПРАВЛЕНИЕ ВИРТУАЛЬНЫМИ ПРЕДПРИЯТИЯМИ**

*Предложены методы управления виртуальными проектно-ориентированными предприятиями. Это позволяет визуально рассматривать движение в сформированном пространстве проектно-ориентированного виртуального предприятия при реализации его портфеля проектов.*

**Ключевые слова:** проектно-ориентированное виртуальное предприятие, стратегическая цель, пространство, свертка показателей, движение.

*Запропоновані методи управління віртуальними проектно-орієнтованими підприємствами. Це дозволяє візуально розглядати рух в сформованому просторі проектно-орієнтованого віртуального підприємства при реалізації його портфеля проектів.*

**Ключові слова:** проектно-орієнтоване віртуальне підприємство, стратегічна мета, простір, згортка показників, рух.

*The methods of management of virtual project oriented enterprise was presented. It allows visually consider the formed space of project oriented virtual enterprise in realization of its project portfolio.*

**Keywords:** project-oriented virtual enterprise, strategic aim, space, convolution indicators, movement.

**Введение.** С каждым годом наблюдаются тенденции повышения конкуренции на рынке, изменяется конъюнктура, возникают новые требования и запросы потребителей, а также растет значение степени применения новых информационных и коммуникационных технологий.

Изменения, которые преобразуют наш мир, вынуждают предприятия быстро реагировать и адаптироваться к новым условиям и влекут развитие новых форм организации и управления предприятием. Например, в источниках литературы, начиная с 90-х годов прошлого века можно встретить такие термины, как «безграничные предприятия», «расширенные предприятия», «сетевые предприятия» и наиболее чаще употребляемый термин «виртуальное предприятие». Это одна из перспективных и востребованных форм организации предприятия в настоящее время. В целом, под виртуальным предприятием можно понимать динамическую открытую бизнес-систему, основанную на формировании юридически независимыми предприятиями единого информационного пространства с

---

© Шамов А.В., Смажило Б.В., Котенко Р.В., Кобзарук А.В., 2017

целью совместного использования своих технологических ресурсов для реализации всех этапов работ по выполнению проекта (заказа клиента) от источников первичного сырья до сдачи продукции конечному потребителю [1]. Таким образом, многие виртуальные организационные формы имеют временный характер функционирования. Однако, понятие «временный» не говорит о том, что виртуальное предприятие расформируется после завершения проекта. Оно может работать и на постоянной основе и осуществлять выполнение различных рыночных заказов в виде портфеля проектов

Примеры из бизнеса доказывают, что одной из эффективных форм управления предприятиями считается проектно-ориентированное управление. Как известно проект может рассматриваться в виде временной организации. Таким образом, виртуальные предприятия по своей природе и особенностям работы имеют много общего с проектами и к ним в полной мере можно применять методы управления проектами и управления портфелями проектов.

Дальнейшее развитие виртуальных предприятий требует развития соответствующих методов управления, учитывающих их особенности.

**Анализ литературных данных и постановка проблемы.** Теория стратегического управления рассматривает развитие любой организации как процесс целенаправленного движения в направлении сформулированных стратегических целей [2]. При этом проекты, реализуемые организацией, зачастую рассматриваются в качестве движущих сил (драйверов) [3]. На основании данных гипотез, авторами работы [4] предлагается изучать закономерности движения организации в пространстве, сформированном стратегическими целями организации, методами полевой физики [5].

**Целью исследования** является описание в общем виде оригинального подхода управления виртуальным предприятием при реализации его портфеля проектов (заказов).

**Основной материал исследования.** Говоря о виртуальных предприятиях, следует сказать, что само понятие «виртуальное предприятие» имеет метафорический характер, так как на самом деле мы можем наблюдать их базовые физические структуры и элементы в нашем мире. Поэтому, можно говорить больше об интенсивном взаимодействии и коммуникациях между реально существующими специалистами и различными подразделениями разных предприятий в виртуальном (сетевом) пространстве, которое в настоящее время реализуется с помощью и на основе новейших информационных и коммуникационных технологий и платформ. Такое взаимодействие позволяет повысить уровень коопераций и коммуникаций между предприятиями, что в конечном итоге повышает их конкурентоспособность, спрос на их продукцию и позволяет получить большую прибыль [6]. Следует сказать, что раньше потребителя ориентировали под производство и под продукцию, которую оно производит, то в настоящий момент ситуация поменялась и теперь уже предприятия под-

