

## ПРИМЕНЕНИЕ ФИЛОСОФИИ «РАЦИОНАЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА» В УПРАВЛЕНИИ ПРОЕКТАМИ СОЗДАНИЯ ОБРАЗЦОВ СЛОЖНОЙ ТЕХНИКИ

**Крицкий Д.Н.**

младший научный сотрудник, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков, Украина  
krickiydn@rambler.ru

**Дружинин Е.А.**

д.т.н., профессор, зав. кафедрой, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков, Украина

**Аннотация.** В данной статье представлены принципы философии рационального производства в отношении проектов создания сложной техники; разработаны модели для фильтрации проектов в портфеле и при выборе проектных решений в процессе реализации проекта: максимизации прибыли, минимизации рисков, минимизации затрат, максимизации качества.

**Ключевые слова:** рациональное производство, чистая текущая стоимость, качество продукта проекта, проектные риски, проектные затраты

## APPLICATION OF PHILOSOPHY “LEAN PRODUCTION” IN PROJECT MANAGEMENT OF SOPHISTICATED TECHNIQUES SAMPLES

**Krickiy D.N.**

National Aerospace University N.E. Zhukovsky “HAI”, Kharkov, Ukraine

**Dryginin E.A.**

d.t.s, professor, head of department, National Aerospace University  
N.E. Zhukovsky “HAI”, Kharkov, Ukraine

**Abstract.** This paper presents the principles of lean production philosophy for projects creating sophisticated technology; developed model to filter projects in the pipeline and when choosing the design decisions during implementation of the project: maximize profits, minimize risk, minimize costs, maximize quality.

**Keywords:** sustainable production, net present value, quality product design, project risks, project costs

### Введение

При управлении портфелями проектов создания новых образцов сложной техники возникает проблема выбора проектов, которые будут осуществляться при ограниченном инвестировании. При этом в современных рыночных условиях для успешной конкуренции необходимо, чтобы продукт проекта был качественным. Одним из вариантов решения проблемы является применение концепции Lean Manufacturing (LM), которая реализуется в соответствии со стандартами ISO 9000 на самых различных предприятиях, корпорациях и офисах. Но

просто применение LM не решает проблемы отбора проектов в портфель.

В данной работе рассмотрен подход, в котором основное значение придается качеству продукта проекта при заданной стоимости, а сроки выполнения проекта остаются как параметр для выбора. Для обеспечения выполнения проекта при данных ограничениях необходимо внедрять принципы LM на этапе возникновения идей. Потому что на этом этапе выдвигаются варианты, которые необходимо проанализировать и принять решение по дальнейшему продвижению либо отказу.

Рассмотрим основные принципы существующих подходов LM [1].

LM использует подход «точно вовремя», для устранения лишних запасов. Создаются условия реализации проекта, которые помогают работникам все время производить совершенные товары; сокращается потребность в пространстве. Этот подход минимизирует расстояние, на которое перемещаются детали, и освобождает пространство для его альтернативного использования.

Сущность «рационального производства» – высокое качество, малые размеры партий и т.д.

LM имеет преимущества для массового производства: большие объемы – низкие затраты на единицу; и единичного производства: разнообразие и гибкость [1].

LM позволяет создавать системы совершенствования продукции и процессов; при этом обеспечивает работу в команде с развитием гибкости и универсальности каждого работника.

Цели LM – высокие стандарты качества; низкие производственные издержки на единицу продукта проекта; быстрая реакция на запрос клиента, короткий производственный цикл.

Рассмотрим ключевые элементы LM:

- высокие стандарты качества должны обеспечивать выявление дефектов во время, а не после изготовления образцов техники;
- сокращенное время установки и переналадки оборудования;
- малые размеры партий; короткие производственные циклы;
- контроль качества процессов;
- профилактическое обслуживание оборудования;
- партнерские взаимоотношения с тщательно выбранными поставщиками;
- "спрямленный" производственный поток; "вытягивающая" система поставки комплектующих;
- малый размер партии образцов техники с коротким циклом ее изготовления приводит к уменьшению среднего запаса сырья;

- малые средние запасы и короткий цикл изготовления позволяет достичь гибкости производства [2].

