

УДК 658.012.32

Е.В. Колесникова, канд. техн. наук, доц.,
И.И. Становская, специалист,
Одес. нац. политехн. ун-т

ФРАКТАЛЬНАЯ РАЗМЕРНОСТЬ КАК МЕРА ТРАНСФОРМАЦИИ СЕРИЙНОЙ ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ОПЕРАЦИОННУЮ

К.В. Колесникова, И.И. Становська. **Фрактальна розмірність як міра трансформації серійної проектної діяльності в операційну.** Показано, що серійна проектна діяльність потерпає від небезпеки трансформації в операційну. Відмічено роль закону Бушуєва у стриманні такої трансформації та намічено шляхи її попередження. Виявлено фрактальність проектної діяльності та запропоновано використовувати фрактальну розмірність в якості міри трансформації.

Ключові слова: управління програмою, серійні проекти, трансформація проектної діяльності, фрактальна розмірність.

Е.В. Колесникова, И.И. Становская. **Фрактальная размерность как мера трансформации серийной проектной деятельности в операционную.** Показано, что серийная проектная деятельность подвержена опасности трансформации в операционную. Отмечена роль закона Бушуева в сдерживании такой трансформации и намечены пути ее предотвращения. Выявлена фрактальность проектной деятельности и предложено использовать фрактальную размерность в качестве меры трансформации.

Ключевые слова: управление программой, серийные проекты, трансформация проектной деятельности, фрактальная размерность.

E.V. Kolesnikova, I.I. Stanovska. **Fractal dimension as a measure of transforming serial projects activity into operational one.** It is shown that serial design activity is subject to the danger of being transformed into the operational one. The role of the law of Bushuyev in controlling such transformation is noted, and the ways of its prevention are outlined. Fractality of design activity is revealed, and it is proposed to use fractal dimension as a transformation measure.

Keywords: program management, serial projects, projects activity transformation, fractal dimension.

Постановка проблемы. В настоящее время широкое распространение получили программы, состоящие из серийных проектов, когда миссия и цель проектной деятельности от одного серийного проекта к другому сохраняются, а средства достижения этой цели могут существенно отличаться. Последнее обстоятельство сказывается на результатах проектной деятельности двояко: с одной стороны, реализовавшиеся при этом риски создают проблемы менеджменту программы, заставляя его во время каждого нового проекта решать новые, не всегда легко-разрешимые задачи, а с другой, — постоянное обновление всех компонентов проектной деятельности, даже вынужденное, способствует научно-техническому прогрессу [1].

Парадокс заключается в том, что иногда даже отрицательные риски, связанные с потерями денежных средств, материалов, документации, персонала, оборудования, благоприятного окружения и многого другого, оказываются, в итоге, менее опасными, чем полное их отсутствие, т.е. состояние “проектного штиля”, приводящее к постепенной трансформации серийной проектной деятельности в операционную технологическую. И хотя полной трансформации такого типа препятствует закон С.Д. Бушуева [2], который вводит в обязательную группу учитываемых факторов турбулентное окружение проекта, всегда разное для разных проектов, значительная часть чистой проектной деятельности от одного серийного проекта к другому все-таки теряется.

Глубоко трансформированный проект приобретает все недостатки обычной производственной деятельности как с точки зрения экономических и технических характеристик последней, так и с точки зрения качества и рыночной конкурентоспособности ее продукта.

Сталкиваясь с этой проблемой и пытаюсь построить не только когнитивные, но и аналитические математические модели, связывающие параметры преобразования с атрибутами проектной деятельности: действиями персонала проекта, рисками проекта и многими другими, исследователи, в первую очередь, нуждаются в том или ином методе количественной оценки упомянутого преобразования для сравнения отдельных серийных проектов по численным, измеримым показателям уровня проектной креативности.

Поэтому **целью настоящей работы** является повышение эффективности проектной деятельности и качества продукта проекта за счет разработки и внедрения новых методов оценки серийной проектной деятельности с точки зрения трансформации ее в операционную, а также математических связей между этими характеристиками и деятельностью команды проекта.

Решение проблемы. Программы, состоящие из однотипных проектов, встречаются в большинстве направлений и отраслей человеческой деятельности. Рассмотрим отдельный проект такой программы и представим его в виде *креативного, вариативного и поглощающего* уровней [1].