страиваются под запросы потребителя. Виртуальным предприятиям как раз присуща ориентация на заказчика, высокая скорость выполнения заказа и полнота удовлетворения требований клиента. С включением заказчиков и исполнителей в единую открытую организационную структуру границы между взаимодействующими предприятиями становятся довольно нечеткими, прозрачными и подвижными [7], как показано на рис. 1 в работе [8]. При этом наблюдается возрастание уровня партнерских отношений между поставщиками и клиентами, так как преуспевание одних есть необходимое условие преуспевания других. На сегодняшний момент поставщики все активнее участвуют в начальной разработке новых продуктов, услуг и даже стратегий предприятия, что является взаимовыгодным. В данном случае, производственная функция может смещаться на более ранние стадии и выполняться одним из поставщиков. Как пример можно привести производителей интегральных схем, которые сейчас выполняют ряд функций, ранее присущих разработчикам компьютеров [6; 7].

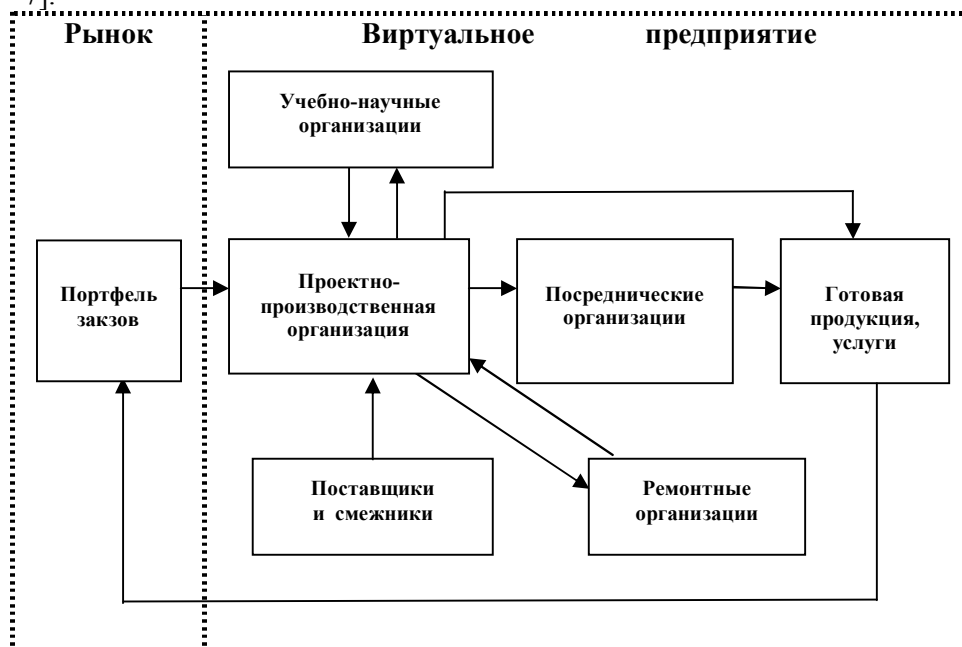


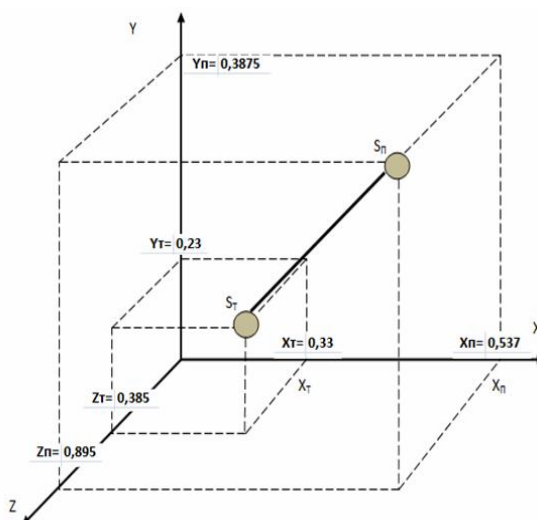
Рис 1. Схема функционирования виртуального предприятия [8]

Эффективное управление виртуальными производствами, которое учитывало бы их особенности, является одной из современных проблем. В отличие от традиционных предприятий с их иерархической структурой, виртуальные предприятия имеют в большинстве случаев горизонтальные связи и структуру. При управлении виртуальным предприятием возникают вопросы как можно показать и определить состояние виртуального

предприятия и как можно им управлять. Насколько изменилось это его состояние после реализации проекта или портфеля проектов (заказов).