Для предотвращения поломок, оборудование поддерживается в хорошем рабочем состоянии.

Вводится система гарантированного качества. При малых запасах все детали должны быть хорошими. Поэтому бракованные детали должны быть обнаружены как можно раньше и исключены из процесса.

Портфель проектов, рассматриваемый в данной работе, содержит в себе проекты, которые в свою очередь являются также мультипроектами, поскольку состоят из проекта разработки, проекта производства, проекта сопровождения и проекта утилизации. Портфель формируется при выдвижении идей, поскольку на одно техническое задание возможно создать несколько образцов сложной техники, имеющих различные характеристики (многофункциональность; рекордное направление – одна особенность является ярко выраженной и может негативно влиять на другие характеристики и т.д.). Поэтому для сокращения затрат на выполнение работ, приводящих к негативному результату, необходимо выполнять отсеивание невыгодных проектов из портфеля на наиболее ранних стадиях.

При рассмотрении управления проектами связанного с образцами сложной техники каждый проект должен пройти такие стадии как разработку, производство, сопровождение (эксплуатацию) и утилизацию. Каждая из этих стадий является отдельным проектом из-за сложности, многоэтапности, а так же, в связи с тем, что выполнение этих проектов может осуществляться не одной организацией. Следовательно, жизненный цикл представляет собой комплекс проектов (рис. 1).

Каждый проект может быть прибыльным. Организация может получать доход, реализуя проект разработки от трансфера технологий: передачи патентов на изобретения; патентного лицензирования; торговли беспатентными изобретениями; передачи технической документации; передачи ноу-хау; пе-

редачи технологических сведений, сопутствующих приобретению или аренде (лизинг) оборудования и машин; информационного обмена в персональных контактах на семинарах, симпозиумах, выставках и т.п.; инжиниринга; научных исследований и разработки при обмене учеными и специалистами; проведения различными фирмами совместных исследований и разработок; организации совместного производства; организации совместных предприятий.

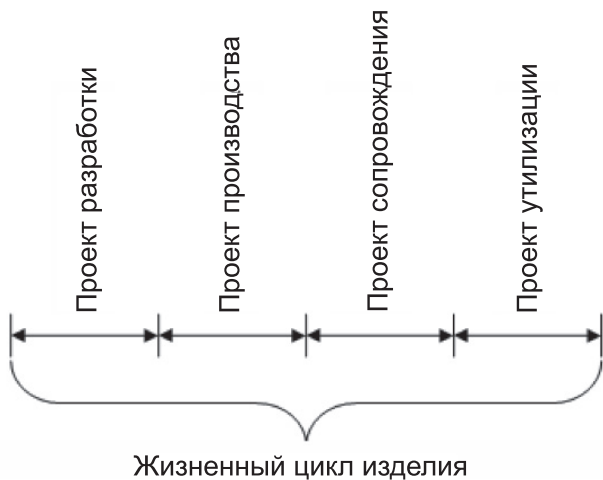


Рис. 1. Содержание жизненного цикла изделия

Проект производства является доходным от продаж экземпляров сложной техники. Проект сопровождения получает доход от выполнения работ экземплярами сложной техники, а проект утилизации получает доход от продаж компонентов или частей экземпляров сложной техники.

Таким образом предприятие получает доход от всех проектов входящих в жизненный цикл изделия.

