

УДК 338

## Модель оценки целесообразности использования быстро адаптирующейся производственной системы на предприятии

Шевченко Руслан Павлович

Аспирант,

Казанский национальный исследовательский технический университет,  
420111, Российская Федерация, Казань, ул. Карла Маркса, 10;  
e-mail: Shev028@yandex.ru

### Аннотация

В рамках настоящей работы рассматривается процесс выбора оптимальной производственной модели для производственных участков предприятий автомобильной отрасли. Объектом исследования является система быстро адаптирующегося производства (СБАП), предметом оценка целесообразности использования данной системы. СБАП в рамках данной работы сравнивается с традиционной узкоспециализированной производственной системой, приводится обзор иностранных источников по соответствующей тематике, характерные особенности данной производственной системы. В качестве инструментария для выбора оптимальной модели для организации производственных участков предприятий автомобильной отрасли предлагается использование модели дисконтированных денежных потоков. Пошагово описывается процесс построения требуемой модели. Далее построенная модель тестируется на данных для участка механической обработки блока цилиндров. Результатом проведенного исследования является модель, позволяющая осуществлять выбор производственной системы на предприятиях, а также учитывающая выявленные характерные особенности производственных систем. Полученная модель доступна максимально широкому кругу предприятий в силу ее понятности, отсутствия необходимости в использовании дорогостоящего дополнительного программного оборудования, а также легкости в использовании.

### Для цитирования в научных исследованиях

Шевченко Р.П. Модель оценки целесообразности использования быстро адаптирующейся производственной системы на предприятии // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2018. Том 8. № 3А. С. 156-166.

### Ключевые слова

Производственная система, быстро адаптирующееся производство, узкоспециализированные производственные системы, модель дисконтированных денежных потоков, автомобильная промышленность, предприятие, модель оценки, коэффициент вероятности, экономический потенциал, производственная философия.

## Введение

Существенные характеристики сегодняшнего автомобильного рынка, такие как высокая волатильность спроса, повышенные расходы на новые технологии, ускоряющийся жизненный цикл продукта, уменьшающаяся маржинальность бизнеса, заставляют автопроизводителей уделять особое внимание изучению новых подходов к организации производства. Компании стремятся получить универсальность гибких систем в сочетании с более низкими инвестиционными затратами, что приводит к возрастающему вниманию к системам быстро адаптирующегося производства.

Однако при переходе от теоретической стадии изучения тех или иных типов производственных систем к принятию решения о приобретении и установке конкретного производственного оборудования необходим достаточно простой и понятный инструментарий оценки экономического потенциала. Поэтому основной целью данной работы является предложение подобного инструментария, доступного максимально широкому кругу предприятий в силу его понятности, отсутствия необходимости в использовании дорогостоящего дополнительного программного оборудования, а также легкости в использовании. Данная статья предлагает использовать модель дисконтированных денежных потоков для оценки эффективности производственных систем и выбора между традиционными и быстро адаптирующимися производственными системами.

Для достижения указанной цели в работе используется следующая структура: в первой главе приводится обзор литературных источников по тематике быстро адаптирующегося производства, далее в сокращенном виде представляются основные характеристики узкоспециализированных (традиционных) и быстро адаптирующихся производственных систем, которые должна учитывать предлагаемая модель. В последующих главах приводится детальное описание процесса построения модели, включая ключевые допущения, зависимости и характеристики модели, а также обсуждение полученных результатов.

В данном исследовании предлагаемая модель применяется к участку механической обработки блока цилиндров для выбора между традиционной и быстро адаптирующейся производственной системой.