Высший — менеджерский, креативный уровень соответствует уникальной проектной деятельности: творческого подхода к управлению каждым проектом программы с широкими возможностями привлечения средств, выбора технологий, оборудования, материалов, стандартов, персонала и т.п. для достижения целей каждого проекта и миссии программы, из них состоящей.

Для вариативного уровня характерны возможность выбора технологических приемов и параметров из ограниченного, например, существующим оборудованием множества, возможного привлечения персонала, но из существующего штата организации.

Наконец, поглощающий уровень относится к операционной деятельности в условиях неизменных технологий, оборудования, персонала, строгих постоянных действующих, зачастую, “спущенных сверху” стандартов, инструкций, правил.

На нижнем технологическом уровне возможности команды проекта по отклонению от заданной технологии, в общем случае, отсутствуют, на среднем уровне — команда имеет возможность выбирать из ограниченного круга альтернатив, на верхнем — может привлекать любые средства, в том числе, и научный поиск, для решения задач и достижения целей проектов.

Как было сказано, если каждый серийный проект является лишь звеном в цепи однотипных, при каждом переходе от проекта к проекту вариативный и, особенно, креативный уровни постепенно замещаются поглощающим так, что, начиная с некоторого момента, остается “чистая” технология, проект как бы трансформируется в операционную деятельность — он перестает быть уникальным и задачи творческого управления проектом сводятся к нулю. В этот период воплощения программы любой риск из-за невозможности гибкой реакции может остановить ее выполнение.

К счастью, не все так плохо: например, закон С.Д. Бушуева о том, что проект, команда проекта и его турбулентное окружение составляют подсистемы единой системы, в которой существуют взаимосвязи, определяющие уникальность проекта, является, фактически, гарантией неполной трансформации серийных проектов в операционную деятельность, так как при едином (серийном) проекте и даже при общей для двух серийных проектов команде всегда остается непостоянное (турбулентное) окружение, сохраняющее долю вариативности, т.е. уникальность любого серийного проекта, входящего в соответствующую программу.

Гипотетическое накопление доли операционной деятельности от начального значения δ_0 и до единицы представлено кривой 1 на рис. 1. Однако, в соответствии с законом С.Д. Бушуева, два и более подобных проекта, которые управляются одной и той же командой менеджеров, все равно будут сохранять главную проектную особенность — уникальность из-за того, что турбулентное окружение никогда не будет для них одинаковым [2].

Поэтому верхняя граница теоретического накопления поглощающего уровня может быть представлена кривой 2. Реальное изменение доли операционной деятельности от одного серийного проекта к другому в пределах теоретической кривой 2 будет представлять собой сложную кривую 3 с чередованием максимумов и минимумов.

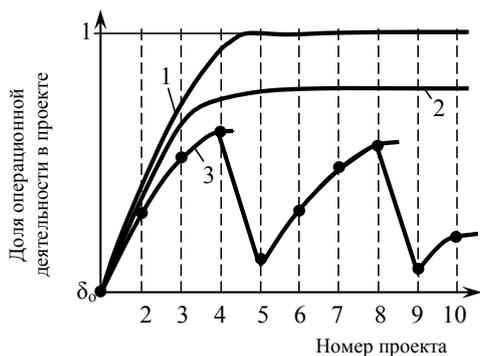


Рис. 1. Накоплення частки операційної діяльності по мірі реалізації серійних проектів: 1 — гіпотетичне; 2 — теоретичне в відповідності з законом С.Д. Бушуєва; 3 — реальне з урахуванням ризиків проектів

ції поглинаючого рівня в креативний в результаті, наприклад, непередбачених обставин внаслідок аварійних і навіть катастрофічних подій на об'єкті управлінської діяльності. Таке явище відповідає відомій прислів'я "Не було б щастя, да нещастя допомогло", — дійсно, руйнування старого підйомного крана на будівельній, з однієї сторони, є очевидним негативним ризиком, а з іншої, — призводить до виражених позитивних наслідків: можливість придбати новий сучасний кран і впровадити нові технології будівництва, які з лихвою переконають негативні наслідки аварії.

К сожалению, такое "счастье" имеет и отрицательную сторону: аварии могут привести к человеческим жертвам и экологическим катастрофам, а основательное повреждение операционной части проекта может способствовать его полной остановке, несмотря на интенсивные креативные действия команды проекта. В результате возникают новые риски, основной особенностью которых является полная неприемлемость их осуществления.

