

ОПЕРАЦИОННА СИСТЕМА И КОНКУРЕНТНИ ПРЕДИМСТВА НА ПРЕДПРИЯТИЕТО

Изследването има за цел да разкрие приноса на операционната система на предприятието (и протичащите в нея процеси) за придобиване и поддържане на конкурентни предимства. Диагностицирано е влиянието, което спецификата на операционната система и решенията, свързани с нейното проектиране и функциониране, оказват върху резултатите от стопанската дейност на предприятието. Очертана е необходимостта от синхронизиране на процесите в операционната система с промените в целевите приоритети, вкл. и с тези в ключовите фактори за успех на предприятието. Предложени са варианти за постигане на баланс между две противоречиви цели: максимално използване на наличния капацитет и ограничаване на запасите и незавършеното производство. Представени са и модели за диагностика на процесите в операционната система на предприятието, базирани върху обвързване между приоритетното подреждане на преследваните цели и възможните комбинации между „тласкане“ и „теглене“ на процесите, или основани на теорията за логистичните операционни криви.

JEL: M11; L23

От съществено значение за просперитета на предприятието, както и за достигането на определено равнище на ефективност е осигуряването на успех в конкурирането на избраните пазари. За целта е наложително всички дейности, свързани с предоставянето на продуктите и услугите на пазара, да бъдат добре управлявани. Достигането на конкурентно предимство² най-общо се състои:

Първо, в способността на организацията да убеди клиентите, че притежава съществени умения, отличаващи се от тези на конкурентите.

Второ, в умението да работи с по-малко разходи, за да си осигури по-висока печалба.

¹ Силвия Благоева е гл. ас. д-р в Икономически университет – Варна, катедра „Икономика и управление на индустрията“.

² Ohmae, K. The Mind of the Strategist. Penguin Books, 1983.

Веднага трябва да се подчертае, че огромно въздействие тук оказват решенията, свързани с операционната система на предприятието, както и самото ѝ функциониране, като влиянията се проявяват и в двете посоки, т.е.:

- върху разходите на предприятието, а следователно и върху ефективността от дейността му;
- върху възможността на предприятието ясно да се отличи от конкурентите чрез бързо реагиране на измененията в търсенето и желанията на потребителите.

В този смисъл важна задача на управлението на производството е осигуряването на непосредствена взаимовръзка между желанията на потребителите и възможностите на операционната система за бързо реагиране. Именно поради това е наложително стратегическите решения за производството да се вземат не само въз основа на анализ на силните и слабите страни на предприятието, но и при отчитане на промените в потребителското търсене. Смятаме, че не може да се постигне трайно превъзходство над конкурентите без ефективно управление на операционната система на предприятието. Нещо повече, то може да бъде съществен източник на конкурентно предимство, защото са важни не само броят на разработените и внедрени нови технологии и продукти. Необходимо е целият процес на проектиране и функциониране на операционната система на предприятието да се реализира по начин, различен от този на конкурентите. Така не само създаването на продуктите и услугите, но и предоставянето им на пазара ще се различава от това на конкурентите.

Очевидно решенията за операционната система на предприятието трябва да са базирани върху обстойни анализи и оценки, които да гарантират не просто проектиране и производство, но и възможност за управление на процесите в системата. Именно чрез това управление функционирането на операционната система трябва да се приспособява към промените в поставяните и преследвани цели, особено в случаите, когато се налага предприятието да търси нови конкурентни предимства.

Във връзка с казаното обект на студията е операционната система на предприятието, произвеждащо продукти и/или услуги за задоволяване на определени потребности. Предмет на изследването е функционирането на операционната система, нейното адаптиране към настъпващите промени и съдействието ѝ за достигане на преследваните от предприятието задачи.

Във връзка с това се цели решаването на следните научни задачи:

1. Чрез теоретичен анализ да се разкрият същността и обхватът на операционната система на предприятието, вкл. да бъдат класифицирани системите по различни признаци.

2. Да се посочи връзката и зависимостта между управлението на процесите в операционната система на предприятието и промяната в целевите приоритети.
3. Да се очертаят възможни подходи за идентифициране и оценка на процесите в операционната система, така че да се осигури тяхното непрекъснато регулиране, особено в случаите на промяна в целевите приоритети.

Анализите, оценките и констатациите в студията се основават на системния подход. При решаването на поставените научни задачи са използвани аналитични методи, както и резултатите от теоретични и практически изследвания на водещи в областта автори.

1. Проектиране и функциониране на операционната система на предприятието

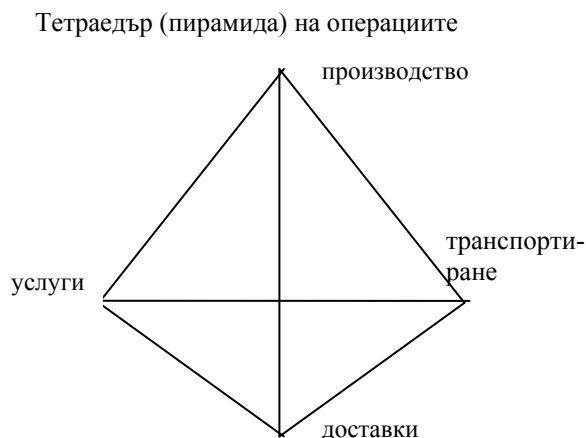
Основа за съществуването на всяко предприятие са продуктите и/или услугите, които произвежда, предлага и продава на пазара. Но за да има пазарен успех, то трябва оперативно да реагира на промените в потребителското търсене и на действията на конкурентите чрез усъвършенстване на съществуващите и създаване на нови продукти (услуги). Способността бързо и точно да се идентифицират потенциалните възможности, да се съсредоточат усилията в разработване на нови продукти и технологии и своевременно да се представят на пазара е изключително важна за всяко предприятие, като това трябва да се направи не само бързо, но и ефективно. Съкращаването на жизнения цикъл на съществуващите продукти принуждава предприятията да реализират все повече проекти за създаване на нови такива при относително малък разход на ресурси.

Изострянето на конкуренцията налага промени и в акцентите при проектирането на продуктите и услугите, вкл. поражда появата на нови акценти. През последните години все по-голямо значение придобива намаляването на срока за внедряване в производство на нови продукти. Нещо повече, все по-настойчиво се акцентира върху необходимостта от съкращаване на производствения цикъл на продуктите и времето за предоставяне на услугите. Непрекъснато се търсят варианти за разширяване на производствените възможности на операционната система на предприятието и повишаване на нейната гъвкавост.³ Това е ключов фактор, който влияе върху способността на предприятието да достига целите си, върху удовлетвореността на потребителите, върху качеството на продуктите и услугите, както и върху производствените разходи.

³ Голямо внимание се обръща и на екологичните проблеми на производството, намаляването на отпадъците и тяхното рециклиране.

Разработването на нови продукти е само едно от направленията за селективно подобряване на работата на предприятията. Изборът на конкретно направление позволява на предприятието чрез добре насочен финансов ресурс да формира определена добавена стойност и така да постигне добър финансов ефект⁴. В практиката се прилагат и редица други варианти за селективно подобряване – ценово лидерство, гъвкавост на операционната система, възможност за алтернатива (наличие поне на една алтернатива на всеки зададен параметър на предлагания продукт) и др. Всеки вариант се реализира чрез изпълнение на определена група дейности (операции). В литературата⁵ са описани четири основни групи дейности, които могат да се определят като операции (вж. фиг. 1). Производството е най-типичният вид операционна дейност, водеща до физическо преобразуване на суровините и материалите в полуфабрикат или готов продукт. Доставка обхваща дейности, които са свързани с промяната на правото на собственост върху физическите стоки (дистрибуторските мрежи). Транспортирането е дейност, водеща до преместване на стоки или хора от едно място на друго, при което не настъпва физическо преобразуване на преместваните обекти. Обслужването е дейност, насочена към изменение на състоянието на клиента. Тази промяна може да бъде свързана с физическото състояние (медицински услуги) или интелектуалното състояние (образователни услуги, консултиране), както и с различни комбинации между тях.

Фигура 1



На практика не е възможно конкретно предприятие да се намира само в един от върховете на тетраедъра (вж. фиг. 1), тъй като елемент на обслужване има във всяко производство, доставка или транспортиране. И тъй като на всеки

⁴ Едновременно с предимствата обаче селективното подобряване на работата има и определени недостатъци, най-същественият от които е, че в повечето случаи получените резултати са краткосрочни и не водят до укрепване на пазарните позиции на предприятието. Необходимо е да се избере комбинация от фактори, за да се повиши конкурентоспособността на предприятието във времето.

⁵ Гэлловей, Л. Операционный менеджмент. Принципы и практика. Изд. Питер, 2001, с. 17-19.

производител се налага да си доставя суровини и материали, да транспортира продукцията си, както и да ползва различни услуги, то чрез операционната си стратегия⁶ предприятията се стремят да прилагат определени комбинации от два или повече елемента. Според нас подобно комбиниране пряко засяга функционирането на операционната система на предприятието най-малко поради две причини:

Първата е, че всяко от посочените предимства на селективните подобрения, реализирано чрез определени операции и/или конкретни комбинации между тях, всъщност е насочено към достигане на определени цели на предприятието и се реализира чрез подходящо организиране на процесите и ресурсите в операционната система. При това поддръждането (ранжирането, приоритетността) на целите трябва да съответства на вида и особеностите на операционната система.

Втората причина е, че ако се наложи промяна в приоритетите на преследваните цели, то тя ще се отрази върху функционирането на операционната система и тази промяна трябва да бъде адекватно отразена.

Всичко казано дотук дава основание да смятаме, че проектирането и ефективното функциониране на операционната система на предприятието трябва да е в центъра на вниманието на мениджърите, тъй като именно тя „използва операционните ресурси на компанията за преобразуване на производствените фактори в избраната от нея продукция или услуга”.⁷ R. N. Roy също дефинира операционната система като „тази част от дадена организация, която произвежда нейните продукти”.⁸ Основна цел при изпълнение и управление на всички операции в операционната система на предприятието е създаването на добавена стойност, т.е. резултатите на изхода на системата да имат стойност, по-голяма от сумата на отделните входове (вж. фиг. 2). Самият процес на управление на операционната система, на протичащите в нея процеси, при които се създават продукти и/или услуги, формира съдържанието на понятието „управление на операциите”.⁹ Трябва да се подчертае, че управлението на операциите е важна дейност за всяко предприятие, защото без ясна операционна стратегия и ефективен мениджмънт то не може да работи добре.