### Принципы LM для проектов создания сложной техники

Принципы данной философии направлены на оптимизацию проектов создания сложной техники, основными из них являются:

- «сквозная» ориентация всех действий и работ на достижение заявленного конечного результата;
- расстановка приоритетов в системе качества – стоимость – срок таким образом, что вопросы стоимости и сроков имеют смысл только в отно-

шении вариантов, обеспечивающих требуемое качество;

- постоянный контроль текущего хода выполнения проекта с анализом достигнутых на данный момент времени результатов, а также достаточности оставшихся ресурсов проекта для успешного достижения цели проекта;
- постоянный анализ рисков проекта, уделяя особое внимание риску «неполучения продукта проекта требуемого качества»;
- при возникновении проблем с качеством продукта проекта применения действия «стоп процесс» для анализа причин возникновения проблем, решения этих проблем только принципиальными мерами, обеспечивающими не возникновение проблем в дальнейшем;
- должен быть план проекта и этот план должен постоянно контролироваться и перерабатываться в соответствии с достигнутыми результатами и текущими остатками ресурсов проекта;
- построение итеративного процесса хода разработки таким образом, чтобы число итераций свести к минимуму и избежать возвратов с более поздних, материализованных стадий проекта, на более ранние;
- организация надлежащего информационного обеспечения проекта, применяя CALS-технологии в отношении продукта проекта и в отношении результатов работы отдельных участников-исполнителей, широкий обмен информацией о качествах составных частей, тенденциях хода разработки, возникающих проблемах и угрозах проявления рисков;
- работа в соответствии со стандартами предприятия [3].

При рассмотрении принципов LM следует выделить четыре основных направления: максимизация прибыли (все действия во время разработки, производства и эксплуатации направлены на постоянные улучшения, что в конечном итоге, увеличит доход); достижения максимального качества; минимизация затрат (при закупке необходимых ресурсов необходимо провести планирование так, чтобы после

выполнения проекта не осталось невостребованных ресурсов, количество исследований должно быть обоснованным и достаточным для достижения поставленных целей и т.д.); минимизация рисков, чтобы при выполнении проекта не появились дополнительные затраты, связанные с покрытием проявившихся рисков.

Данные четыре направления можно представить в виде математических моделей, которые будут способствовать внедрению принципов LM на этапах создания образцов сложной техники.

### Модели, способствующие внедрению принципов LM в проектах разработки образцов сложной техники

#### Модель максимизации прибыли

Сформировать множество  $P$  (множество проектов, входящих в портфель), для которого

$$\sum_{i \in P} NPV_i \rightarrow \max,$$

где  $NPV_i$  – чистая текущая стоимость  $i$  проекта, которая рассчитывается по формуле:

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+r)^t} - \sum_{t=0}^n \frac{I_t}{(1+r)^t},$$

где  $NPV$  – чистая текущая стоимость;  $CF_t$  – приток денежных средств в период  $t$ ;  $I_t$  – сумма инвестиций (затраты) в  $t$ -ом периоде;  $r$  – барьерная ставка (ставка дисконтирования);  $n$  – суммарное число периодов (интервалов, шагов)  $t = 1, 2, \dots, n$  (или время действия инвестиции).

При этом должны выполняться следующие условия

$$1) \text{DPI}_i > 1, \quad i \in P \text{ или } \prod_{i \in P} \text{DPI}_i > 1 \text{ (в случае)}$$

если один или несколько проектов из портфеля будут иметь дисконтированный индекс доходности меньше единицы то весь портфель проектов обязательно должен иметь  $\text{DPI} > 1$ ,  $\text{DPI}$  – дисконтированный индекс доходности, определяется по формуле:

$$\text{DPI} = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{I_t}{(1+r)^t}},$$

где  $\text{DPI}$  – дисконтированный индекс доходности, долей единиц;  $CF_t$  – приток денежных средств в период  $t$ ;  $I_t$  – сумма инвестиций (затраты) в  $t$ -ом периоде;  $r$  – барьерная ставка (ставка дисконтирования), долей единиц;  $n$  – суммарное число периодов (интервалов, шагов)  $t = 1, 2, \dots, n$ .