Довольно часто, при описании движения любого объекта используется пространство. В полевой физике под пространством понимают абсолютно абстрактное логическое понятие, придуманное человеком, которое как своеобразная «тетрадь» используется людьми для отражения соотношения, расположения и движения объектов. При этом пространство как таковое никак не может влиять на физические процессы, как и не может быть подвержено влиянию. Выбор того или иного эталона длины, типа геометрии или сетки координат определяется исключительно вопросами удобства [5].

Итак, для того чтобы описать движение (изменение состояния) виртуального предприятия, необходимо на первом этапе определить его целевое пространство [9]. В нашем случае пространство формируется множеством целевых показателей, принятых согласно стратегии виртуального предприятия. Любая деятельность носит целенаправленный характер. Видов деятельности у организации, как правило, несколько, поэтому и целей может быть несколько. Отмеченное свидетельствует о том, что цели организации могут лежать в нескольких пересекающихся плоскостях, причем точка пересечения указанных плоскостей в общем виде будет отражать место нахождения совокупной (интегральной) цели организации. Оперировать с таким многомерным пространством очень сложно. Поэтому для сокращения размерности задачи следует использовать какие-либо известные методы свертки целевых параметров и приведение многомерного к трехмерному пространству, привычному для нас из естественных наук. Некоторые учёные, например, И. Грекова, Г.В. Мильнер и другие считают некорректным использование таких показателей и аргументируют это тем, что само качественное различие целевых параметров не дает достаточной степени объективности при приведении их к единому количественному показателю. При создании такого показателя, охватывающего большую совокупность конкретных объектов измерения, неизбежно возникает субъективный подход. В тоже время отказ от свертки приводит к тому, что пространство станет настолько многомерным, что реализовать разработанную модель при решении практических задач окажется невозможным. При решении нашей задачи предлагается использовать метод линейного масштабирования, основанный на определении референтных точек: максимальных ( $P_{max}$ ) и минимальных ( $P_{min}$ ) значений показателей. Обработка результатов экспертных оценок проводилась по методике, изложенной в работе [10], где разработанный метод масштабирования и свертки целевых показателей, на основании оригинальной обработки результатов экспертных оценок, позволяет построить пространство виртуального предприятия в виде единичного куба. То есть мы можем визуально наблюдать  $S_1$  фактическое и  $S_2$  желаемое состояние виртуального предприятия в единичном кубе пространства, как показано на рис. 2.



*Рис. 2. Состояние и движение виртуального предприятия в единичном кубе пространства*

Методика определения целей и формирования пространства подробно изложена в работах [9,10]. Так, например, мы можем определить минимальные и максимальные значения по оси X

$$x_{min} = \sum_{i=1}^{i=4} [(P_x^i)_{min} \alpha_i] \quad (1)$$

$$x_{max} = \sum_{i=1}^{i=4} [(P_x^i)_{max} \alpha_i] \quad (2)$$

где  $\alpha_i$  – коэффициент весомости.

По тому же самому алгоритму определяются значения  $Y_{min}$ ,  $Y_{max}$ ;  $Z_{min}$ ,  $Z_{max}$ .

С целью определения в пространстве текущего положения виртуального предприятия можно использовать методы линейного масштабирования

$$X^T = \frac{X^T - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} \quad (3)$$

$$X_T = 1 - \frac{X^T - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} \quad (4)$$

где 
$$X^T = \sum_{i=1}^{i=4} [P_i^T \alpha_i] \quad (5)$$

При этом формула (3) используется в случае, если рост  $i$ -го показателя улучшает состояние организации, а формула (4) – в противном случае. Аналогично определяются текущие координаты по осям  $Y$  и  $Z$  (см. рис. 1). В результате получаем пространство единичный куб. Путь, пройденный виртуальным предприятием из точки 1 с координатами  $(x_1, y_1, z_1)$  в точку 2 с координатами  $(x_2, y_2, z_2)$ , определяется выражением

$$L = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 + (z_2 - z_1)^2} \quad (6)$$