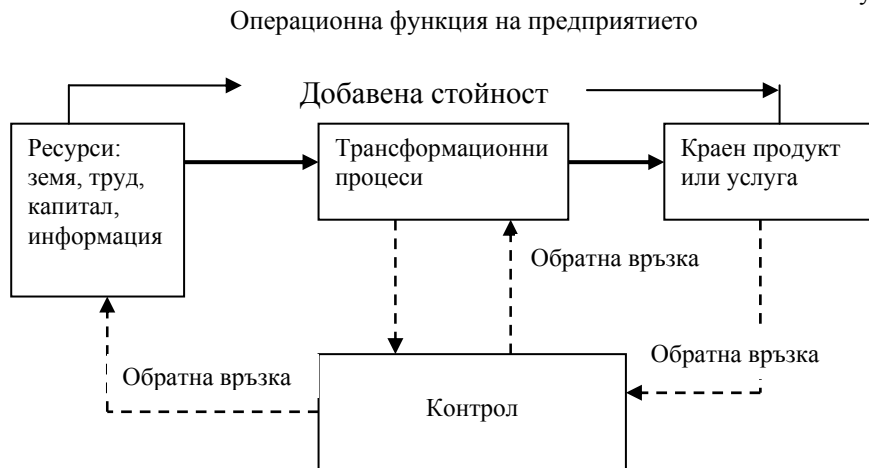
⁶ Операционната стратегия е свързана с вземане на решения, засягащи разработването на производствения процес, от една страна и инфраструктурата необходима за неговото поддържане, от друга. Вж. по-подробно Chase, R. B., N. J. Aquilano, and F. B. Jacobs. *Operations Management for a Competitive Advantage*. McGraw-Hill Irwin, 2001.

⁷ Чейз, Р., Ф. Джейкобз, Н. Аквилано. *Производственный и операционный менеджмент*. Десятое издание, 2007, с. 30.

⁸ Roy, R. N. *A Modern Approach to Operations Management*. New Age International Ltd., 2005, p. 4.

⁹ Стивенсон, В. Дж. *Управление производством*. Москва, изд. Бином, 1999, с. 22.

Фигура 2



Източник: Стивенсон, В. Цит. съч., с. 33.

На различните етапи от процеса на преобразуване до получаване на желания краен продукт се осъществява наблюдение и отчитане на получаваните резултати (обратна връзка), които се сравняват с установените стандарти за качество. В резултат от това се отстраняват онези операции, които не добавят стойност, с което се намалява потребността от входящи ресурси и се създават условия за увеличаване на добавената стойност.

Развитието на операционната система на предприятието преминава през отделни стадии, които според Chase, Aquilano и Jacobs¹⁰ формират нейния жизнен цикъл (вж. фиг. 3):

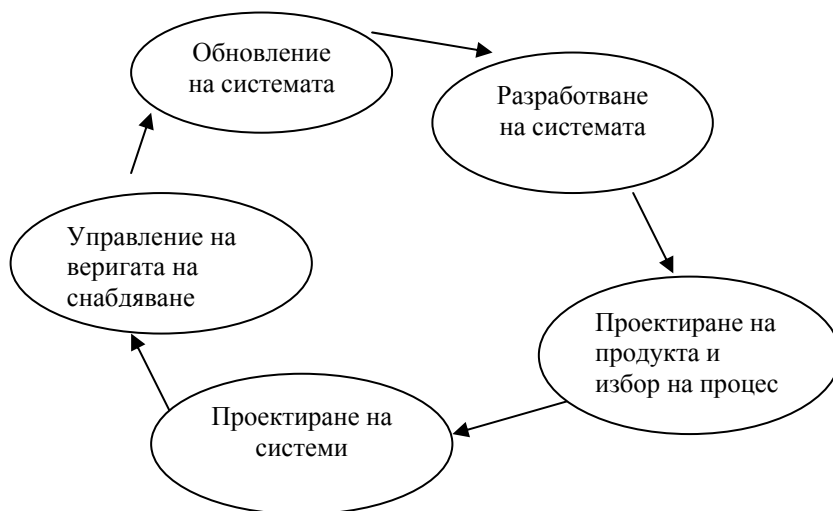
- разработване (създаване) на системата – дефиниране на основните цели на предприятието; осигуряване на връзка между тях и операционната стратегия; проблеми при управление на проекти;
- проектиране на продукта и избор на процеса – определяне на характеристиките на готовия продукт; разработване на продукта; избор на технологичния процес за производство на продукти или за предоставяне на услуги; проектиране на услуги; осигуряване на високо качество;
- проектиране на системи – определяне на необходимата производствена мощност; как се създава система „точно навреме”; разположение на производствените мощности и оборудването; как да се определи и измери производителността на труда и натрупаният опит;

¹⁰ Chase, R. B., N. J. Aquilano, F. B. Jacobs. Operations Management for a Competitive Advantage. McGraw-Hill Irwin, 2001.

- управление на веригата на доставки – ефективно управление на доставките; работа с доставчици; прогнозиране на търсенето; разработване на производствен график и контрол на движението на материалния поток;
- обновяване на системата – управление на функционирането, развитието и изменението на системата във времето.

Фигура 3

Жизнен цикъл на операционната система

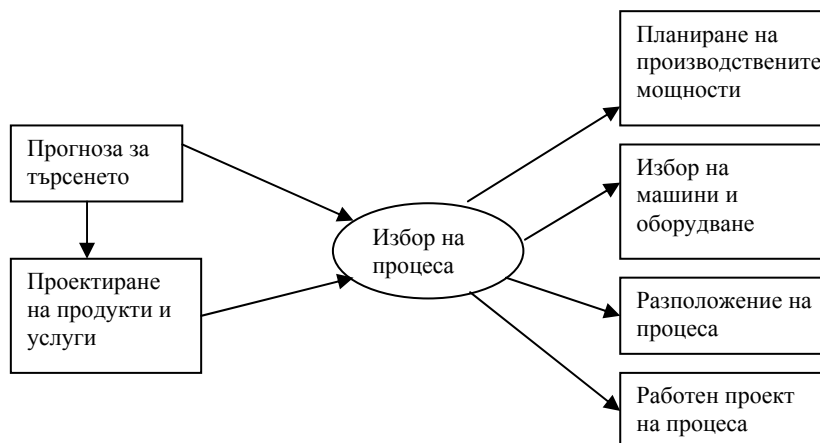


Преминаването през различните етапи на развитие е характерно за всички операционни системи, но в зависимост от техните особености всеки стадий има различна продължителност и специфика. Във всички стадии обаче се търси отговор на определени въпроси, свързани най-общо с проектирането или експлоатацията на системата. Подобна е позицията на W. Stevenson, който разглежда два основни аспекта на мениджърските решения във връзка с операционните системи:

Първият са решенията по разработване (проектиране) на операционната система на предприятието (вж. фиг. 4). В процеса на проектиране на операционната система непосредствено се определят голяма част от параметрите на нейната работа. Вземат се редица стратегически и тактически решения, засягащи производствената мощност на системата, географското разположение на производствените мощности, проектирането на продуктите и услугите, както и на процесите за тяхното създаване, разпределението на производствения процес по участъци и цехове, изграждането на производствената структура на предприятието, планирането на степента използване на оборудването.

Фигура 4

Проектиране на операционната система на предприятието



Спецификата на процесите в операционната система и планирането на мощностите във висока степен се определят от особеностите на избраните продукти или услуги. Процесът на тяхното проектиране включва редица дейности¹¹, които са тясно свързани с другите функции в предприятието (маркетинг, финанси). В крайна сметка всичко това директно влияе върху способността на системата да работи ефективно и да отговори на потребителските предпочитания. Нещо повече, осигуряването на надеждност на продуктите налага да се обръща сериозно внимание на изследванията и разработките, за да гарантира качеството още в процеса на проектиране на продуктите и производствените процеси.

Смятаме, че едно от най-важните стратегически решения при проектиране на операционната система е изборът на процес, който на практика определя какви технологии се използват в предприятието. Този избор е тясно свързан и с планиране на разположението на оборудването – влияе върху решенията по организация на производствените единици в предприятието, върху разположението на оборудването по отдели и др. Той влияе и върху протичането на работния процес в рамките на системата, върху нейната производителност, гъвкавост, върху величината на производствените разходи и в крайна сметка върху ефективността й.

¹¹ Могат да се посочат четири основни фази при проектиране на продуктите: разработка на концепцията (включва структура на продукта, ескизно проектиране, пазарна концепция); планиране на продукта (създаване на пазар, тестване на пазара, инвестиции и финансиране); проектиране на продукта и процеса (детайлно проектиране на продукта, инструментите и оборудването; изготвяне и изпитване на прототипа); пилотно производство и нарастване на стоковото производство (уточняване на обема на стоковото производство, пускане в производство, увеличаване на обема). Вж. Wheelwright, S., K. Clark. Revolutionizing Product Development. New York: Free Press, 1992, p. 6-8.

Проектирането на процеса е непосредствено свързано с планиране на операциите, т.е. с регулярно вземане на тактически решения в хода на производство, осигуряващи гъвкавост на системата, кратко време за производство и ниски разходи. Едновременно с това особеностите и основните задачи при управлението на производството (операциите) зависят до голяма степен от сферата, в която работи конкретното предприятие, както и от неговите специфични характеристики.

Вторият основен аспект са мениджърските решения по функциониране на операционната система на предприятието. Той обхваща планиране на потребностите от материали, планиране и управление на запасите, управление на доставките и работата с доставчици, съставяне на производствения график и контрол върху движението на материалния поток, управление на персонала, ръководство на работни проекти, управление на качеството. Мениджърите вземат ежедневни и оперативни решения, свързани с организацията на процесите и работата на цялата система.

Редица автори поставят акцент върху необходимостта от анализ на процесите в хода на функциониране на операционната система. Причината според нас е, че той е важно условие за осигуряване на конкурентоспособността, тъй като процесите, неотговарящи на потребностите на предприятието, затрудняват ефективната му работа. Освен това анализът на процесите дава възможност да се получи отговор на много сериозни въпроси, засягащи управлението и експлоатацията на системата, основни от които са: определяне на клиентите, които могат да се „пропуснат“ през даден процес за единица време; определяне на времето, необходимо за обслужване на един клиент или производството на един продукт; избор на варианти за повишаване на пропускателната способност на процеса; определяне на себестойността на получавания продукт или услуга; преодоляване на „тесните“ места, които са една от основните причини за намаляване на пропускателната способност на процеса и на операционната система.

Може да се каже, че независимо дали процесите са насочени към производството на продукт, или към предлагане на услуга, то колкото по-кратко е времето за тяхното протичане, толкова по-ефективно работи операционната система. Във връзка с това смятаме, че едно от най-важните изисквания, предявявани към организацията на процесите в хода на функциониране на операционната система, е осигуряването на най-кратка продължителност на времето за производство (производствения цикъл). Производствен цикъл¹² на даден процес всъщност е времето, за което той протича – от постъпване на предметите на труда в операционната система до предаването им в склада за готова продукция, независимо дали върху тях се въздейства по някакъв начин, или те престояват по работните места.

¹² Иванова, И., С. Благоева. Организация на производството в индустриалното предприятие. Варна, 2008, с. 73.

Структурата на производствения цикъл¹³ включва два основни разхода на време – време за работа и за прекъсвания (вж. фиг. 5). Времето за работа е най-важният структурен елемент на цикъла, тъй като това е времето за осъществяване на производството. То включва технологичен цикъл (времето за протичане на частични технологични процеси и операции, които могат да се реализират с пряко или косвено участие на работниците) и времето за изпълнение на контролни, транспортни, складови и други обслужващи процеси и операции.