$$2) \sum_{i \in P} F_{ji}(t) \leq F_j^{nped.}(t), \quad j = 1 \dots NF; \text{ где } F_j^{nped.}(t)$$

– фондоемкость предприятия в момент времени  $t$ ,  $F_{ji}(t)$  – фондоемкость, необходимая для выполнения  $i$  проекта на момент времени  $t$ ,  $NF$  – количество необходимого оборудования. Фондоемкость всех проектов не должна превышать фондоемкости соответствующего оборудования предприятия.

$$3) \sum_{i \in P} T_{ki}(t) \leq T_k^{nped.}(t), \quad k = 1 \dots Nk; \text{ где } T_k^{nped.}(t)$$

– трудоемкость по  $k$  специальности на момент времени  $t$ , которой располагает предприятие,  $T_{ki}(t)$  – трудоемкость  $i$  проекта по  $k$  специальности на момент времени  $t$ ,  $Nk$  – количество персонала необходимой квалификации. Количество трудоемкости необходимой для выполнения всех работ по проектам не должно превышать располагаемой предприятием трудоемкостью необходимой квалификации.

$$4) \left( \sum_{i \in P} 3_i^C + \sum_{i \in P} 3_i^II + \sum_{i \in P} 3_i^Э \right) \leq \sum_{i \in P} I_i \text{ ограничения}$$

на затраты, где  $I_i$  – инвестиции в  $i$  проект;  $3_i^C$  – затраты на проект создания;  $3_i^II$  – затраты на проект производства;  $3_i^Э$  – затраты на проект эксплуатации;

$$5) \left( \sum_{i \in P} 3_i^C + \sum_{i \in P} 3_i^II + \sum_{i \in P} 3_i^Э \right) \leq \sum_{i \in P} (I_i + D_i), \text{ где}$$

$D_i$  – прогнозируемый доход полученный от  $i$  проекта;

$$6) \left( \sum_{i \in P} Z_i^C + \sum_{i \in P} Z_i^H + \sum_{i \in P} Z_i^D \right) \leq \sum_{i \in P} D_i.$$

Условия 4-6 дополняют друг друга и используются в зависимости от рассматриваемого этапа проекта (инвестиционный этап, когда в проект вкладываются только инвестиции; этап, когда проект приносит предприятию доход, но и требует вложение инвестиций; этап, когда проект приносит доход предприятию и не требует дополнительных инвестиций).

### Модель минимизации рисков

$$\prod_{i \in P} R_i \rightarrow \min,$$

где R – риски связанные с проектом. Риски можно разделить на два основных: риск не выполнения проекта и риск «неполучения продукта проекта» нужного качества, что является частным случаем первого из рисков.

При условиях

$$1) \left( \sum_{i \in P} Z_i^C + \sum_{i \in P} Z_i^H + \sum_{i \in P} Z_i^D \right) \leq \sum_{i \in P} I_i;$$

$$2) \left( \sum_{i \in P} Z_i^C + \sum_{i \in P} Z_i^H + \sum_{i \in P} Z_i^D \right) \leq \sum_{i \in P} (I_i + D_i);$$

$$3) \left( \sum_{i \in P} Z_i^C + \sum_{i \in P} Z_i^H + \sum_{i \in P} Z_i^D \right) \leq \sum_{i \in P} D_i;$$

$$4) \sum_{i \in P} NPV_i \rightarrow \max.$$

Условия 1-3 дополняют друг друга и используются в зависимости от рассматриваемого этапа проекта.

### Модель минимизации затрат

$$\sum_{i \in P} Z_i \rightarrow \min.$$

При этом необходимо, чтобы выполнялось основное условие возможности реализации проекта:

$$\sum_{i \in P} Z_i(t) \leq (I_i(t) + D_i(t)),$$

где  $Z_i(t)$  – затраты i проекта на момент времени t;  $I_i(t)$  – инвестиции в i проект на момент времени t;  $D_i(t)$  – прогнозируемые доходы, полученные от i проекта на момент времени t.