## Литературный обзор

В контексте обзора литературы по тематике систем быстро адаптирующегося производства (СБАП) стоит отметить, что достаточно большое количество исследователей занимается вопросами изучения подобной производственной философии. Потребности промышленных предприятий способствовали усилению научных изысканий в этой важной области. Основной целью подобных работ являлось определение основных драйверов создания систем быстро адаптирующегося производства. В частности, доклад Института «Iacossa» по стратегии промышленного предприятия 21 века [Nagel, Dove, Goldman, Preiss, 1991] дает ценные руководства по широкому спектру приложений для создания быстро адаптирующихся производственных систем. Некоторые авторы определили движущие силы адаптации [Yusuf, Sarhadi, Gunasekaran, 1999, 35], будущие направления исследований, возможности и стратегические преимущества гибкости [Gunasekaran, 2001].

Гупта и Гойал предоставляют обширный обзор литературы по различным методам определения гибкости и степени адаптивности системы, а также инструментарий по измерению данных характеристик [Gupta, Goyal, 129]. Санчес и Наги в своих работах проводят тщательный обзор и классификацию открытой литературы по быстро адаптирующимся системам

производства [Sanchez, Nagi, 2001, 3567]. Несколько авторов представляют обзор лучших практик, а также выделяют существенные аспекты, которые необходимо учитывать при разработке переконфигурируемых производственных систем для обеспечения гибкости продуктовой линейки, объемов производства и возможности повторного использования универсального оборудования [Newman, Podgurski, Quinn, Merat, Branicky, Barendt, Causey, Haaser, Kim, Swaminathan, Velasco, 2000, 230].

Исследователи Шевчук и Муди в своей работе рассматривают влияние способов проектирования систем на гибкость производства, а также рассматривают компромиссы, на которые приходится идти проектировщикам систем [Shewchuk, Moodie, 2000, 1817]. Исследования г-на Катаяма и Беннета, а также Зукина и Дальколо об адаптивности в японской и бразильской промышленности показали, что гибкость и адаптивность имеют исключительное значение для производства [Zukin, Dalcol, 2000, 17]. Морган и Дэниелс рассматривают портфельный подход к обработке ассортимента продукции и будущих технологических решений в автомобильной промышленности [Morgan, Daniels, 2001, 230]. Ряд авторов исследовали рамки и алгоритмы оптимизации производственной системы для обработки нескольких семейств продуктов [Xiaobo, Jiancai, Zhenbi, 2000, 2840]. Г-н Ордубади и другие представляют инструмент решения для анализа инвестиционной ценности в передовых производственных технологиях [Ordoobadi, Mulvaney, 2001, 161]. Наиболее тесно связанные с данной работой, исследования г-на Рамасеша и других описывают структуру и сам процесс моделирования, которое исследует финансовую ценность быстро адаптирующегося производства [Ramasesh, Kulkarni, Jayakumar, M. 2001, 542].

### **Ключевые характеристики быстро адаптирующихся систем**

Так как в рамках настоящей работы будет проводиться сравнение традиционных (узкоспециализированных) производственных систем с системами быстро адаптирующегося производства далее хотелось бы отметить некоторые существенные характеристики.

При использовании быстро адаптирующихся производственных систем (СБАП) применяются станки с ЧПУ и, как правило, подобные системы имеют короткое параллельное расположение линий, что предоставляет более высокий уровень надежности по сравнению с последовательными линиями узкоспециализированных систем [Elkinsa, Huanga, Aldenb, 2003, 210]. СБАП позволяют быстро внедрять новые (внеплановые) модели продукта в рамках одного класса продукции, и требуют минимального дополнительного объема инвестиций для внедрения новых моделей. Инструменты, приспособления, способы обработки материалов способствуют быстрой реконфигурации и модификации (в пределах одного класса продукта), но имеют меньшую полезность для универсального применения. При разработке систем механической обработки, ориентированных на определенный класс продукта, разработчики и производители оборудования стремятся приблизиться к достижению уровня первоначальных затрат на оборудование, сопоставимых с узкоспециализированными системами механической обработки для больших объемов.