Фигура 5

Структура на производствения цикъл



Работният период се допълва от времето за регламентирани и нерегламентирани прекъсвания, т.е. времето, през което не се оказват активни или пасивни въздействия върху предметите на труда. Въпреки това прекъсванията удължават времето за пребиваване на продуктите в операционната система на предприятието и така влияят върху ефективността от нейната работа. Именно във връзка с последното смятаме, че установяването на продължителността на производствения цикъл по всички негови структурни елементи е необходима предпоставка за изграждане на рационална организация на процесите в предприятието.

Продължителността на производствения цикъл има значение за ритмичното предаване на готовата продукция за реализация. Нещо повече, намаляването на продължителността на всеки от структурните елементи на цикъла предизвиква редица положителни ефекти за предприятието, като:

- увеличаване обема на произвежданата продукция (обем предоставяни услуги);
- повишаване на пропускателните възможности на отделните звена и на операционната система;
- ускоряване на обръщаемостта на оборотните средства;

¹³ Под структура на производствения цикъл се разбира съставът и съотношението на времето за изпълнение различните операции и прекъсвания в процеса на производство на определена продукция.

- повишаване степента на използване на производствените мощности на предприятието;
- намаляване размера на незавършеното производство;
- понижаване себестойността на произвежданите продукти (услуги).

За да се разкрият резерви за повишаване на ефективността на работа на операционната система, се търсят пътища за намаляване на продължителността на производствения цикъл. Следните по-важни фактори оказват влияние в тази насока и имат отношение към операционната система на предприятието: възприетата технология на въздействие върху предметите на труда, видът и качеството на използваните суровини, големината на обработваната партида, броят на изпълняваните технологични операции, нормата на време за изпълнение на технологичните операции, разходът на време за транспортиране на предметите на труда, времето за прекъсвания в производството, възприетият начин на съчетаване на технологичните операции и др.

Всичко казано дотук дава основание да смятаме, че продължителността на производствения цикъл е един от основните показатели при анализа и оценката на работата на операционната система, тъй като характеризира равнището на организация на процесите по време. При равни други условия промяната само на пътя и начина на преместване на суровините и материалите във времето дава възможност да се въздейства върху продължителността на производствения процес. С това се променя структурата и продължителността на производствения цикъл, което е особено важно за периодичните процеси (които преобладават в операционните системи).

В литературата са дефинирани и други показатели, свързани с производствения цикъл, за оценка на изпълнението на процесите, които позволяват да се получи по-пълна представа за функционирането на операционната система, например: времето за настройка (през което машината се подготвя за работа) и пропускателната способност на процеса¹⁴ (възможността дадена единица продукция да премине за определено време през специфична точка от процеса). Пропускателната способност е величина, обратнопропорционална на производствения цикъл. При анализа на процесите се използва и тактовото време, което отразява максимално допустимия срок за производство на продукта или услугата, така че да се задоволи потребителското търсене. Чрез него се осигурява и съответствие между темпото на производство и на потребление.

Формирането на система от показатели за измерване на характеристиките на процесите позволява да им се направи количествен анализ и същевременно да

¹⁴ Пропускателната способност може да се дефинира и като очакваната производителност на процеса за определен период. Максималната пропускателна способност на процеса се определя от неговия капацитет.

се оцени въздействието върху тях на различни промени (фактори). Изброените показатели трябва да се отчитат в хода на протичане на процесите. По този начин те ще осигурят критерии, чрез които да се оценят ефектите върху процесите вследствие на промени, настъпили в операционната система на предприятието.

2. Класификация на операционните системи

В практиката функционират разнообразни операционни системи, поради което в специализираната литература са правени множество техни класификации по различни признаци. Причисляването на дадена операционна система към определена категория улеснява нейното функциониране и управление, тъй като позволява използването на съответни механизми за управление при всеки конкретен тип (вид¹⁵). Във връзка с това смятаме, че при избора на класификационен признак водеща роля трябва да има влиянието му върху проектирането и експлоатацията на операционната система, т.е. върху размера на необходимия капитал, разположението на предприятието, типа и мощността на оборудването, графика на производство, организацията на производствените процеси и обезпечаването на качеството. В този смисъл класифицирането на операционните системи може да се извърши по следните основни признаци:

Първо, според доставчика и получателя на материалните потоци, които се движат в системата.¹⁶ Могат да се обособят две основни категории системи, обхващащи:

- производството и доставките, като потребителят е краен получател на стоката (продукт или услуга);
- транспортирането и сервиза, като клиентът участва в самия процес.

И при двете категории могат да се обособят различни модели. При някои от тях в рамките на операционната система се формират запаси, гарантиращи нейната непрекъсната работа, а при други липсват такива – системите функционират на основата на принципа „точно навреме”. При всички модели се търси висока ефективност на производствените процеси, транспортирането, доставките и сервиза.

Второ, според количествата и разнообразието на произвежданата продукция. Операционните системи в производствената сфера могат да бъдат класифицирани в три или четири широки групи. S. Eilon, R. Hayes и S. Wheelwright¹⁷, R. N. Roy¹⁸, както и редица други автори обособяват следните

¹⁵ В българския тълковен речник думата „вид” се обяснява като подразделение в систематиката на предмет, явление — разновидност, тип спрямо общ признак.

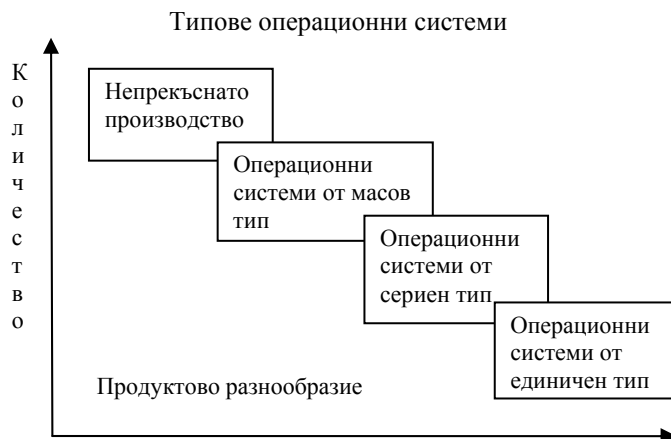
¹⁶ Roy, R. N. Цит. съч.

¹⁷ Hayes, R., S. Wheelwright. Restoring Our Competitive Edge: Competing through Manufacturing. New York: John Wiley & Sons, 1984, p. 209.

основни групи производство: поръчково (единично); серийно (дребно, средно и едросерийно); масово и непрекъснато, което в повечето случаи се разглежда като разновидност на масовото.

В литературата няма единна терминология относно посочената класификация. В рускоезичната литература единичното, серийното и масовото производство се определят като типове производство.¹⁹ R. Hayes и S. Wheelwright говорят за структура на производствения поток, R. Chase и S. Eilon – за типове производствени системи, а W. Stevenson използва типа на производството като признак за класифициране на операционните системи. При всички посочени автори става въпрос за едни и същи особености на операционната система, поради което те могат да се обобщят като типове операционни системи в производствената сфера (вж. фиг. 6).

Фигура 6



Поради широко известните специфики на всеки от типовете операционни системи, техните характеристики могат да се представят обобщено (вж. табл. 1).

Под влияние на различни фактори като концентрация на производството на еднотипни детайли, повишаване на технологичността на конструкцията и внедряване на нови типове технологични процеси, използване на по-производително оборудване и по-съвършени форми на организация на производствените процеси, подобряване на организацията на труда и управлението на производството може да се реализира преход от един към друг тип операционна система. Когато това е свързано с повишаване на серийността на производството, се наблюдава увеличаване на обема на произвежданата еднородна продукция, в резултат от което намалява

¹⁸ Roy, R. N. Цит.съч., с. 7.

¹⁹ Типът на производството е комплексна характеристика на техническите, икономическите и организационните особености на производството на дадено изделие, на индустриалното предприятие или на отделните му производствени звена.

себестойността на единица продукция (вкл. се променя и структурата на себестойността). Посочените фактори влияят непрекъснато и създават предпоставки за промяна на типа на производството в зависимост от възприетата операционна стратегия и заложените в нея приоритети.

Таблица 1

Характеристики на типовете системи

Фактор	Единичен тип	Сериен тип	Масов тип
Номенклатура	Неограничена	Ограничени серии	Едно или няколко изделия
Повторяемост на сериите	Не се повтаря	Периодично се повтаря	Постоянно се повтаря
Използвано оборудване	Универсално	Универсално, частично специализирано	Специализирано
Разположение на оборудването	Групово	Групово и линейно	Линейно
Разработка на технологичния процес	Окрупнен метод (по изделие или възел)	Подетайлно	Подетайлно-пооперационно
Използвани инструменти	Универсални, в незначителна степен специализирани	Универсални и специализирани	Преимуществено специализирани
Закрепване на детайлите и операциите към машините	Не са закрепени специално	Определени детайли и операции са закрепени към машините	На всяка машина се изпълнява една и съща операция към един детайл
Квалификация на работниците	Висока	Средна	По принцип ниска, но има и работници с висока квалификация
Себестойност на единица продукция	Висока	Средна	Ниска

Коректното определяне на типа на операционната система е от изключително значение, защото той директно влияе върху особеностите на производствената структура на предприятието, характера на натоварването на работните места и движението на предметите на труда в процеса на производство. Нещо повече, за всеки отделен тип е присъща определена форма на организация на производствените процеси, като това се отразява както върху гъвкавостта на операционната система, така и върху нейната ефективност. Посочената зависимост може да се представи чрез продуктово-процесна матрица (вж. фиг. 7).²⁰ Матрицата отразява изменението на критериите за ефективност (гъвкавост и себестойност на единица продукция – СЕП) под влияние на

²⁰ Hayes, R., S. Wheelwright. Цит. съч., с. 209.

промените в характеристиките на произвеждания в операционната система продукт. Тя показва, че с увеличаване на обема на производството и задълбочаване на специализацията (хоризонталната ос) икономически изгодно става специализираното оборудване и непрекъснат материален поток (вертикална ос).

Фигура 7

Продуктово-процесна матрица

Продукция		Критерии за ефективност			
		I. Малки обеми, ниско равнище на стандартизация	II. Широк асортимент на продукцията, малки партии	III. Няколко основни вида продукти, големи обеми	IV. Големи обеми, високо равнище на стандартизация
Тип оп.с-ми					
I.Единично производство	Производител на нестандартно оборудване				Неефективно
II.Серийно производство		Машино-строително предприятие			
III.Масово производство			Предприятие за монтаж на автомобили		
IV. Непрекъснати процеси	Неефективно			Захарен завод	Гъвкавост: ниска; СЕП - ниска

Изборът на конкретна форма на организация на процесите зависи от обема и номенклатурата на произвежданата продукция, периодичността при производството на отделните продукти, големината на произвежданите продукти, степента на гъвкавост на производството. При увеличаване на обема и ограничаване на номенклатурата на произвежданата продукция по-ефективно е използването на специализирано оборудване и предметна форма на организация на процесите (характерно е за системите от масов тип). При малки обеми и широка номенклатура е препоръчително да се използва универсално оборудване и технологична специализация на производството (характерно е за системите от единичен и дребносериен тип). Очевидно е, че съществуват комбинации, които са неефективни и поради тази причина не се използват на практика. Типичен пример са комбинациите “големи обеми, високо равнище на стандартизация на продукцията и системите от единичен тип”, както и другият граничен вариант – “малки обеми, ниско равнище на стандартизация на продукцията и системите от масов тип”. Динамичността на съвременното производство и стремежът към повишаване на гъвкавостта и ефективността на операционните системи налага комбиниране на различните типове системи в практиката.