В затраты включаются все расходы при создании, производстве и эксплуатации продукта проекта. Расчет ведется по формуле:

$$Z_i(t) = Z_i^C(t) + Z_i^H(t) + Z_i^D(t),$$

где  $Z_i$  – соответственно затраты на i проект, которые включают в себя затраты на создание продукта проекта, его производство и эксплуатацию.

Затраты на создание определяются по формуле:

$$Z_i^C = Z_i^{Спост} + Z_i^{Снеп} = C_i^{ам} + C_i^{накл} + M_i + 3\Pi_i + H_i + C_i^{ком},$$

где  $Z_i^{Снеп}$  – переменные затраты на проект создания продукта проекта,  $Z_i^{Спост}$  – постоянные затраты на проект создания продукта проекта;  $M_i$  – затраты на материалы, комплектующие изделия, услуги;  $3\Pi_i$  – заработная плата персонала;  $H_i$  – налоги и отчисления, включаемые в затраты;  $C_i^{ам}$  – затраты на амортизационные отчисления;  $C_i^{накл}$  – накладные расходы;  $C_i^{ком}$  – затраты на коммунальные платежи.

Затраты на создание продукта проекта включают в себя затраты на всех стадиях и этапах научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ.

Затраты на производство и эксплуатацию определяются единообразно по формулам:

$$Z_i^H = M_i + 3\Pi_i + H_i + K_i,$$

$$Z_i^D = M_i + 3\Pi_i + H_i + K_i,$$

где  $K_i$  – сумма единовременных затрат и стоимости основных средств для i проекта.

### Модель максимизации качества

$\sum_{i \in P} Q_i \rightarrow \max$ , где  $Q_i$  – уровень качества продукта i-ого проекта.

При условиях

$$1) \left( \sum_{i \in P} Z_i^C + \sum_{i \in P} Z_i^H + \sum_{i \in P} Z_i^D \right) \leq \sum_{i \in P} I_i;$$

$$2) \left( \sum_{i \in P} Z_i^C + \sum_{i \in P} Z_i^D + \sum_{i \in P} Z_i^E \right) \leq \sum_{i \in P} (I_i + D_i);$$

$$3) \left( \sum_{i \in P} Z_i^C + \sum_{i \in P} Z_i^D + \sum_{i \in P} Z_i^E \right) \leq \sum_{i \in P} D_i.$$

В случае, если созданные множества проектов с помощью моделей будут одинаковы  $\{P_1\} = \{P_2\} = \{P_3\} = \{P_4\}$ , то проект будет выбираться на основании модели максимизации качества, поскольку главное условие проекта на основе принципов ЛМ является создание качественного продукта проекта, имеющего необходимую надежность и обладающего достаточным ресурсом эксплуатации.

### Выводы

Таким образом, получен комплекс моделей, направленный на оптимизацию проектов с учетом достижения необходимого качества продукта проекта, имеющего необходимую надежность и обладающего достаточным ресурсом эксплуатации. Полученные модели используются в качестве фильтра по отбору проектов из портфеля проектов и при выборе проектных решений в процессе реализации проекта.

Учитывая, что в условиях высокого уровня конкуренции и сокращения сроков создания образцов сложной техники, одним из важных подходов является применение философии ЛМ.

### Список литературы

1. Вейдер М. Инструменты бережливого производства: Мини-руководство по внедрению методик бережливого производства/ Майкл Вейдэр; Пер. с англ. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2005. – 125с.
2. Васильев С.В. Производственный менеджмент. Учеб.-метод. Пособие / С.В.Васильев; НовГУ им. Ярослава Мудрого. – Великий Новгород, 2003. – 99 с.
3. Вумек Джеймс П., Джонс Дэниел Т. Бережливое производство: Как избавиться от потерь и добиться процветания вашей компании/ Пер с англ. – 2-е изд.-М.: Альпина Бизнес Букс, 2005. – 473 с.