Таким образом, для построения целевого трехмерного пространства виртуального предприятия, необходимо определить стратегию и SMART – цели. Представляет интерес принцип разделения целей на три взаимосвязанных вида организационных целей, предложенный А.И. Пригожиным, это цели-задания, цели-ориентации и цели-системы. Опрос экспертов, в состав которых вошли ведущие специалисты виртуального предприятия, позволяет сформулировать стратегические цели виртуального предприятия на год. Например, были получены следующие значения стратегических целей, представленных в таблице 1 и которые используются для построения трехмерного пространства, которое показано на рис. 3.

Таблица 1

Стратегические цели виртуального предприятия

Но-мер	Наименование целевого показателя	Обо-значения	Ед. изм.	Мин. знач.	Макс. знач.	Ко-эф. вес	Текущ. знач.	Желае-мое				
1	Цели-задания	$X$		0	1							
1.1	Суммарный доход за год увеличить на 50 %	$Rx_1$	грн.	0	500000000	0,5	200000000	300000000	0,4	0,2	0,6	0,3
1.2	Увеличить коэффициент загрузки доков в два раза	$Rx_2$		0	1	0,2	0,3	0,6	0,3	0,06	0,6	0,12
1.3	Снизить коэффициент износа причальных и доковых сооружений	$Rx_3$		1	0	0,2	0,8	0,64	0,2	0,04	0,36	0,072
1.4	Увеличить объем производства по программам машин	$Rx_4$	грн.	0	100000000	0,1	30000000	45000000	0,3	0,03	0,45	0,045

$$X_T = 0,33$$

$$X_H = 0,537$$

Продолжение табл. 1

Номер	Наименование целевого показателя	Обозначения	Ед. изм.	Мин. знач.	Макс. знач.	Коеф. вес	Текущ. знач.	Желаемое				
2	Цели-ориентации	Y		0								
2.1	Увеличить среднюю з/п сотрудников на 25 %	$P_{y1}$	грн.	0	10000	0,5	3000	3750	0,3	0,15	0,375	0,1875
2.2	Увеличить количество сотрудников завода на 10%	$P_{y2}$	л	500	2000	0,3	900	1000	0,266667	0,08	0,333333	0,1
2.3	Повысить квалификацию половины сотрудников завода	$P_{y3}$	чел.	0	1000	0,2	0	500		0	0,5	0,1

$$Y_T = 0,23$$

$$Y_{II} = 0,3875$$

Номер	Наименование целевого показателя	Обозначения	Ед. изм.	Мин. знач.	Макс. знач.	Коеф. вес	Текущ. знач.	Желаемое				
3	Цели-системы	Z		0	1							
3.1	Сократить в 3 раза количество НС	$P_{z1}$		20	0	0,7	9	3	0,55	0,385	0,85	0,595
3.2	Реконструировать систему отопления помещений завода	$P_{z2}$		0	1	0,3	0	1	0	0	1	0,3

$$Z_T = 0,385$$

$$Z_{II} = 0,895$$

Кроме самой деятельности виртуального предприятия и реализации его проектов, на достижение целей оказывает внешняя среда. С целью определения характеристики среды прогнозируем изменения состояния организации при условии невыполнения ни одного проекта в течение года. Результаты моделирования движения организации удобно представить в табличной форме (см. табл. 2), где в качестве шага счета принимаем 1 месяц.

Таблица 2

Определение изменения положения организации без учета деятельности

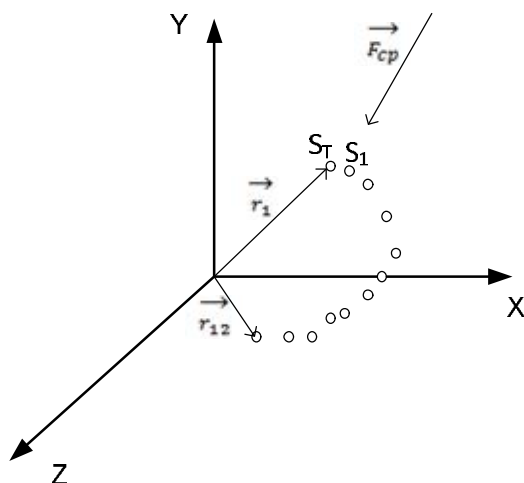
t	0	1	2	3	...	11	12
X	$X_t^0$	$X_t^0$	$X_t^0$	$X_t^0$		$X_t^{11}$	$X_t^{12}$
Y	$Y_t^0$	$Y_t^0$	$Y_t^0$	$Y_t^0$		$Y_t^{11}$	$Y_t^{12}$
Z	$Z_t^0$	$Z_t^0$	$Z_t^0$	$Z_t^0$		$Z_t^{11}$	$Z_t^{12}$