Трето, операционните системи могат да се разграничат и въз основа на някои техни особености като:

- Степен на стандартизация на произвежданите продукти. Операционните системи произвеждат продукция с различен характер – от високостандартизирана до продукти по поръчка. Стандартизираната продукция е с голяма степен на еднородност на отделните единици, поради което системите за тези продукти могат да се възползват от предимствата на масовото и едросерийното производство (големи обеми продукция при ниска себестойност за единица). За разлика от стандартизираната специалната продукция се произвежда за определен случай или потребител и затова в системите за специална продукция всяка работа има индивидуален характер (процесите протичат по-бавно и трудно могат да се механизират и автоматизират).
- Ориентация на операционната система към производство на продукти или към услуги. Производството е свързано със създаване на материални продукти, докато преобразуването в сферата на услугите води до получаване на нематериални продукти (услугата се разглежда по-скоро като действие). Повечето от водещите в областта автори (W. Stevenson, R. Chase, N. Aquilano, F. Jacob, Ram Naresh²¹) се базират на няколко важни характеристики на процеса на преобразуване в операционната система, за да направят разграничение между производството и услугите (вж. фиг. 8), като:
 1. Контакт с потребителя – обслужването предполага по-тесни контакти с потребителите в сравнение с производството (то може да се осъществява на разстояние от потребителя). Това улеснява функционирането на операционните системи, ориентирани към производство на продукти, тъй като разширява възможностите за избор на методи за работа, съставяне на работен график и контрол над производствения процес. В сферата на обслужване поради необходимия контакт с клиента има редица ограничения при избор на варианти. Съществено влияние върху работата на операционната система оказва и фактът, че в ориентираните към производството системи може да се съхранява готова продукция, с което да се реагира на промените в потребителското търсене. При обслужването това не е възможно, тъй като в системите не могат да създават запаси от време, поради което те са по-чувствителни към колебанията в търсенето. Във връзка с последното в операционните системи, ориентирани към услугите, гъвкавостта на процесите е ограничена и планирането на мощностите има голямо значение.
 2. Еднородност на входящите суровини и материали. В операционните системи, ориентирани към услугите, разнообразието на входящи ресурси е по-голямо в сравнение с традиционното производство. Всеки клиент, пациент и т.н. е специфичен случай, който трябва да се решава от самото начало и за който се осигуряват ресурси. В производството,

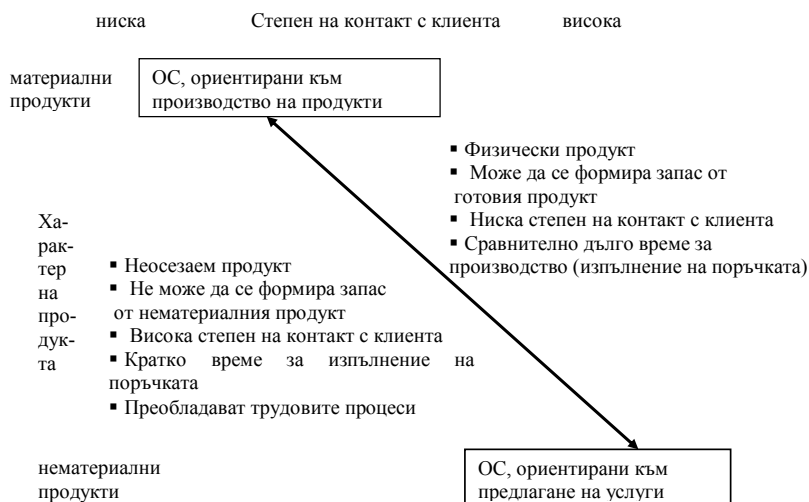
²¹ Stevenson, W. Production/Operation Management. Irwin, 1998, p. 25; Chase, R. B. Цит. съч., с. 6; Roy, R. N. Цит. съч., с. 5.

особено при масовото и едросерийното, разнообразието на използваните материали е сведено до минимум, което значително улеснява неговото управление и функционирането на системата.

3. Еднородност на крайния продукт. Споменатите вече особености на производството предполагат по-голяма еднородност на произвежданите продукти и съответно по-малко време за тяхното производство. В операционните системи, ориентирани към услугите, процесите протичат по-бавно, а крайният продукт е значително по-променлив.
4. Измерване на производителността. Измерването на равнището на производителност на труда в операционните системи, ориентирани към производството, е значително по-лесно и точно поради по-голямата еднородност на произвежданата продукция. В сферата на обслужването разнообразността на предлаганите услуги, както и съществените различия в характера и съдържанието на трудовите процеси усложняват измерването на производителността.
5. Осигуряване на високо качество. В операционните системи, ориентирани към услугите, осигуряването на високо качество е много по-трудно, тъй като предоставянето на услугата обикновено съвпада с момента на потреблението, т.е. услугата не може да се поправи, преди да е дошъл клиентът. Освен това голямото разнообразие на входящи ресурси създава допълнителна опасност от влошаване на качеството на крайния продукт. Именно поради посочените причини обучението на персонала, проектирането на процесите и отношенията с потребителите са особено важни в операционните системи в сферата на обслужването.

Фигура 8

Специфика на операционните системи ориентирани към производство на продукти или към услуги



Четвърто, в зависимост от прилагания принцип на организация и управление на производството и доставките операционните системи могат да бъдат определени като „теглещи” или „тласкащи”.²²

„Тласкащите” системи са характерни за традиционните методи на организация на производството и намират приложение в предприятия, които разработват дългосрочна производствена програма, базирана на прогнозираното търсене и анализ на пазарната конюнктура. На практика „тласкането” на производството означава, че параметрите на входящия в операционната система поток се задават предварително и те определят количеството на крайната продукция на изхода, а едва след това се търсят начини за нейното реализиране чрез реклама, промоции и т.н. В подобни условия е трудно да се осъществи бързо пренастройване на операционната система и особено да се правят промени в технологичните процеси при изменение на потребителското търсене. За да може да се реагира адекватно на търсенето и едновременно с това да се гарантира непрекъснатост и ритмичност на процесите, е наложително предприятието да поддържа значителни запаси на всички производствени фази, което увеличава разходите. Тези проблеми налагат в съвременните варианти на „тласкащите” системи да се използват различни методи за прогнозиране на търсенето, както и подходящи информационно управляващи системи, например MRP I (Material requirements planning – планиране на потребностите от материали).

„Теглещите” системи осигуряват по-лесно преодоляване на посочените проблеми чрез създаване на условия за надеждно снабдяване на производството с материали и полуфабрикати в точно определен срок, съответстващ на появата на потребността от тях в последния участък от производствената верига. Организацията на производството предполага предаване на детайлите и полуфабрикатите към следващата операция (производствено звено) не по команда, а по необходимост. Поради това планирането на процесите се извършва в ред, обратен на тяхното протичане. След като се знае количеството готова продукция на изхода на операционната система, се определят и параметрите на входящия в нея материален поток. После се разработва план, който определя начина на протичане на вътрешнопроизводствените операции, т.е. след установяване на входящите потоци технологичният процес протича по обичаен начин.

Съществено предимство на „теглещите” системи е, че те работят с малки партии, което съкращава и оборотните средства, вложени в запаси. Освен това малките партии имат късо време за изработка, кратък производствен

²² Същността, предимствата и недостатъците на „тласкащите” и „теглещите” системи са описани от редица автори, например Николайчук, В. Заготовительная и производственная логистика. Санкт-Петербург, Изд. ПИТЕР, 2001, с. 87; Канке, А., И. Кошечая. Логистика. Москва, изд. ИНФРА-М, 2005, с. 211; Аникина, Б. А. (ред.) Логистика. Москва, Изд. ИНФРА-М, 1998, с. 211; Гаджинский, А. М. Логистика. Москва, Изд. Информационно-внедрителский центр "Маркетинг", 1998, с. 118; Цветков, Г. Операционен мениджмънт. С., 2006, с. 87.

цикъл и следователно малък обем незавършено производство (малък оборотен капитал).

Повечето от функциониращите в практиката операционни системи са от смесен тип, тъй като голяма част от производителите предоставят и услуги (следпродажбено сервизно обслужване), а някои от предприятията, предлагащи услуги, осъществяват и физическо производство. Освен това функционирането на различните операционни системи е базирано на конкретни приоритети, заложи в операционната стратегия на предприятието, като: производствени разходи; качество и надеждност на продукцията; срок на изпълнение на поръчката и надеждност на доставките; способност да реагира на промените в търсенето; гъвкавост и скорост на усвояване на нови продукти; сервизно обслужване на произвежданата продукция; техническа поддръжка; ускорено пускане на новата продукция на пазара; следпродажбена поддръжка от страна на производителя и т.н.²³ Тяхното правилно определяне насочва усилията към реализиране на дейности, които са важни за предприятието, и по този начин на практика се спестяват време и разходи.

3. Адаптиране на операционната система към целевите конкурентни предимства

Независимо от разнообразието на операционните системи в повечето случаи в основата на изпълнение на поръчката на клиентите стои производството. Поради това през последните години то все повече се натоварва със задачата за непрекъснато увеличаване на ефективността. Същевременно засилването на конкуренцията принуждава производителите все по-често да разработват нови или да модифицират продуктите си, като неимоверно нараства значението на времето, за което те достигат до пазара. Именно във връзка с последното смятаме, че основна цел на управлението на процесите в операционната система (в съответствие с нейния тип и особености) трябва да бъде гарантирането на непрекъснатост на материалния поток, започвайки от осигуряването със суровини и материали, преминавайки през производствения процес, вкл. всички стадии на временно съхраняване (незавършено производство), за да се стигне до дистрибуторите и крайните клиенти. По такъв начин предприятието си осигурява възможност да реагира на пазарните промени и динамиката на потребителските предпочитания за най-кратко време.

Нашите проучвания показват, че за да си осигурят подходяща за пазара издръжка на производството, предприятията трябва да балансират между две противоречиви цели – максимално използване на наличния капацитет, от една страна, и ограничаване количеството на запасите и равнището на незавършеното производство, от друга. Този компромис може да се постигне

²³ Чейз, Р., Ф. Джейкобз, Н. Аквилано. Цит. съч., с. 56; Цветков, Г. Цит. съч., с. 42; Hill, T. Manufacturing Strategy. Macmillan, 1983.

чрез адекватното управление на процесите в операционната система за осигуряване на съответствие между нейното функциониране и преследваните цели, както и чрез непрекъснатото анализиране и оценяване на протичащите процеси. А в случаите, когато се търсят и придобиват нови конкурентни предимства, промяната в начина на функциониране на операционната система е необходима предпоставка за тяхното достигане. Нещо повече, според нас самото ефективно управление и функциониране на операционната система може да се окаже съществен източник на конкурентно предимство.