Кривая 3 на рис. 1 носит циклический характер, что отражает основные тенденции развития жизненного цикла объекта проектного управления [2]. В такой ситуации команде проекта остается либо ожидать, пока турбулентное окружение проекта разрушит результат трансформации, либо самостоятельно осуществить такое разрушение, заботясь, в то же время, о том, чтобы оно не погубило программу в целом.

Наличие интенсивного и экстенсивного участков на графике накопления доли операционной деятельности предполагает два направления борьбы с трансформацией однотипных проектов: путем снижения скорости этого процесса и путем восстановления уже трансформированного проекта.

Первое направление связано с тем, что условия проникновения одного уровня внутрь другого функционально связаны с различными параметрами выполнения программы, в первую очередь, экономическими, и численно оценены; в этом случае появляется дополнительная возможность управления такими программами за счет влияния на условия проникновения.

Представим, что на границах уровней существуют некоторые условные мембраны (диффузионные слои), обладающие пропускной способностью, которую по аналогии с физическими явлениями будем называть коэффициентом диффузии $D_{ПВ}$ на границе между поглощающим и вариативным уровнями и $D_{ВК}$ — между вариативным и креативным уровнями. Ясно, что в знаменателе коэффициентов $D_{ПВ}$ и $D_{ВК}$ должны находиться финансовые ресурсы программы, так как чем они выше, тем больше вариативные и креативные возможности, и соответственно меньше диффузия. Там же, в знаменателе должны находиться и остальные "положительные" факторы, такие как уровень компетентности и опыта менеджмента, а также универсальность

Кривая 3 является графической интерпретацией закона С.Д. Бушуєва для серийных проектов. Она состоит из участков двух типов: интенсивного (непрерывного) накопления доли операционной деятельности и экстенсивного (скачкообразного) уменьшения этой доли, связанного с существенными рисками проектов. Примером такого экстенсивного скачка при реализации серийных проектов в строительной индустрии может служить ситуация, когда повреждение строительного крана (реализация риска) расчищает дорогу креативному подходу к новому витку взаимодействия управляющих и возмущающих подсистем.

Таким образом, расширяется сфера действия упомянутого парадокса, — риски выигрышей становятся положительными факторами не только замедления трансформации проектной деятельности в операционную, но и создают условия для обратной трансформации,

нанятого персонала и приобретаемого оборудования. В числителе выражения для $D_{ПВ}$ и $D_{ВК}$ должны находиться характеристики, ускоряющие трансформацию проектов.

Прежде всего, это технические и финансовые риски проектов, угрожающие потерями и снижением возможностей выбора, нестабильность среды проекта, нацеленность действующей нормативной базы на повышение уровня унификации технических и технологических решений и многое другое.

Второе направление непосредственно связано с понятием риска проекта и особенно нуждается в возможности численной оценки уровня его креативности. В этой связи обратим внимание на то, что проектная деятельность фрактальна — она обладает свойством самоподобия, то есть составлена из нескольких частей, каждая из которых подобна всей деятельности целиком [3]. Когда во фрактале появляются элементы случайности, неизбежной в проектной деятельности, говорят о “случайных фракталах”. Говорить о самоподобии в этих случаях можно, но только в статистическом смысле, т. е. когда нельзя говорить о точных копиях, а только о совпадении статистических характеристик (когда проводится усреднение по всем статистически независимым реализациям проекта). В любом случае фрактальность предполагает возможность разделения целого проекта на отдельные фрагменты. Для этого введем понятие “*элемент серийной проектной деятельности*” (ЭСПД).

Определение. Элементом серийной проектной деятельности называется одна из фрактальных частей составленного из конечного множества таких частей и обладающего фрактальным свойством серийного проекта, причем такие части в некотором смысле подобны всему проекту в целом.