Узкоспециализированные системы все еще остаются наиболее дешевой технологией для организации механической обработки. Но, как указывает название «узкоспециализированный», оборудование специализируется на одной конкретной модели класса продукта (например, на одной модели двигателя). Узкоспециализированные системы ценны для крупносерийного производства и требуют низких инвестиций в расчете на единицу выпущенной продукции. Узкоспециализированные системы предпочтительнее, когда объем спроса на продукт высок, а жизненный цикл относительно велик (7-10 лет). Для сравнения, СБАП, применяемая для

механической обработки позволяет производить несколько моделей продукта одного класса на одной линии с быстрыми переходами от модели к модели. Более высокая начальная стоимость оборудования, компенсируется возможностью застраховаться от неопределенных будущих объемов спроса и колебаний продуктовой линейки. В обмен на возможность обрабатывать несколько моделей продукта объем выпуска каждой конкретной модели несколько снижается из-за потери производственного времени при смене модели. СБАП предпочтительнее, когда объем спроса для каждой модели относительно низок, и продукт имеет сравнительно короткий жизненный цикл.

В то время как СБАП требует более высоких начальных затрат, эта система может производить механическую обработку нескольких моделей продукта в рамках текущего поколения продукта, а также может найти применение в процессе производства перспективных моделей. Узкоспециализированная система может производить только одну модель продукта, но имеет более низкие начальные инвестиционные затраты. Затраты на внедрение новой модели продукта в рамках узкоспециализированной системы будут означать, что необходимо полностью заменить систему либо установить новую, специализирующуюся на новом виде продукции, в то время как значительная часть оборудования в рамках СБАП может повторно использоваться для производства новой модели продукта.

## Материалы и методы

В настоящей работе для определения наиболее подходящей производственной системы предлагается использовать модель дисконтированных денежных потоков (DCF). Модель преднамеренно упрощена, чтобы сделать возможным обсуждение инженерами-промышленниками, которые не всегда знакомы или в недостаточной степени владеют более сложными подходами, такими как, к примеру, моделирование стохастического процесса. В то же время учтены наиболее существенные особенности принятия экономического решения по выбору системы механической обработки. В таблице 1 представлены все основные допущения, используемые для построения модели.

**Таблица 1 – Основные допущения**

	УПС	СБАП
Первоначальные инвестиции (млн. руб)	60	80
Затраты на переоснащение (млн. руб)	60	10
Время, затраченное на переоснащение (мес.)	6	1
Валовая добавленная стоимость 1 ед. (руб)	1400	1400,1200,1000
Распределение мощностей по моделям	100%	50%, 25%, 25%
Фиксированные издержки (млн. руб)	5	6
Переменные издержки (руб на 1 ед. продукта)	200	250
Оплата труда (руб. в мес.)	25000	35000
Кол-во персонала	10	10

Стоит заметить, что значения, используемые в допущениях, были получены из открытых источников информации и являются скорее показательными, демонстрируют разброс значений, связанных с принятием того или иного решения, и представляются в статье для иллюстративных целей.

Используя данные и взаимосвязи, указанные в таблице 1, была построена модель оценки совокупной чистой приведенной стоимости (ЧПС) свободного денежного потока (FCF), который, для целей модели, рассчитывается по следующей формуле  $FCF = \text{Чистая прибыль} + \text{Амортизация} - \text{CapEx}$ . Рассчитывать ключевой показатель модели эта формула позволяет, так как свободный денежный поток представляет собой операционный денежный поток за вычетом капитальных расходов, который в свою очередь при расчете косвенным методом представляет собой чистую прибыль, скорректированную на неденежные строки. Показатель свободного денежного потока был выбран намеренно, так как он позволяет избавиться метрику от определенных эффектов, связанных с особенностями отчетности и предоставить, таким образом, более объективную картину об экономике проекта.