На основании этих данных с помощью пакета EXCEL определяются аппроксимирующие зависимости

$$S_X = f(t)$$

$$S_Y = f(t)$$

$$S_Z = f(t)$$



*Рис. 3. Свободное движение организации*

То есть можно говорить о том, что движение виртуального предприятия к своим целям происходит при воздействии среды, которая может, как благоприятствовать движению в заданном направлении, так и препятствовать ему. Аналогом данной категории в полевой физике выступает категория «полевая среда», принципиально отличная от классической физической категории «поле». Аппроксимация кривой изменения  $s = f(t)$  полиномом второго порядка, и ее двойное дифференцирование по  $t$  позволяет определить величину «ускорение свободного падения» виртуального предприятия, как основную характеристику среды.

Далее, можно составить энергетические балансы планируемых заказов-проектов виртуального предприятия (ВП) по аналогии с методикой, изложенной в работе [11]. Рекомендуется расчет баланса выполняться в следующей последовательности:

1. Для всех ресурсов ВП заполняем колонки 2 и 3 таблицы 3.
2. Находим внутреннюю энергию ВП как сумму относительных стоимостей ее ресурсов

$$E'_{орг} = \sum_{i=1}^I N_i \cdot m_i \quad (7)$$



3. Для каждого из проектов, включенных в потенциальный портфель, составляем его энергетический баланс. При этом в таблицу 3 заносятся только те ресурсы, которые задействованы в проекте, либо дополнительно появятся в ВП после его завершения.

Таблица 3

*Энергетический баланс проектно-ориентированной организации*

Наименование показателей	До реализации портфеля			После реализации портфеля		
	2	3	4	5	6	
Ресурс 1	$N'_1$	$m'_1$	$E'_1$	$N''_1$	$m''_1$	$E''_1$
Ресурс 2	$N'_2$	$m'_2$	$E'_2$	$N''_2$	$m''_2$	$E''_2$
.....						
Ресурс I	$N'_I$	$m'_I$	$E'_I$	$N''_I$	$m''_I$	$E''_I$
Внутренняя энергия	$E'_{орг}$			$E''_{орг}$		
Сумма работ проектов портфеля				$\sum A_{np}$		
Приращение энергии	$\Delta E = A_{np} + (E''_{орг} - E'_{орг})$					

4. Выполняется расчет изменения массы и значений целевых параметров (состояния) ВП в результате реализации  $j$ -го проекта.

5. Работа  $j$ -го проекта по перемещению ВП в пространстве (рис. 4)

$$A_j = g_{cp} \cdot M'_{орг} \cdot S_j \cdot \cos \alpha \quad (8)$$

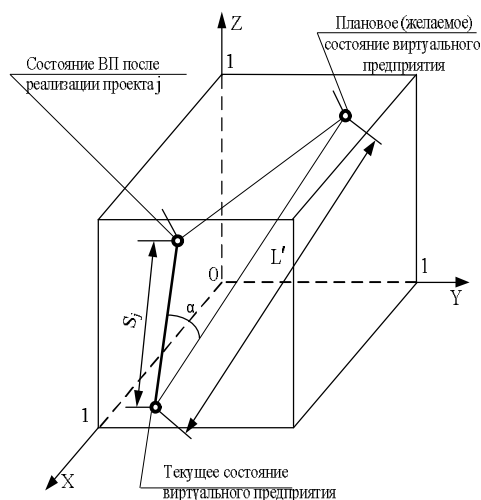


Рис. 4. Расчетная схема движения проектно-ориентированного виртуального предприятия (ВП)