Свойства ЭСПД:

— *самоподобие*: поскольку ЭСПД по определению являются фрактальным объектом, ему присуще свойство самоподобия: повторение фракталом самого себя на разных масштабных уровнях, т.е. неизменность закона построения фрактала [3]; это означает, что основные атрибуты проекта: уникальный набор процессов, состоящих из скоординированных и управляемых задач с начальной и конечной датами, предпринятых для достижения цели, т.е. получения результатов, соответствующих определённым заранее требованиям, в том числе ограничениям, таким как время, деньги и ресурсы, распространяются не только на сам проект, но и все его ЭСПД;

— *генетический код ЭСПД* — набор взаимосвязанных структур, которые формируются в момент рождения проекта и являются навигатором в процессах реализации проекта, продвигающегося по фазам своего жизненного цикла [4...6], наследуется от генетического кода проекта в целом;

— *ролевая (организационная) структура управления ЭСПД* может в значительной степени различаться в зависимости от их специфики, но в каждом ЭСПД, как и в проекте в целом, определены следующие роли:

— *заказчик ЭСПД* — физическое или юридическое лицо, которое является владельцем результата ЭСПД;

— *руководитель ЭСПД* — лицо, осуществляющее управление ЭСПД и ответственное за результаты ЭСПД;

— *куратор ЭСПД* — лицо, ответственное за обеспечение ЭСПД ресурсами и осуществляющее административную, финансовую и иную поддержку ЭСПД;

— *команда ЭСПД* — совокупность лиц, групп и организаций, объединенных во временную организационную структуру для выполнения работ ЭСПД;

— *основные процессы проекта* — управление: содержанием проекта, сроками проекта, затратами в проекте, рисками проекта, персоналом проекта, заинтересованными сторонами проекта, поставками проекта, качеством в проекте, обменом информацией в проекте, интеграцией проекта представлены как в самом проекте, так и в любом его ЭСПД;

— *основные понятия проектного менеджмента*: заказчик, продукт проекта, куратор проекта, проект, базовый план, руководитель проекта и команда проекта, а также их взаимосвязи сохраняются как для проекта в целом, так и для его ЭСПД любого масштаба;

— требования к *управлению документами проекта*: утверждение до их применения; анализ актуальности документов и их своевременное обновление по мере необходимости; наличие актуальных версий документов в местах их применения; сохранение документов в течение установленных сроков и возможность их восстановления; уровень конфиденциальности документов согласно требованиям заказчика и других заинтересованных сторон проекта; предотвращение непреднамеренного использования устаревших документов и соответствующую идентификацию устаревших документов; форма, наименование и содержание документов могут отличаться в различных ЭСПД и проекте в целом и зависят от специфики их масштаба.

Численная оценка степени трансформации при переходе от одного серийного проекта к последующему может быть выполнена двумя путями:

— апостериорным: по факту произошедшей трансформации на основе полных детерминированных данных о произошедших изменениях;

— априорным: по вероятностям возможных состояний всех элементов проекта после гипотетической будущей трансформации.

Естественно полагать, что в апостериорном случае степень детерминированной трансформации T_d представляет собой некоторое точное число, лежащее в диапазоне от 0 до 1, либо выраженное в процентах, а в стохастическом априорном T_c — это вектор вероятностей возможных изменений при трансформации.

При *апостериорном* расчете степени трансформации серийных проектов n -й проект разбивается на I ЭСПД, причем предполагается, что каждый i -й ($i \in I$) ЭСПД после трансформации перешел в одно из имевшихся у него перед трансформацией множества возможных состояний S_i . Состояние после перехода нам известно, соответственно известно, что во все остальные возможные состояния объект не перешел. Так как в этом случае “адрес” перехода каждого ЭСПД при трансформации известен, то матрица трансформации будет иметь, например, следующий вид:

$$\mathbf{M}_{T_d} = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 0 & 1 \\ 1 & 0 \\ \dots & \dots \\ 1 & 0 \end{pmatrix}. \quad (1)$$

Для отображения роли каждого ЭСПД в процессе трансформации вводятся целочисленные весовые коэффициенты w_i .

Тогда выражение для расчета T_d приобретает вид

$$T_d = \frac{\sum_{i=1}^I w_i t_{i2}}{\sum_{i=1}^I w_i t_{i1} + \sum_{i=1}^I w_i t_{i2}}, \quad (2)$$

где t_{i1} и t_{i2} — соответственно ЭСПД первого и второго столбцов матрицы (1).