Для расчета искомого показателя сначала находится значение чистой прибыли, для чего моделируются доходные и расходные части проекта. Касательно доходной части модели стоит отметить, что по причине того, что участок линий механической обработки блока цилиндров, рассматриваемый в настоящей работе в качестве примера, не производит финального продукта, то в качестве дохода производственной системы предполагается добавленная стоимость соответствующих операций. Уровень спроса на модель продукта А, продукта для которого главным образом проектируется система, предполагается на уровне 20000 единиц в год. Для непланируемых на начальной стадии продуктов В и С объем спроса предполагается на уровне по 10000 единиц в год. Для справедливого сравнения предполагается, что оба типа приобретаемых систем проектируются таким образом, чтобы производственная мощность составляла 160 единиц в день при стандартном рабочем времени двух 8-часовых смен. Общая годовая производительность для каждой системы составляет 40 000 деталей в год.

Расходная часть модели включает в себя эксплуатационные расходы: фиксированные и переменные затраты в те периоды, когда производственная система находится в работе и только постоянные затраты в периоды, когда происходит переход системы на производство нового типа продукции. Предполагается, что постоянные и переменные издержки в СБАП будут на 20% выше, чем издержки, связанные с узкоспециализированными системами, что отражает возможность увеличения эксплуатационных и накладных расходов для обеспечения работы более сложных систем.

Затраты на оплату труда включают в себя любые сверхурочные затраты, если это необходимо для достижения производственных целей. Также в рамках модели делается допущение, что стоимость рабочей силы на 20% больше для СБАП, поскольку для обслуживания систем подобного вида требуются более квалифицированные работники с более глубокими знаниями и опытом.

Налоги, применяемые в модели, для целей упрощения сводятся к налогу на имущество, рассчитываемому с остаточной стоимости оборудования, а также к налогам на фонд оплаты труда.

Стоит отметить, что при моделировании ситуаций с вводом в производство незапланированных моделей продукта учитываются затраты на трансформацию производственной системы, которые представляют собой расходы на дополнительное оборудование, оснастку и другие модификации системы. Как было указано выше, особенности узкоспециализированных систем является тот факт, что при появлении необходимости производить новую модель продукта требуется фактически проектировка и приобретение новой системы. В этом случае затраты на трансформацию равны стоимости покупки новой системы. Затраты на трансформацию быстро адаптирующейся системы гораздо меньше и отражены в таблице 1.

Модель сравнивает эффективность инвестиций в УПС и СБАП, оценивая системы по совокупной ЧПС свободного денежного потока за 15-летний период времени. 15-летний период

может показаться длинным для анализа финансовых аспектов бизнеса. Однако стоит заметить, что типы обрабатывающего оборудования, которые рассматриваются в данной статье, имеют 15-летний срок службы, поэтому период, используемый в модели, может считаться вполне логичным.

В модели используется годовая ставка дисконтирования в размере 10% для учета временной стоимости денег. Однако в условиях каждого конкретного предприятия предполагается использование показателя средневзвешенной стоимости капитала (WACC) в качестве ставки дисконтирования для более точного отражения особенностей компании. Первоначальная стоимость инвестиций для каждого типа системы амортизируется в течение 10-летнего периода с использованием метода прямой амортизации, что соответствует группе общероссийского классификатора основных фондов для оборудования, используемого в системах подобного вида.

В заключение данной главы хотелось бы отметить, что описанная модель подходит для принятия решений о приобретении и установке того или иного вида системы, в условиях высокой неопределенности объемов продукции, полезности системы и времени внедрения новых продуктов. Модель требует достаточно небольшого количества входных данных и может составляться в формате Excel, что свидетельствует об удобстве в практическом применении на предприятиях.

## Результаты и обсуждение

На основе существенных характеристик и допущений, приведенных выше, был построен ряд соответствующих однотипных моделей в формате Excel, каждая из которых описывает один из вариантов развития событий и различает используемые производственные системы и количество моделей, попадающих в итоге в производство. Пример модели, рассматривающей производство одного продукта А в условиях узкоспециализированной системы представлен в таблице 2 ниже.