Във връзка с всичко казано е наложително да се направят сериозни стъпки в две важни посоки:

първо, промяна в подхода към организация и управление на производството;

второ, все по-задълбочено и многостранно изследване и оценка на процесите, протичащи в операционната система на предприятието.

3.1. Промяна в подхода към организация и управление на производството

Особено важно в условията на скъсяване на жизнения цикъл на продуктите е бързото им излизане на пазара, но това поставя редица проблеми. Тяхното своевременно разрешаване осигурява на производствените предприятия съществени конкурентни предимства. Във връзка с това усилията на производителите трябва да са насочени към съкращаване както на времето за производство (чрез промени в планирането и организацията на процесите в операционната система се намалява продължителността на производствения цикъл), така и на времето за доставка на готовите продукти до крайните потребители (ориентация към логистични ключови фактори за успех).

При реализиране на идеята за съкращаване на времето за производство от изключително значение е преходът от “тласкане” към “изтегляне” на процесите в операционната система на предприятието. “Тласкането” е наложено от традиционния подход към производството, като базираната на него технология се основава на разработени графици за изработване или монтаж и функционална производствена организация, фокусирана върху производителността на прекия труд. Продуктите се създават въз основа на седмични и месечни графици и обикновено се състоят от монтажни възли, чиито детайли се изработват по график в зависимост от месечната необходимост от готова продукция. За подпомагане на традиционното планиране и проследяване на партидите от детайли и възли, както и разработване на графици за производство и доставка на материали са създадени компютърните информационно-управляващи системи MRP I и MRP II. Чрез тях по-лесно се реализират целите на партидното производство – намаляване на запасите и скъсяване на периода от поръчката до доставката. Тази специфика определя следните по-важни особености на предприятията с партидно производство:

1. Традиционно те имат голям склад за суровини и материали.
2. За да се осигури производството с необходимите полуфабрикати, те се произвеждат на големи партии, а машините са разположени във функционални работни центрове.²⁴
3. Обикновено продължителността на производствения цикъл е прекалено голяма поради дългото изчакване на партидите детайли, от които се сглобява готовото изделие.
4. Съхраняването и оперирането с детайлите е съществен етап от партидното производство. Суровините се получават, контролират и съхраняват, а след това на базата на график материалите се влагат в производството.
5. Много често следва връщането им в складовете под формата на полуфабрикати или детайли, които се използват на следващо (по-високо) ниво.

Именно тези особености при планирането и организацията на процесите в операционната система формират съществена част от разходите на време и средства при партидното производство. И според нас точно това са основните причини да се изгуби отзивчивостта на предприятието към клиентите. При производство по график операционната система не може да реагира бързо на променящото се потребителско търсене. Освен това в подобна ситуация прекалено трудно е и маркетинговото прогнозиране, тъй като не могат точно да се предвидят нуждите на потребителите в дълъг период.

Другата философия (подход) и технология са базирани на техниките на поточното производство. Те се съсредоточават върху проектиране на качествен процес и са фокусирани върху материалните и непреките разходи за производство на продукта. За разлика от традиционното целите на поточното производство (“изтегляне” на процеса) са минимизиране (премахване) на запасите и осигуряване на производствен процес с изключително високо качество. Това предопределя съществените разлики между партидното производство по график и технологията на JIT²⁵ производството. Като нейни важни характеристики трябва да се посочат:

²⁴ В подобни производствени условия се осигурява висока степен на гъвкавост и маневреност в използването на оборудването и на работниците, което е основно предимство на функционалната производствена структура. Основният ѝ недостатък е възникването на голям брой кръстосани и обратни превози на предмети на труда, което води до удължаване на производствения цикъл и увеличаване на транспортните операции и разходи. Затова при тази производствена структура една от главните задачи на производствените мениджъри е търсене на решения за минимизиране на транспортните разходи и операции (вж. По-подробно Иванова, И., С. Благоева. Цит. съч., с. 54).

²⁵ В терминологичния речник на Европейската логистична асоциация JIT (Just in time – точно навреме) се определя като: “В широк смисъл – това е подход за достигане на успех, основан на последователно отстраняване на загубите. В тесен смисъл – това е

1. въвеждане на принципа на „изтегляне“ в производството, с което се цели премахване на операциите, недобавящи стойност към продуктите;
2. изтеглянето на процеса започва от завършването на продукта и продължава през захранващите процеси и машинни клетки до точката на влягане на материалите в процеса, вкл. и до доставчиците на материали. Установената в крайната точка потребност изтегля частите през процеса;
3. полуфабрикатите се произвеждат на захранващи линии, които се свързват към основната производствена линия в точката, в която е необходим съответният полуфабрикат, т.е. той не се връща обратно в склада;
4. продуктите се произвеждат на базата на дневна норма (не на месечен график), която може да се променя ежедневно²⁶ в съответствие с потребителското търсене.

Може да се каже, че управлението и организацията на процесите гарантира непрекъснатостта на материалния поток, а резултатът е ефективна работа на операционната система – без изчакване, без графици на процеса, при малък обем, при всеки продукт (независимо от това дали е функционален, или иновационен). ЛП прави операционната система по-приспособима и намалява времето за реагиране на промените в търсенето, като едновременно с това се акцентира върху качеството на работа на машините и работниците. Целият производствен процес в операционната система се проектира и управлява с цел намаляване на производствените дефекти и управление на качеството на процеса. Задължително е в хода на организация на производството да се осигури синхронизиране на процесите, които произвеждат различните части на крайното изделие. Така се получава един основен процес²⁷, който е захранван от множество разклоняващи се поточни линии, доставящи детайли в точките, където са необходими.

Друг вариант на приложение на принципа на “изтегляне” в операционната система е т.нар. тънко производство (Lean production – LP²⁸). Този подход е основан на фактора време и също се отличава съществено от традиционното

доставка на материали в необходимото време, на нужното място.” (Terminology in Logistics. ANNEX Dictionary. European Logistics Association, 1994, p. 53).

²⁶ Тези промени обаче трябва да са в рамките на предварително съгласуване между маркетинга, производството и доставките на материали.

²⁷ При оформянето на последователността от стъпки при производството на продуктите се използват четири основни категории работа – необходим труд, необходимо машинно време, време за настройка, време за преместване. Всички стъпки при производството на продукта трябва да бъдат свързани с една от четирите категории работа. Но трябва да се подчертае, че не всички стъпки създават добавена стойност (въпреки, че са необходими). Преместването (може да бъде труд или машинно време) и настройката (смяна на инструмент например) не създават стойност. Необходимият труд включва всички задължителни стъпки, извършвани от работниците, за да се създаде продуктът. Машинното време включва всички стъпки, изпълнявани от машината, за да се създаде продуктът.

²⁸ Lean production (LP) се разглежда също и като логистична технология. Идеята обаче е една и съща – премахване на излишните дейности, които не добавят стойност.

масово производство с поточна форма на организация. Могат да се посочат две основни причини за насочване към подхода. Първо, поточната форма не е проектирана да понася чести промени в асортимента или дизайна на произвежданата продукция, тъй като това значително оскъпява производството и намалява нейните икономически предимства. Второ, по принцип масовото производство е насочено към създаване на продукти със стабилно качество, гарантирано с използването на подходящи методи за контрол. В повечето случаи това е прекалено скъпо и много трудно може да се гарантира високо равнище на качеството на големите обеми готова продукция.

„Тънкото” производство дава възможност да се увеличи стойността за клиента, като се елиминират отпадъците (загубите), които не добавят стойност, като се елиминират отпадъците (загубите), които не добавят стойност, като се елиминират отпадъците (загубите), които не добавят стойност. Основното му предимство е, че при него се използват значително по-малко ресурси (площи, материални запаси, персонал) в сравнение с масовото производство за създаването на едни и същи обеми продукция. Предимства могат да се търсят и в редица други аспекти:

1. Използва се висококвалифициран персонал и гъвкаво оборудване, т.е. обединяват се предимствата на масовото производство (големи обеми, малка себестойност на единица продукция) и дребносерийното производство (разнообразие и гъвкавост).
2. Обработват се малки партии еднородна продукция. Така, от една страна, предприятието става много по-гъвкаво и има възможност сравнително бързо да отговори на промените във вкусовете и предпочитанията на потребителите, а от друга – намалява вероятността да бъдат произведени голям брой дефектни изделия. При възникване на дефект той лесно може да се отстрани и да се открие причината за него, тъй като в системата работят висококвалифицирани специалисти. Това премахва необходимостта от непрекъснат контрол на качеството и намалява свързаните с него разходи.
3. Работи се с малък размер на материалните запаси, което предопределя изключителната роля на планирането. Особено значение при преодоляването на възникналите проблеми има фактът, че работниците участват както в процеса на планиране на производството, така и при отстраняване на грешките. Ето защо те се стремят да придобият универсални, а не тясно специализирани умения, което е още едно отличие от традиционната система за масово производство.

Предприятията, които са ориентирали операционните си системи към принципа на „изтегляне” на процесите, са получили подобрения²⁹ в следните области: съкращава се времето за производство; повишава се качеството; точно изпълнение на поръчката; намалява се равнището на запасите; преобразуват се разходите и те стават значително по-малко в сравнение с

²⁹ Henderson A. Bruce, Jorge L. Larco, Lean Transformation, The Oaklea Press, Richmond, VA, 1999.

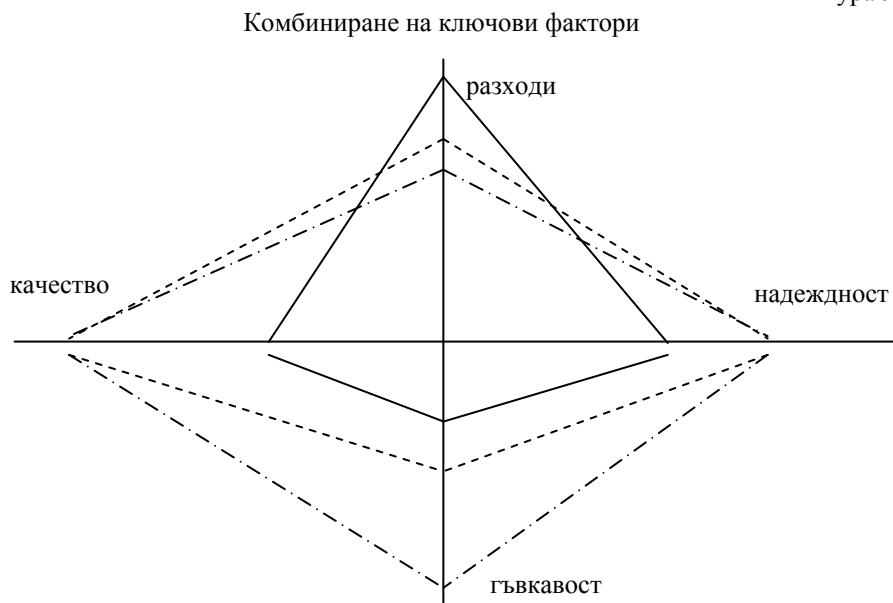
традиционното масово производство; съкращава се времето за усъвършенстване на продуктите. В много случаи традиционните производители се опитват по еволюционен път да достигнат до предимствата на “изтегляне” на производството, като включват само един детайл в партидата. Но без промяна на подхода (възприемане на JIT или LP) получаваните изгоди са минимални.