Априорное прогнозирование степени трансформации серийных проектов. Если предположить, что состояние $(n+1)$ -го проекта зависит только от событий, сопровождающих n -й проект, и количество возможных состояний каждого ЭСПД при переходе от n -го серийного проекта к $(n+1)$ -му конечно, то этот переход может быть описан марковским процессом, где каждому из вариантов трансформации соответствующего ЭСПД из всех, входящих в проект, сопоставлена вероятность реализации этого варианта. Как и положено марковскому процессу, сумма вероятностей всех возможных переходов для каждого ЭСПД равна единице.

По признакам, описанным выше, выделим в множестве S вариантов трансформации для каждого ЭСПД подмножество $S_{\text{погл}} \in S$ вариантов, ведущих к поглощающим состояниям. Тогда марковский переход от n -го серийного проекта к $(n+1)$ -му, состоящий из S возможных вариантов, может быть сведен к двоичному марковскому переходу с двумя вариантами конечных состояний: вариативным или поглощающим (рис. 2) и вероятностью переходов к этим состояниям:

$$P_{\text{погл}} = \sum_{S_{\text{погл}}} P_{S_{\text{погл}}} ; \quad (3)$$

$$P_{\text{вар}} = 1 - P_{\text{погл}} . \quad (4)$$

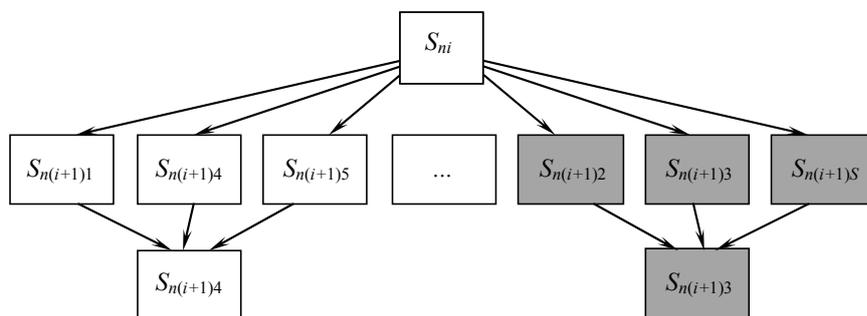


Рис. 2. Схема перехода к двоичному марковскому процессу:
□ — вариативное состояние; ■ — поглощающее состояние

Параметры процесса трансформации серийных проектов

$$d_1 = F(V, W, R_c, R_d), \quad (5)$$

где V — внутренние воздействия;

W — внешние воздействия (турбулентное окружение);

R_c — случайные отрицательные риски;

R_d — детерминированные отрицательные воздействия;

d_1 — степень трансформации программы, выраженная во фрактальной размерности.

Зависимость (5) при конкретной реализации определяет величину и глубину воздействия на серийный проект для снижения уровня его трансформации в операционную деятельность.

Как известно, величина d_1 может быть как

$$d_1 = \lim_{\varepsilon \rightarrow 0} \frac{\sum_{i=1}^{N(\varepsilon)} p_i \ln p_i}{\ln \varepsilon}, \quad (6)$$

где ε — размер стороны некоторой малой N -мерной кубической ячейки.

С точностью до знака числитель в этой формуле представляет собой энтропию фрактального множества

$$s(\varepsilon) = - \sum_{i=1}^{N(\varepsilon)} p_i \ln p_i . \quad (7)$$

Такое определение энтропии множества полностью идентично используемому в термодинамике, где под p_i понимается вероятность обнаружить систему в квантовом состоянии i . В результате величина обобщенной фрактальной размерности d_1 связана с энтропией соотношением

$$d_1 = \lim_{\varepsilon \rightarrow 0} \frac{S(\varepsilon)}{\ln \varepsilon} . \quad (8)$$

Величина d_1 характеризует информацию, необходимую для определения местоположения проектной деятельности как динамической системы в пространстве своих состояний. В связи с этим обобщенную фрактальную размерность d_1 часто называют информационной размерностью [3].

Фрактальная размерность проектной деятельности зависит от количества параметров системы, но она всегда дробная, при увеличении степени трансформации она приближается к целому числу, фрактальная размерность операционной деятельности равна целому числу. Именно по этому признаку: удалению или приближению к целому числу можно численно судить о степени трансформации.

Выводы. Серийная проектная деятельность подвержена опасности трансформации в операционную. Для предотвращения этой трансформации предложен фрактальный метод численной оценки степени такой трансформации, заключающийся в расчете фрактальной размерности в качестве меры трансформации.