**Таблица 2 – Пример модели дисконтированных денежных потоков**

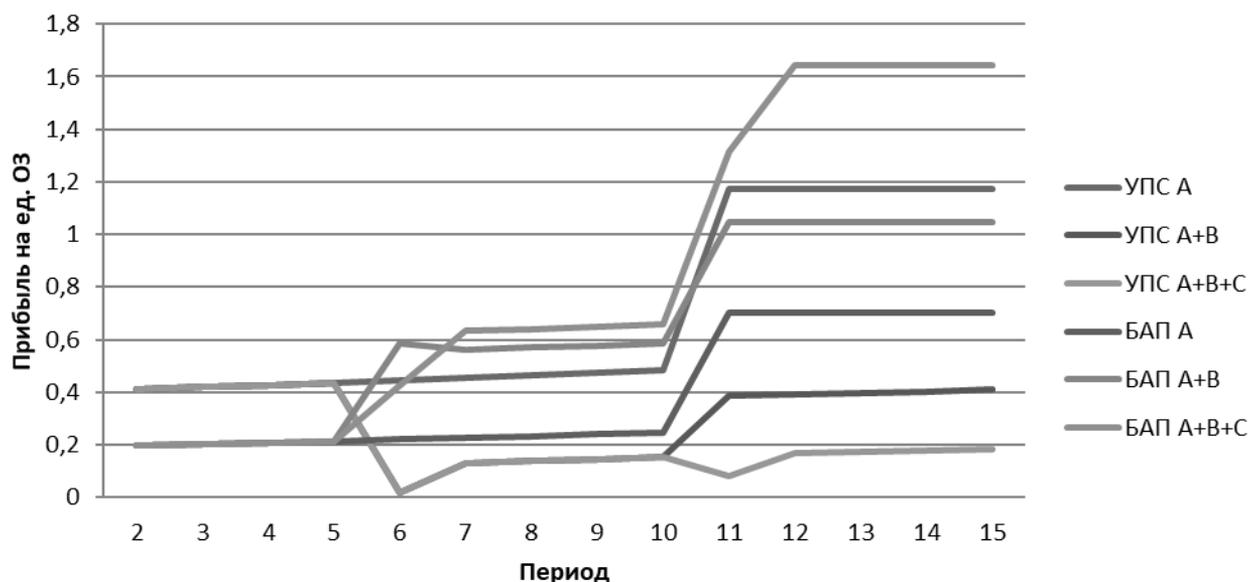
Период	1	2	...	14	15
Объем пр-ва	20000	20000	...	20000	20000
CapEx (стоимость линии)	60000000		...		
Валовая добавленная стоимость линии	28000000	28000000	...	28000000	28000000
Пост. затраты	5000000	5000000	...	5000000	5000000
Переменные издержки	4000000	4000000	...	4000000	4000000
Трудозатраты	3000000	3000000	...	3000000	3000000
Амортизация	6000000	6000000	...		
Налоги	1980000	1860000	...	900000	900000
Прибыль	8020000	8140000	...	15100000	15100000
Свободный денежный поток FCF	-45980000	14140000	...	15100000	15100000
Ставка дисконтирования	10%				
Дисконтированный FCF	-41800000	11685950	...	3976302	3614819
ЧПС	56 417 174,58 □				

Стоит заметить, что модель достаточно наглядно демонстрирует различия узкоспециализированных и быстро адаптирующихся систем производства, и улавливает их особенности. Так, к примеру, наилучший показатель по чистой приведенной стоимости свободных денежных потоков достигается при производстве одной модели А в случае узкоспециализированной производственной системы. Результаты для быстро адаптирующихся производственных систем отличаются коренным образом: наилучшие показатели достигаются при производстве всех видов моделей.