Промените в планирането и организацията на процесите в операционната система, чрез които се съкращава времето за пребиваване на продуктите в системата, не са достатъчни за достигане на трайно конкурентно предимство. Препоръчително е те да се комбинират (допълнят) с промени и в ключовите фактори за успех на предприятието. Към традиционните фактори, осигуряващи конкурентоспособността на производствените предприятия, могат да се отнесат:

- ефективност на разходите;
- качество на продукцията;
- надеждност на доставките;
- гъвкавост на операционната система.

Очевидно е, че отделните фактори могат да се комбинират по различен начин (фиг. 9), но изборът на конкретна комбинация трябва да е подчинен на приоритетната значимост на всеки от факторите за предприятието.

Фигура 9



Все по-често в практиката на предприятията като възможност за постигане на конкурентно предимство на даден пазар се използват логистичните³⁰ ключови фактори за успех „способност за доставка” и „надеждност на доставките”, които всъщност допълват наложените традиционни фактори (табл. 2).

Таблица 2

Критерии при закупуване на продуктите (Siemens Inc.)

Критерии при закупуване	Относителна важност на критерия					Много важен
	1	2	3	4	5	
Качество на изделията						
Цена на изделията						
Надеждност на доставката						
Срок на доставката						
Гъвкавост						
Информационно осигуряване						
Диапазон на продукта						

Способността за доставка отразява степента, в която предприятието, отчитайки конкретните производствени условия, може да осигури на клиента желания срок на доставка. От своя страна надеждността на доставка показва степента, до която обещаната дата за изпълнение на поръчката може да бъде изпълнена. Поради очертаната специфика на тези логистични фактори, те могат да се възприемат като критични за дългосрочния пазарен успех на предприятието заедно с подходящата за съответния пазар издръжка на производството (вж. фиг. 10). Нещо повече, в специализираната литература³¹ способността на предприятието да отговори на изисквания от клиента краен срок за производство, определените от пазара производствени разходи (и базираната на тях цена), както и възможността да се произведе в срок, се определят като логистични ключови индикатори за работа на индустриалното предприятие.

Решенията, които се вземат при проектиране на операционната система на предприятието, свързани с разработването на структурата на продукта, на процеса и на мрежата за снабдяване, определят продължителността и структурата на производствения процес и цикъл и чрез тях оказват сериозно влияние върху времето за изпълнение на поръчката и върху срока за доставка. Подходящият процес (съобразен с вида на операционната система) позволява да се развие и осигури по-висока способност за доставка, но също да се гарантира и възможността на системата да изпълни желания от клиента срок за доставка.

³⁰ Осигуряването на най-добри възможности за снабдяване и надеждност на доставките при най-ниски производствени и логистични разходи може да се формулира като фундаментална цел на производствената логистика.

³¹ Nyhuis, P., H.-P. Wiendahl. Fundamentals of Production Logistics. – Theory, Tools and Applications. Springer, 2009, p. 3.

Фигура 10

Ключови фактори за успех на (индустриалното) предприятие



Източник: Nyhuis, P., H.-P. Wiendahl. Цит. съч., с. 3.

Необходимо е да се подчертае, че в случаите, когато желаната способност за доставка е практически достижима благодарение на реализираните структури на продукта, на процеса и на мрежата за снабдяване, тогава дейностите, изпълнявани в хода на функциониране на операционната система (планиране и организация на производствените процеси, управление на запасите, оперативен контрол и др.), създават условия за постигане на по-висока надеждност не само на производствения, но и на логистичния процес³² и цикъл. Във връзка с това от голямо значение е намаляването на продължителността на логистичния цикъл, който включва времето за набиране, предаване и обработка на заявките, организиране на закупуването и определяне реда за изпълнение на заявките, доставка на материални ресурси, създаване (поддържане) на запаси, производствен цикъл, както и подготовка на документация, отчети и анализи. В крайна сметка краткият производствен цикъл, практически осъществим благодарение на избраната структура на продуктите и процеса, трябва да се достигне в хода на организация на процесите в операционната система, но и да бъде поддържан на определено

³² Логистичен процес е организираната по определен начин във времето последователност на изпълнение на логистичните операции (функции), позволяваща да се достигнат зададените за плановия период цели на логистичната система или нейните мрежови (функционални) подразделения (вж. по-подробно Благоев, Б. и колектив. Стопанска логистика. Варна, 2009, с. 27).

равнище. Пряко следствие от това е постигането и поддържането на висока надеждност на доставките.³³

Продължителността на производствения цикъл от своя страна влияе върху размера на незавършеното производство³⁴, а то изисква място за съхраняване, както и разполагаем капитал. На практика е невъзможно да се произвежда готова продукция, без да има незавършено производство. Неговият обем ($P_{\text{нез.пр.}}$) зависи от два основни фактора – среднодневен обем на произвежданата продукция от даден вид ($D_{\text{ср.дн.}}$) и продължителност на производствения цикъл ($T_{\text{пр.ц.}}$):

$$P_{\text{нез.пр.}} = D_{\text{ср.дн.}} \times T_{\text{пр.ц.}} \quad (1)$$

В хода на функциониране на операционната система на предприятието трябва непрекъснато да се следи обемът на незавършеното производство, за да се достигне и поддържа неговото оптимално равнище. Ако равнището на незавършеното производство е ниско, операционната система изпитва затруднения, поради което произведената продукция е малко (формула 1). Продукцията може да се увеличи за сметка на нарастване на незавършеното производство. Това обаче не може да продължава непрекъснато, тъй като нарастването се ограничава от капацитета на системата, т.е. максималното количество продукция, което може да бъде произведено с наличното оборудване. И не на последно място трябва да се каже, че клиентът също може да постави своите изисквания в някоя от фазите на производство или етапи от изпълнение на поръчката, в резултат от което управлението на процесите в операционната система се усложнява още повече (но допускането на намеса на клиентите осигурява гъвкавост на операционната система и бърза реакция на промените в потребителското търсене).

Очевидна е необходимостта от контролиране на материалните и свързаните с тях потоци, движещи се в операционната система. Това може да се реализира чрез планиране и диспечирание³⁵ на движението на суровините, материалите и полуфабрикатите през различните производствени звена, а паричните потоци да се контролират чрез оптимизиране величината на заделите³⁶, които

³³ Nyhuis, P., H.-P. Wiendahl. Цит. съч., с. 3-4.

³⁴ В широк смисъл незавършеното производство включва продукцията, която се намира в процес на обработка по работните места; полуфабрикатите собствено производство за собствени нужди; разходите за проучвания, проектиране на нови изделия. В тесен смисъл включва само първият елемент.

³⁵ Планирането и диспечирането са двата основни етапа на оперативното управление на производството, насочено към реализиране и текущо поддържане на оптимални пропорции между структурните елементи на производствения процес (фази, частични процеси, операции), а също между тях и разполагаемите ресурси на предприятието (производствени мощности, финансови, трудови и материални ресурси) за производството на договорената продукция в установените обеми и номенклатура, качество и срокове (вж. по-подробно Цветков, Г. Операционен мениджмънт. С., 2006, с.5).

³⁶ Заделът е натурално изражение на съвкупността от заготовки, детайли и възли, която се намира в процес на производство, т.е. която има степен на готовност, по-малка от

определят размера на незавършеното производство и по този начин влияят върху оборотния капитал на предприятието (забавят или увеличават обръщаемостта на оборотния капитал). В крайна сметка може да се обобщи, че стратегическите решения за избор на продукт, вид и структура на процесите в операционната система влияят върху продължителността и структурата на производствения цикъл, а чрез тях и върху способността за доставка и надеждността на доставките. Едновременно с това проектираните и управляваните процеси на взаимодействие и трансформация в рамките на операционната система на предприятието трябва постоянно да се анализират и контролират, за да се гарантира ефективността на производството.

Очертаните взаимовръзки и влияния позволяват да се направи изводът, че спецификата на операционната система на предприятието, както и решенията, свързани с нейното проектиране и функциониране, оказват съществено въздействие върху резултатите от стопанската му дейност. Във връзка с това от изключително значение за повишаване на ефективността и подобряване на конкурентоспособността на предприятието е синхронизирането на процесите в операционната система с промените в неговите целеви приоритети, вкл. и с тези в ключовите фактори за успех. А това от своя страна налага осъществяване на непрекъснат мониторинг и контрол на протичащите в операционната система процеси, формулиране на конкретни, принципно измерими параметри на операционната дейност, както и определяне на подходи за тяхното изчисляване.

3.2. Анализ и оценка на процесите в операционната система на предприятието

В литературата съществуват и се прилагат разнообразни подходи за диагностика на процесите и за оценка на резултативността на операционната система в зависимост от нейните характеристики. Някои от тях са свързани с веригата на стойността на М. Портър, а други – с обобщаващи показатели, отразяващи локални и глобални критерии на ефективността. Най-често използваните показатели³⁷ за оценка на процесите и функционирането на операционната система са капацитет, пропускателна способност, време за производство, производителност, скорост на процеса, степен на използване, ефективност.

Капацитетът засяга изхода на процеса в рамките на определено време и обикновено се измерва чрез количеството произведена продукция (брой единици на изхода) за определено време. В теорията и практиката се разграничават проектен, максимален и реален (фактически) капацитет. Определя се и степен на използване на капацитета на операционната система като отношение на реалния към проектния капацитет. Целта е стойността на

единица. Заделът е натуралното изражение на незавършеното производство (стойностно незавършеното производство се изразява чрез оборотните средства).

³⁷ Kamauff, J. Manager's Guide to Operations Management. McGraw-Hill, 2010, p. 36.

получавания коефициент да е максимално близо до единица, но тя може да бъде пренебрегната при промяна в приоритетите на преследваните цели.

Важен показател за функционирането на операционната система, както вече беше посочено, е времето за производство, т.е. средното време, необходимо за преминаване през процеса или през операционната система. Колкото по-кратък е производственият цикъл, толкова по-добре работи операционната система. А скоростта на процеса може да се намери като отношение на времето за производство към времето за работа (време за обработка на продукта). Колкото по-близо до единица е този коефициент, толкова по-малко време се губи в процеса.

$$\text{Скорост на процеса} = \frac{\text{време за производство}}{\text{време за обработка (работа)}} \quad (2)$$

Задължително при анализите се определя и пропускателната способност на операционната система. Стойността на показателя зависи от степента на използване на ресурсите в системата, поради което се изменя с течение на времето. Възможно е при едни и същи ресурси системата да има различна пропускателна способност в зависимост от степента (и начина) на тяхното използване. Също важен и широко прилаган в практиката показател е производителността на операционната система. Чрез нея се определя ефективността при трансформиране на входящите ресурси в изходящ продукт (услуга). Изчислява се за всеки входящ ресурс, например производителност на труда, производителност на капитала и т.н. Получава се, като се разделят изходящите продукти/услуги (като обща стойност, количество, брой клиенти и др.) на входящите ресурси (като обща стойност на един зает, отработени часове и др.).

$$\text{Производителност} = \frac{\text{изходящ продукт}}{\text{входящи ресурси}} \quad (3)$$

Съпоставянето на фактически произведеното количество продукция с възприет стандарт (норма), теоретичен капацитет или дадена база за сравнение позволява да се определи ефективността на операционната система.