*Энергетический баланс проекта*

Наименование показателей	Пассив			Актив		
	2	3	4	5	6	7
1						
Ресурс 1	$N'_1$	$m'_1$	$E'_1$	$N''_1$	$m''_1$	$E''_1$
Ресурс 2	$N'_2$	$m'_2$	$E'_2$	$N''_2$	$m''_2$	$E''_2$
.....						
Ресурс I	$N'_j$	$m'_j$	$E'_j$	$N''_j$	$m''_j$	$E''_j$
Внутренняя энергия проекта	$E'_{np} = \sum E'_j$			$E''_{np} = \sum E''_j$		
Работа проекта				$A_i$		
Приращение энергии	$E = A_i + (E'_{np} - E''_{np})$					
Коэффициент эффективности	$K_{np} = \frac{\Delta E}{E'_{np}}$					

где  $S_j$  – расстояние от текущего состояния организации до целевого;

$g_{cp}$  – коэффициент, учитывающий состояние среды. Данный коэффициент является аналогом величины ускорения свободного падения в механике.

Метод определения величин  $S_j$  и  $g_{cp}$  подробно описан в работе [12].

6. Поскольку в процессе реализации проекта ВП использует не только собственную внутреннюю энергию, а и энергию среды (всех сторон проекта) энергия ВП не будет сбалансирована на величину приращения энергии  $\Delta E$ . Следует обратить внимание, что величина  $\Delta E$  может быть как положительной (если среда способствует реализации проекта), так и отрицательной.

7. По аналогии с коэффициентом полезного действия теплового двигателя коэффициент эффективности  $K_{np}$  проекта составит отношение приращения энергии к затраченной внутренней энергии (бюджету) проекта. Отличие состоит в том, что коэффициент эффективности проекта может принимать значения больше единицы. При этом, если  $K_{np} < 1$ , то проект следует признать неэффективным.

Процесс формирования эффективного портфеля проектов заключается в отборе из пула потенциальных проектов множества проектов последующих для реализации ВП. Используя метод энергетических балансов данную задачу можно сформулировать следующим образом. Пусть виртуальное предприятие владеет  $i$  видами ресурсов в количестве

$N_i$  и в пространстве целевых координат находится в точке  $S_1$ . Из пула потенциальных проектов в организации следует отобрать портфель проектов, реализация которых в запланированный промежуток времени максимально приблизит организацию к точке желаемого состояния  $S_2$  (рис. 4.). Данные по проектам представляются в виде их энергетических балансов. Данную задачу можно решить методами линейного программирования. Математическая модель задачи выглядит следующим образом.

1. Исходные данные:

$X_j$  – процент выполнения работ по  $j$ -у проекту;

$R_{ij}$  – расход  $i$ -го ресурса на реализацию  $j$ -проекта;

$\bar{S}_j$  – проекция на ось по прямой, соединяющей текущее и стратегическое состояние организации, вектора перемещения вследствие успешной реализации проекта;

$N_i$  – располагаемое количество ресурсов  $i$ -го вида;

2. Целевая функция

$$S = \sum_{j=1}^J x_j \bar{S}_j \rightarrow \max . \quad (9)$$

3. Ограничения:

- по каждому из видов ресурсов

$$\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J R_{ij} \leq N_{ij} ;$$

- по значениям переменных

$$X_{j \min} \leq X_j \leq X_{j \max} .$$

Граничные условия переменных определяются особенностями проектов. В частности, можно рассматривать случай, когда переменные принимают лишь два значения «0» – («проект отклонен») и «1» – («проект включён в портфель»). Если условия позволяют завершить выполнение работ в следующем плановом периоде, то задаётся  $X_j \leq 1$ . В некоторых случаях под  $X_j$  понимается производственная программа организации по выпуску какой-либо продукции. Тогда  $X_{j \min}$  определяется договорными обязательствами на момент формирования эффективного портфеля проектов, а  $X_{j \max}$  – маркетинговым анализом.

Ещё одним ограничением, которое следует учитывать в данной модели, является условие сохранения внутренней энергии организации на уровне, необходимом для продолжения функционирования и сохранения жизнедеятельности компании. Другими словами,  $E''_{опе} > E_{опе}^{\min}$ . Минимальное значение внутренней энергии определяется экспертным методом.

Решение задачи формирования эффективного портфеля проектов выполняется симплекс-методом с использованием стандартных программных средств (например, пакета «ПЭР – пакет экономических расчётов»).