**Таблица 3 – Сравнение УПС и СБАП**

Варианты функционирования производственной системы	ЧПС при УПС	ЧПС при СБАП
Производится только модель А	56 417 174,58 □	8 699 886,51 □
Производится модель А и В	29 675 157,38 □	67 274 830,82 □
Производятся модели А, В и С	10 495 740,75 □	83 807 549,80 □

Кроме того, на основе результатов, полученных с помощью соответствующего моделирования, становится возможным сравнение эффективности производства с использованием той или иной системы. Учитывая ограниченность данных, а также тот факт, что в рассматриваемом примере УПС и СБАП применялись к ограниченному участку производства, сравнение систем по показателю из группы обобщающих показателей эффективности производства выглядит наиболее логичным. Ниже представлен график изменения показателя прибыли на единицу общих затрат в зависимости от использованной системы и количества выпускаемых моделей. График наглядно демонстрирует большую эффективность производства с использованием СБАП в случае необходимости производства как минимум двух моделей продукта (Рисунок 1). Однако, если разработчики производственной системы уверены в том, что на период планирования не будет необходимости введения в производство дополнительных моделей продукта, то использование УПС выглядит более эффективным решением.



**Рисунок 1 – Прибыль на единицу общих затрат**

В контексте анализа полученных результатов хотелось бы отметить, что для принятия финального решения о приобретении и установки производственной системы рекомендуется учитывать вероятности возникновения того или иного события. Например, разработчик системы может начать с определения количества моделей продукта, которые должны будут обрабатываться и прогнозируемого объема для каждой модели. Если объем для каждой модели высок, предпочтительными будут узкоспециализированные системы. Если для нескольких моделей потребуется низкий или средний объем, то необходимо рассмотреть вариант с СБАП. Также проектировщик систем должен принимать во внимание возможность внедрения новых моделей, для которых система не была изначально разработана.

Следующим шагом после построения ряда моделей, описывающих те или иные варианты развития событий, должно быть составление сводной таблицы с присвоением коэффициентов вероятности тому или иному событию с последующим нахождением ожидаемой денежной стоимости FCF.

**Таблица 4 – Ожидаемая денежная стоимость производственных систем**

Вариант производства	Коэффициент вероятности	УПС	СБАП
Только модель А	0,5	28208587,29	4349943,256
Модели А и В	0,3	8902547,214	20182449,25
Модели А, В и С	0,2	2099148,15	16761509,96
Ожидаемая денежная стоимость		39 210 282,65 □	41 293 902,46 □

В практическом примере, рассмотренном в данной работе, ожидаемая денежная стоимость системы быстро адаптирующегося производства получилась выше, чем у узкоспециализированной системы. Что должно свидетельствовать о выборе в пользу СБАП в данном конкретном случае. Однако коэффициенты вероятности будут варьироваться в зависимости от предприятия, и должны будут определяться с помощью экспертной оценки ведущим инженерным персоналом компании.

Также стоит заметить, что СБАП выглядит более привлекательной для рассмотренного примера в финансовом и стратегическом отношении по сравнению с узкоспециализированными системами, поскольку имеет более низкие первоначальные инвестиционные затраты при возникновении необходимости одновременного выпуска нескольких моделей продуктов. Системы БАП лучше остальных производственных систем реагируют на ввод в производство новых (незапланированных) моделей продукта.

Даже одно введение незапланированной модели продукта приводит к резкому изменению ЧПС свободного денежного потока, что делает системы БАП достаточно ценными в качестве инструмента для долгосрочного стратегического производства.

### Заключение

В данной статье было проведено сравнение производственных систем в применении к участку производства двигателей. Для получения информации о ценности систем БАП была применена модель дисконтированных денежных потоков, построенная с использованием ПО MS Excel. Опираясь на результаты, представленные в работе, можно сделать вывод о том, что системы БАП отвечают требованиям быстрого и экономически эффективного реагирования на введение в производство новых (незапланированных) моделей продуктов и динамического распределения мощностей для удовлетворения непредсказуемого спроса.