Между някои от изброените показатели съществува тясна връзка (вж. фиг. 11).

Фигура 11



Източник: Чейз, Р., Ф. Джейкобз, Н. Аквилано. Производственный и операционный менеджмент. Десятое издание, Москва, 2007, с. 189.

Според нас с много голямо значение при диагностиката на процесите в операционната система е описаната от Little³⁸ взаимозависимост между три базови показателя. Законът на Little установява математическа зависимост между продължителността на производствения цикъл, размера на незавършеното производство и пропускателната способност на процеса и може да се представи по следния начин:

$$\text{Продължителност на производ. цикъл} = \frac{\text{Обем на незав. производство}}{\text{Пропускателна способност на процеса}} \quad (4)$$

Формулата може да се използва за намиране на третата величина, когато са известни другите две. Този закон се наблюдава при всяко достатъчно ритмично производство и разкрива резерви за ефективното управление на процесите в операционната система на предприятието.

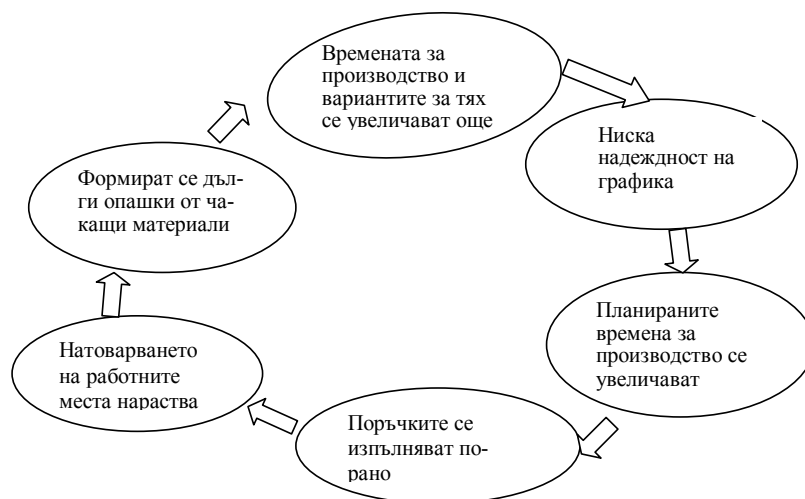
Трябва да се подчертае, че в много предприятия възникват сериозни проблеми при търсенето на пътища за подобряване на показателите за оценка на функционирането на операционната система. Основна причина за тях са

³⁸ Little, J. D. A Proof for the Queuing Formula: $L=\lambda.W$. – Operations Research, March 1961, p. 383-387.

конфликтите и противоречията, във връзка с избора на един конкретен показател, чиято стойност трябва да се максимизира или минимизира за определено време. Често срещано на практика е противоречието, описано от Р. Nyhuis и Hans-Peter Wiendahl³⁹ и дефинирано като „дилемата на оперативното планиране“. Според авторите, за да се обезпечи висока степен на използване на капацитета, е необходимо високо равнище на незавършеното производство, което от своя страна увеличава времето за производство (удължава производствения цикъл), а това се отразява негативно на надеждността на доставките (фиг. 10). Неувереността, която се появява като следствие от описания проблем, води до т.нар. порочен кръг на производството, планирането и контрола (фиг. 12).

Фигура 12

Порочен кръг на производството, планирането и контрола



Р. Nyhuis и Hans-Peter Wiendahl смятат, че с оглед намаляване на риска обикновено плановете за снабдяване с материали се разработват не въз основа на средните стойности на времето за производство, а се разработват различни варианти на това време (това е презастраховане на производителите, за случаите, когато вследствие на неспазване на заложените графици времето за производство се увеличи – б.а., С.Б.). Ако снабдяването се придържа към по-големи стойности на водещите времена (ритъма на поточната линия) и производственият график стане дълъг, тогава, за да не се поема излишен риск, поръчките пристигат в производството по-рано. Материалите се натрупват пред работните места, като формират опашка. Това означава удължаване на средното време за чакане (а то е елемент от производствения цикъл – вж. фиг. 5) и следователно по-дълъг срок за изпълнение на поръчката, което се допълва от дистрибуция на големи интервали от време. Тъй като резултатът от графика

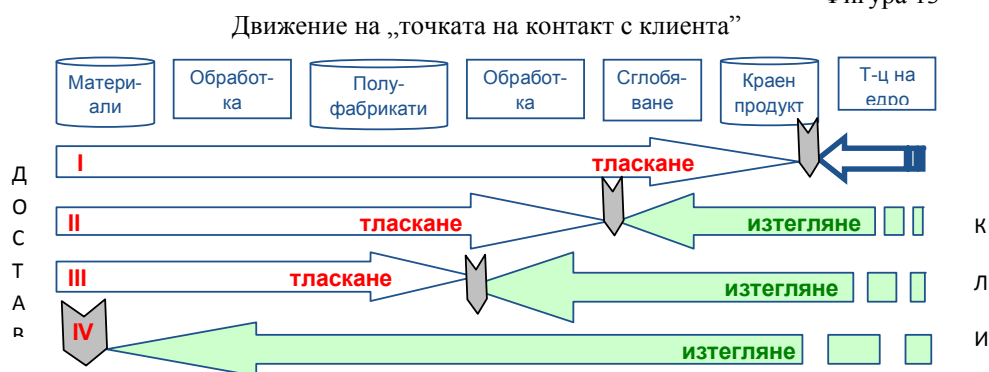
³⁹ Nyhuis, P., H.-P. Wiendahl. Цит. съч., с. 6.

е лош, единствено най-важните договори могат да бъдат завършени в срок, и то само след скъпоструващи специфични дейности. Порочният кръг става спирала от грешки, която се стабилизира само когато времето за производство достигне много високи стойности.

За да се наруши този порочен кръг и да се реши дилемата на оперативното планиране чрез активно проектиране на процесите и производството, е необходимо качествено разясняване и количествено описание на връзките и зависимостите между различните цели, както и възможностите да се влияе върху тях. Поради разнообразието на процесите в областта и многобройните външни и вътрешни фактори, които оказват въздействие, тези връзки не са изследвани и описани подробно. Налице е ясно изразена потребност от разработване на теоретични модели, които да се използват за описание и оценка на процесите. Само така могат да се разберат сложните последователности и тяхното взаимодействие и по този начин да се осъществи непрекъснато регулиране на процесите в операционната система на предприятието, даже в случаите на промяна в целите.

Смятаме, че е възможно да се направи обвързване между приоритетното поддръждане на преследваните цели (кратка продължителност на производствения/логистичния цикъл, която гарантира способността за доставка; висока ефективност; надеждност на логистичния процес) и възможните комбинации между „тласкане” и „теглене” на процесите в операционната система на предприятието (вж. фиг. 13). Приоритетното поддръждане на преследваните цели по един или друг признак, в рамките на различните етапи от процеса на изпълнение на поръчката или фази на производството е необходима предпоставка за успешното решаване на описаните противоречия.

Фигура 13



„Точката на контакт с клиента” определя мястото в производствения процес (или веригата на доставки), в което клиентът може да постави своите изисквания относно крайното изделие или отделни негови части. Когато тази точка се измества надясно, т.е. преобладава принципът на „тласкане” на производството, тогава разнообразието на продуктите намалява и

предлаганите видове и количества са определени на базата на прогнози. Операционната система притежава представените вече предимства и недостатъци. И обратно, при движение наляво преобладава принципът на „изтегляне“ на производството и разнообразието на предлаганите продукти се увеличава. Участието на клиента в която и да е от фазите на производство на дадено изделие позволява да се промени видът на стандартни по принцип изделия. По този начин операционната система става по-гъвкава и продуктовият микс на предприятието се разширява (то може да привлече нови клиенти).

Комбинирането на двата принципа обаче се отразява върху функционирането на операционната система на предприятието (вкл. върху показателите за оценка). Задължително е отчитането на промените в приоритетността на преследваните цели при всяка от възможните комбинации. Поради споменатото вече противоречие, пред което са изправени предприятията, при преминаване от „тласкане“ към „изтегляне“ на процесите в операционната система водеща роля имат различни цели. В случаите, когато производството не се осъществява на основата на конкретна поръчка на клиент (ситуация I), базирайки се на спецификата на „тласкащите“ системи, препоръчваме целите на предприятието да са подредени по следния начин⁴⁰:

- максимално използване на капацитета;
- минимално равнище на незавършеното производство;
- надеждност на производствения график;
- време за производство (производствен цикъл).

Първите две цели са първостепенни, тъй като именно те оказват най-голямо влияние върху ефективността на производството, докато останалите в повечето случаи имат второстепенно значение. Чрез количеството на запасите в склада се постига определено равнище на обслужване на потребителите.

Ако производството започва по поръчка (ситуация IV), тогава приоритетите при поддръжане на целите се променят и редът им е:

- време за доставка;
- надеждност на доставките;
- използване на капацитета;
- минимално равнище на незавършеното производство.

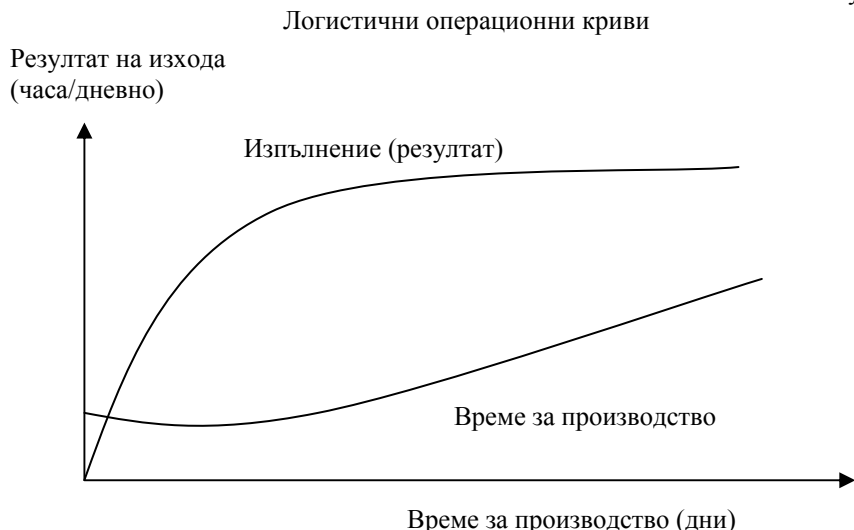
⁴⁰ Nyhuis, P., H.-P. Wiendahl. Цит. съч., с. 4.

Най-голяма тежест сред целите вече има обещаното време за доставка, защото на клиента непосредствено въздейства невъзможността да се изпълни поръчката му в срок или отказът тя да се изпълни. Въпреки смяната на приоритетите смятаме, че отново съществува конфликт, тъй като не е ясно дали действително е добре да се осигурят кратки срокове на доставка при ниска степен на използване на съществуващото оборудване (и следователно при високи разходи). Решението за изпълнение на поръчката трябва да се взема по отношение на всеки клиент, защото има реална опасност разходите за единица продукция да нараснат съществено. В подобна ситуация клиентът сам трябва да реши при какви обстоятелства е готов да приеме по-високи разходи в замяна на кратките срокове за доставка.