Литература

1. Гогунский, В.Д. Проблемы комплексной оптимизации в управлении программой создания однотипных объектов / В.Д. Гогунский, И.И. Становская, И.Н. Гурьев // Информ. технології в освіті, науці та ви-ві: зб. наук. пр. — Одеса: АО Бахва, 2013. — Вип. 1(2). — С. 250 — 255.
2. Вайсман, В.А. Теория проектно-ориентированного управления: обоснование закона Бушуева С.Д. / В.А. Вайсман, В.Д. Гогунский, С.В. Руденко // Наук. зап. Міжнар. гуманіт. ун-ту. Наук. вид. Серія “Упр. проектами та прогр.”. — 2009. — Вип. 16. — С. 9 — 13.
3. Федер, Е. Фракталы / Е. Федер. — М.: Мир, 1991. — 324 с.
4. Бушуев, С.Д. Геном методологий управления проектами как универсальная модель знаний / С.Д. Бушуев, С.И. Неизвестный // Упр. розвитком склад. систем. — 2013. — № 14. — С. 15 — 17.
5. Бабаев, И.А. Формирование генетического кода проекта как инструмента навигации по его жизненному пути / И.А. Бабаев, С.Д. Бушуев, Н.С. Бушуева // Упр. проектами та розвиток вир-тва. — 2005. — № 2(14). — С. 5 — 10.
6. Гогунский, В.Д. Основные законы проектного менеджмента / В.Д. Гогунский, С.В. Руденко // IV міжнар. конф.: “Упр. проектами: стан та перспективи”. — Миколаїв: Ник. ун-т кораблестр., 2008. — С. 37 — 40.

References

1. Gogunskiy, V.D. Problemy kompleksnoy optimizatsii v upravlenii programmy sozdaniya odnotipnykh ob'ektov [Complex optimization problems in the management of the program for creating similar objects] / V.D. Gogunskiy, I.I. Stanovskaya, I.N. Gur'yev // Informatsiini tekhnolohii v osviti, nauksi ta vyrobnytstvi: zbirnyk naukovykh prats [Information technologies in education, science and production: coll.sci.papers]. — Odesa, 2013 — Iss. 1(2). — pp. 250 — 255.
2. Vaysman, V.A. Teoriya proektno-orientirovannogo upravleniya: obosnovanie zakona Bushueva S.D. [The theory of project-oriented management: justification of the law of Bushuev S.D.] / V.A. Vaysman, V.D. Gogunskiy, S.V. Rudenko // Naukovi zapysky Mizhnarodnoho humanitarnoho universytetu. Naukove vydannia. Seriiia “Upravlinnia proektamy ta prohramamy” [Scientific notes of the international humanitarian university. Scientific publication. Series “Project and program management”]. — 2009. — Iss. 16. — pp. 9 — 13.
3. Feder, E. Fraktaly [Fractals] / E. Feder. — Moscow, 1991. — 324 p.
4. Bushuev, S.D. Genom metodologiy upravleniya proektami kak universal'naya model' znaniy [Genome of project management methodologies as a universal model of knowledge] / S.D. Bushuev, S.I. Neizvesnyy // Upravlinnia rozvytkom skladnykh system [Managing the development of complex systems]. — 2013. — # 14. — pp. 15 — 17.
5. Babaev, I.A. Formirovanie geneticheskogo koda proekta kak instrumenta navigatsii po ego zhiznennomu puti [The formation of the genetic code of the project as a tool for navigating its life path] / I.A. Babaev, S.D. Bushuev, N.S. Bushueva // Upravlinnia proektamy ta rozvytok vyrobnytstva [Project management and production development]. — 2005. — # 2(14). — pp. 5 — 10.
6. Gogunskiy, V.D. Osnovnye zakony proektnogo menedzhmenta [The basic laws of project management] / V.D. Gogunskiy, S.V. Rudenko // IV mizhnar. konf.: “Upravlinnia proektamy: stan ta perspektyvy” [IV Intern. Conf.: “Project management: state and prospects”]. — Mykolaiv, 2008. — pp. 37 — 40.

Рецензент д-р техн. наук, проф. Одес. нац. политехн. ун-та Усов А.В.

Поступила в редакцию 15 мая 2013 г.