Предлагаемая в настоящей работе модель проста, охватывает важные особенности производственных систем и облегчает обсуждение и выбор производственной системы инженерами автомобильной промышленности. Тем не менее, существуют значительные возможности по расширению исследования. Приведенный в настоящей статье предварительный анализ, локализован для выбора системы для одного производственного участка. В последствие было бы полезно распространить использование подобных моделей на перспективу всего предприятия – это могло бы помочь в определении подразделений, требующих использование принципов и методов быстро адаптирующегося производства. Стоит также заметить, что результаты основаны на предположении, что спрос на модель продукта намного меньше, чем доступная пропускная способность системы, что зачастую существует на практике в реальности автомобильной промышленности. Анализ кейсов, когда спрос приблизительно равен или превышает пропускную способность системы, также оставлен для будущих исследований.

### Библиография

1. Elkins D.A., Huang N. and Alden J.M. Agile manufacturing systems in the automotive industry // *Int. J. Production Economics*. 2003. №91. P. 201-214.
2. Gunasekaran A. (ed.) *Agile Manufacturing: The 21st Century Competitive Strategy*. Amsterdam: Elsevier, 2001.
3. Gupta Y.P. and Goyal S. Flexibility of manufacturing systems: Concepts and measurements // *European Journal of Operational Research*. 1989. №43. P. 119-135.
4. Morgan L.O. and Daniels R.L. Integrating product mix and technology adoption decisions: A portfolio approach for evaluating advanced technologies in the automobile industry // *Journal of Operations Management*. 2001. № 19. P. 219-238.
5. Nagel R.N., Dove R., Goldman S. and Preiss K. *21st century manufacturing enterprise strategy: An industry-led view*. Bethlehem, PA.: Iacocca Institute, Lehigh University, 1991.
6. Newman W.S. et al. Design lessons for building agile manufacturing systems // *IEEE Transactions on Robotics and Automation*. 2000. №16(3). P. 228-238.
7. Ordoobadi S.M. and Mulvaney N.J. Development of a justification tool for advanced manufacturing technologies: System-wide benefits value analysis // *Journal of Engineering Technology Management*. 2001. №18. P. 157-184.
8. Ramasesh R., Kulkarni S. and Jayakumar M. Agility in manufacturing systems: An exploratory modeling framework and simulation // *Integrated Manufacturing Systems*. 2001. №12(6/7). P. 534-548.
9. Sanchez L.M. and Nagi R. A review of agile manufacturing systems // *International Journal of Production Research*. 2001. №39(16). P. 3561-3600.
10. Shewchuk J.P. and Moodie C.L. Flexibility and manufacturing systems design: An experimental investigation // *International Journal of Production Research*. 2000. №38(8). P. 1801-1822.
11. Xiaobo Z., Jiancai Y. and Zhenbi L. A stochastic model of a reconfigurable manufacturing system, Part 2: Optimal configurations // *International Journal of Production Research*. 2000. №38(12). P. 2829-2842.
12. Yusuf Y.Y., Sarhadi M. and Gunasekaran A. Agile manufacturing: The drivers, concepts, and attributes // *International Journal of Production Economics*. 1999. №62. P. 33-43.
13. Zukin M. and Dalcol P.R. Manufacturing flexibility: Assessing managerial perception and utilization // *International Journal of Flexible Manufacturing Systems*. 2000. №12. P. 5-23.

### **The model of expediency consideration of using quickly adjust production system at enterprise**

**Ruslan P. Shevchenko**

Postgraduate,  
Kazan National Research Technical University,  
420111, 10, Karla Marksa st., Kazan, Russian Federation;  
e-mail: Shev028@yandex.ru