В общем виде управление виртуальным предприятием можно представить как изменение его состояния от реализации портфеля проектов (заказов). Другими словами виртуальное предприятие, при реализации каждого из проектов портфеля, движется в пространстве к намеченным целям, как показано на рисунке на рис. 5.

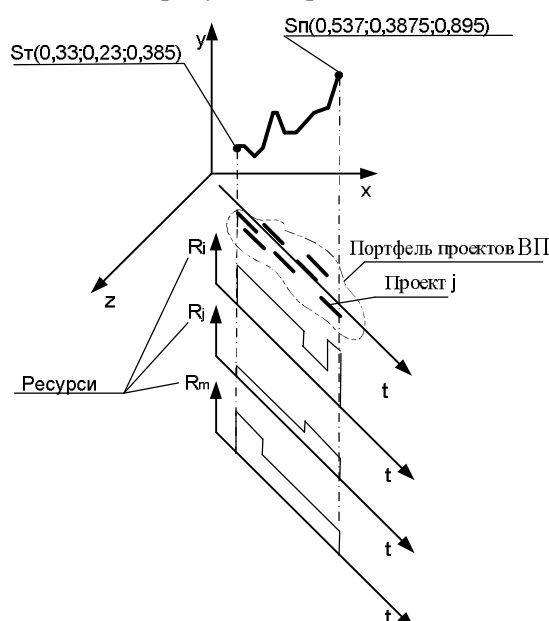


Рис. 5. Портфельное управление виртуальным предприятием (ВП)

**Выводы.** Использование оригинальной методики, рассмотренной в статье, позволяет качественно описать состояние и движение виртуально предприятия в сформированном пространстве. Кроме того в дальнейшем это позволяет решать ряд прикладных задач управления проектно-ориентированными виртуальными организациями, а именно: расчет параметров среды; ранжирования проектов в портфеле; формирование эффективного, с точки зрения достижения стратегических целей.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Иванов Д.А. Управление цепями поставок. – СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2009. – 660 с.
2. Ансофф И. Стратегическое управление. – М.: Экономика, 1993. – 187 с.

3. Ярошенко Р.Ф. Моделі класу «рушійні сили-опір» в управлінні фінансуванням та впровадженні проектів: Автореф. дис. / Ярошенко Руслан Федорович. – К., 2009. – 19 с.
4. Шахов А.В., Шамов А.В. Моделирование движения организации в целевом пространстве. / Управління розвитком складних систем: Зб. наук. праць. – К.: Вид-во КНУБА ім. В.Даля, 2011. – №7. – С. 68-73.
5. Репченко О.Н. Полевая физика или как устроен мир. – М.: Галерея, 2008. – 318 с.
6. Балабанов И.Т. Интерактивный бизнес. – СПб.: Питер, 2001.
7. Козье Д. Электронная коммерция: Пер. с англ. – М.: Издательско-торговый дом «Русская редакция», 1999.
8. Бугорский В.Н., Соколов Р.В. Сетевая экономика и проектирование информационных систем. – СПб.: Питер, 2007. – 320 с.
9. Шамов А.В. Метод формирования целевого пространства движения проектно-ориентированных организаций / А.В. Шамов // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проектами. – Харків: НТУ «ХПІ». – 2014. – № 2. – С. 121-126.
10. Руденко Е.С. Обработка результатов экспертных оценок предприятиями / Е.С. Руденко, А.В. Шамов // Проблеми техніки: науково-виробничий журнал ОНМУ. – Одеса, 2013. – № 2. – С. 52-57.
11. Шахов А.В. Модель энергетического баланса в управлении проектно-ориентированными организациями / А.В. Шамов, А.В. Шахов // Вісник Одеського національного морського університету: Зб. наук. праць. – Одеса, 2013. – № 2(38). – С.11-17.
12. Шамов А.В. Оценка эффективности портфеля проектов судоремонтной проектно-ориентированной организации / А.В. Шамов // Тези доп. ІХ наук.-практ. конф. «Управління проектами: стан та перспективи». – Миколаїв: НУК, 2012. – С. 379-381.

*Стаття надійшла до редакції 03.03.2017*

**Рецензент** – доктор технічних наук, професор кафедри «Судноремонт» Одеського національного морського університету  
**А.В. Шахов**