Ruslan P. Shevchenko

## Abstract

The legislation testifies to the fact that the risk is an immanent property of entrepreneurial activity. In it the category "entrepreneurship" is defined as direct independent, systematic, at own risk activity on production, performance of works, rendering of services for the purpose of receipt of profit which is performed by the physical and legal entities registered as subjects of business activity in the order established by the legislation. The paper presents a comprehensive analysis of risk parameters to determine the content and the possibility of forming a holistic perception of the development paradigm for the industrial enterprise as a whole. The mechanisms of neutralization of financial risks include: risk avoidance; risk retention (in combination with internal insurance); minimizing risks through diversification, limiting, hedging); transfer of risk (external insurance). It should also be noted that there is a risk retention mechanism whereby the company creates reserve funds to cover losses if their maintenance is more reasonable than external insurance. Entrepreneurs deliberately risk taking decisions in conditions of uncertainty, choosing the direction of action in the presence of alternative options, the implementation of which provide with a certain probability. The uncontrolled nature of the marketing environment creates uncertainty that cannot be quantified in advance, and the likelihood and extent of business risks can be quantified. Uncertainty of the marketing environment and entrepreneurial risk are the standard norms of the market economy.

## For citation

Shevchenko R.P. (2018) Model' otsenki tselesoobraznosti ispol'zovaniya bystro adaptiruyushcheisya proizvodstvennoi sistemy na predpriyatii [The model of expediency consideration of using quickly adjust production system at enterprise]. *Ekonomika: vchera, segodnya, zavtra* [Economics: Yesterday, Today and Tomorrow], 8 (3A), pp. 156-166.

## Keywords

Production system, system of agile manufacturing (SAM), highly – targeted production system, discounted cash flow model, motor industry, enterprise, evaluation model, probability coefficient, economic potential, production philosophy.

## References

1. Elkinsa D.A., Huang N. and Aldenb J.M. (2003) Agile manufacturing systems in the automotive industry. *Int. J. Production Economics*, 91(2004), pp. 201-214.
2. Gunasekaran A. (ed.) (2001) *Agile Manufacturing: The 21st Century Competitive Strategy*. Amsterdam: Elsevier.
3. Gupta Y.P. and Goyal S. (1989) Flexibility of manufacturing systems: Concepts and measurements. *European Journal of Operational Research*, 43, pp. 119-135.
4. Morgan L.O. and Daniels R.L. (2001) Integrating product mix and technology adoption decisions: A portfolio approach for evaluating advanced technologies in the automobile industry. *Journal of Operations Management*, 19, pp. 219-238.
5. Nagel R.N., Dove R., Goldman S. and Preiss K. (1991) *21st century manufacturing enterprise strategy: An industry-led view*. Bethlehem, PA.: Iacocca Institute, Lehigh University.
6. Newman W.S. et al. (2000) Design lessons for building agile manufacturing systems. *IEEE Transactions on Robotics and Automation*, 16(3), pp. 228-238.
7. Ordoobadi S.M. and Mulvaney N.J. (2001) Development of a justification tool for advanced manufacturing technologies: System-wide benefits value analysis. *Journal of Engineering Technology Management*, 18, pp. 157-184.
8. Ramasesh R., Kulkarni S. and Jayakumar M. (2001) Agility in manufacturing systems: An exploratory modeling framework and simulation. *Integrated Manufacturing Systems*, 12(6/7), pp. 534-548.
9. Sanchez L.M. and Nagi R. (2001) A review of agile manufacturing systems. *International Journal of Production Research*, 39(16), pp. 3561-3600.
10. Shewchuk J.P. and Moodie C.L. (2000) Flexibility and manufacturing systems design: An experimental investigation. *International Journal of Production Research*, 38(8), pp. 1801-1822.

11. Xiaobo Z., Jiancai Y. and Zhenbi L. (2000) A stochastic model of a reconfigurable manufacturing system, Part 2: Optimal configurations. *International Journal of Production Research*, 38(12), pp. 2829-2842.
12. Yusuf Y.Y., Sarhadi M. and Gunasekaran A. (1999) Agile manufacturing: The drivers, concepts, and attributes. *International Journal of Production Economics*, 62, pp. 33-43.
13. Zukin M. and Dalcol P.R. (2000) Manufacturing flexibility: Assessing managerial perception and utilization. *International Journal of Flexible Manufacturing Systems*, 12, pp. 5-23.