Възможните комбинации са многобройни, като при всяка конкретна ситуация подреждането на целите по приоритети ще е различно. Признаването на приоритетността на целите позволява да се постигат първо онези от тях, които са най-важни в конкретния случай. Освен това не само различните варианти, но и промените във външната среда оказват влияние върху подреждането на преследваните цели. Следователно може да се твърди, че няма реален „оптимум“, по който предприятието да се ориентира на практика.

Описанието на процесите в операционната система на предприятието, както и съществуващите връзки и зависимости между тях може да се постигне и чрез използване на логистичните операционни криви, които са част от фундаменталните постановки на производствената логистика. Именно там има множество проблеми, при чието решаване възникват конфликти между различни функционални области. Типичен пример е посоченото противоречие между продължителността на производствения цикъл, незавършеното производство и коефициента на използване на оборудването, което поражда необходимостта от приоритетното подреждане на тези цели. Ако не се вземе предвид противоречието между тях, съществува реална опасност от погрешни решения. Във връзка с това в Institute of Production Systems and Logistics на Университета в Ханوفر е разработена теорията за логистичните операционни криви (LOC – Logistical Operating Curves). Чрез тях се описва посоката на изменение на зависимостта между средното равнище на използване на оборудването и средната продължителност на производствения цикъл от средното равнище на незавършено производство в операционните системи (вж. фиг. 14). Логистичните операционни криви могат да бъдат изчислени въз основа на информация за полезната мощност и структурата на времето за изпълнение на поръчката и чрез тях могат практически да се решат редица противоречиви целеви конфликти.

Фигура 14



Източник: Wiendahl, H.-P., H. Lödding. Supporting Negotiation Processes with Logistical Operating Curves.

Степента на използване на оборудването се определя чрез дневното производство, което всъщност е резултатът на изхода на операционната система и се измерва чрез стандартни работни часове. При ниско равнище на незавършено производство произведената продукция е малко, тъй като системата не може да поддържа непрекъснатост и ритмичност на процесите. Необходимо е да се увеличи равнището на незавършеното производство, за да се подобри резултатът на изхода, но това нарастване се ограничава от капацитета на наличното оборудване.

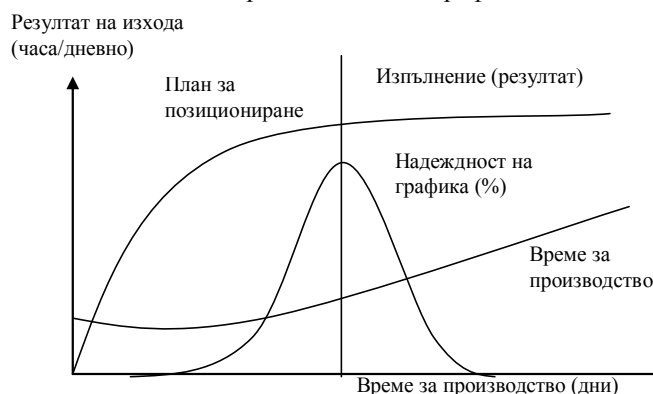
След като производственият цикъл е времето между постъпване на поръчката и нейното завършване в операционната система, то при ниски равнища на незавършено производство поръчката може да бъде обработена веднага след постъпването ѝ в операционната система. В този случай времето за обработка на поръчката ще бъде равно на нейния производствен цикъл. При високо равнище на незавършено производство обикновено се налага поръчката да изчака, докато се изпълнят предходните. Така времето за производство се увеличава с нарастване на равнището на незавършеното производство.

При решаването на този проблем според Wiendahl и Lödding влияние оказват и стратегическата важност на целевите критерии на предприятието, и особеностите на конкретната ситуация. Например, ако предприятието използва скъпи машини, то ще предпочете да работи с високо равнище на незавършено производство, за да се осигури непрекъсната работа на операционната система. Но ако клиентът е готов да заплати допълнително за бързо изпълнение на поръчката, то тогава предприятието ще заложи на кратък производствен цикъл.

Wiendahl и Lödding описват три възможни ситуации, в които предприятието може да се намира на практика (вж. фиг. 15).

Фигура 15

Влияние на позицията на предприятието върху надеждността на производствения график



Източник: Wiendahl, H.-P., H. Lödding. Supporting Negotiation Processes with Logistical Operating Curves.

Първо, при ниско равнище на незавършено производство, производственият цикъл е много кратък, но има загуби от ниската степен на използване на оборудването.

Второ, при средно равнище на незавършено производство вече се произвежда достатъчно продукция (степената на използване е сравнително висока), а дължината на производствения цикъл все още не е прекалено голяма, въпреки че е повече в сравнение с ниското равнище на незавършено производство.

Трето, при високо равнище на незавършено производство има висока степен на използване на оборудването, но това е за сметка на прекалено голямата продължителност на производствения цикъл.

Когато предприятието е избрало вече своята позиция, преминаването към друга точка нарушава надеждността на производствения график. Ако поръчките са дадени навреме в цеха, то надеждността на производствения график също може да се представи като функция на средното равнище на незавършеното производство.

Очевидно разработването на система от показатели за оценка на резултативността на операционната система на предприятието е трудна задача, тъй като системата има динамичен характер. Изходът на даден процес и резултатите от него всъщност са вход за друг процес, който дава други резултати. Именно във връзка с това възниква необходимост от разработване на система от показатели, които да дават не само количествена и качествена

оценка на работата на операционната система, но и да проследяват връзките между отделните звена и процеси в нея. Точното и обективно оценяване на ефективността на операционната система на предприятието много често се проваля поради две съществени причини:

- липсата на комплексни показатели и на методика за тяхното изчисляване,
- зависимостта на комплекса от базови показатели от целите на мениджмънта (стратегически, тактически, оперативни).

Според нас като обобщаващи показатели за комплексна оценка на ефективността от функционирането на операционната система могат да се използват посочените на табл. 3.

Таблица 3

Ключови показатели*	
Ключов (обобщаващ) показател	Аналитични показатели за измерване
Надеждност на доставките	1. Изпълнение на задълженията в срок 2. Коефициент на удовлетворяване на търсенето 3. Точност на изпълнение на поръчката
Оперативност на функционирането	1. Продължителност на периода за изпълнение на поръчката
Гъвкавост	1. Интервал на забавяне на реакцията на операционната система спрямо промените в търсенето 2. Равнище на гъвкавост на производството
Разходи при функционирането	1. Размер на товарооборота 2. Административноуправленски разходи 3. Добавена стойност в операционната система 4. Разходи по сервизното обслужване
Ефективност на управление на активите	1. Скорост на обръщение на паричните средства в системата 2. Размер на партидата запаси (в денонощия) 3. Обръщаемост на оборотния капитал

* Показателите са предложени от Съвета на специалистите в областта на управлението на веригата на доставките (CSCM) за оценка на ефективността на логистичната верига (вж. Канке, А. А., И. П. Кошечая. Основы логистики. КноРус, Москва, 2010, с. 538). Тук те са модифицирани с оглед използването им за анализ и оценка на операционната система на предприятието.

- надеждност на доставките – способността на операционната система на предприятието да осигури своевременна доставка на необходимите материали;
- оперативност на функциониране – бързината, с която операционната система реагира на промените в търсенето;

- гъвкавост – възможност за промени в структурата на операционната система при промени в пазарната ситуация;
- разходи по функционирането – свързани са с експлоатацията на операционната система;
- ефективност на управлението на активите – зависи от ефективното използване на основните и оборотните средства на предприятието.

Практическото използване на комплексни показатели за диагностика на операционната система позволява тя да се оцени от различни страни и в различни периоди.

Заклучение

Засилването на конкуренцията през последните години принуждава производителите непрекъснато да усъвършенстват своите продукти, за да си осигурят пазарен успех. Това обаче не е достатъчно. Необходима предпоставка за достигане на предимство пред конкурентите е ефективното управление на процесите в операционната система на предприятието.

Направените в студията изследвания, анализи и оценки, както и множеството очертани взаимовръзки и влияния позволяват формулиране на следните важни изводи (в съответствие с дефинираната цел и поставените основни задачи):

- Спецификата на операционната система на предприятието и решенията, свързани с нейното проектиране и функциониране, оказват съществено въздействие върху резултатите от стопанската дейност на предприятието.
- Определянето на вида на операционната система улеснява нейното функциониране и управление, тъй като позволява използването на определени механизми, базирани върху характеристиките на съответния тип система.
- Подобряването на конкурентоспособността на предприятието налага синхронизиране на процесите в операционната система с промените в неговите целеви приоритети, вкл. и с тези в ключовите фактори за успех.
- Балансирането между стремежа към максимално използване на наличния капацитет и необходимостта от ограничаване на запасите и незавършеното производство може да се постигне чрез промяна в подхода към организация и управление на процесите в операционната система, както и чрез тяхното задълбочено анализиране и оценяване.

- Решаването на дилемата на оперативното планиране налага качествено разясняване и количествено описание на връзките и зависимостите между различните цели, както и възможностите да се влияе върху тях; моделите за описание и оценка на процесите може да са базирани на обвързване между приоритетното поддръждане на преследваните цели и възможните комбинации между „тласкане” и „теглене” на процесите в операционната система на предприятието или на теорията за логистичните операционни криви.

Необходимо е да се подчертае, че ефективното управление на операционната система трябва да се използва от предприятието като съществен източник на конкурентно предимство. Разкриването на нови възможности за адаптиране и синхронизиране на процесите в операционната система с възприетите от предприятието цели е насока за бъдещи творчески изследвания.

Използвана литература

1. Благоев, Б. и колектив. Стопанска логистика. Варна, 2009.
2. Иванова, И., С. Благоева. Организация на производството в индустриалното предприятие. Варна, 2008.
3. Цветков, Г. Операционен мениджмънт. С., 2006.
4. Гаджинский, А. М. Логистика. Москва. Изд. Информационно-внедрителский центр "Маркетинг", 1998.
5. Гэлловэй, Л. Операционный менеджмент. Принципы и практика. Москва. Изд. Питер, 2001.
6. Канке, А., И. Кошечая. Логистика. Москва, изд. ИНФРА-М, 2005.
7. Канке, А., И. Кошечая. Основы логистики. Москва, КноРус, 2010.
8. Николайчук, В. Заготовительная и производственная логистика. Санкт-Петербург, Изд. ПИТЕР, 2001.
9. Стивенсон, В. Дж. Управление производством. Москва, изд. Бином, 1999.
10. Чейз Р., Ф. Джейкобз, Н. Аквилано. Производственный и операционный менеджмент. Десятое издание, Москва, Изд. Вильямс, 2007.
11. Chase, R. B., N. J. Aquilano, F. B. Jacob. Operations Management for a Competitive Advantage. McGraw-Hill Irwin, 2001.
12. Hayes, R., S. Wheelwright. Restoring Our Competitive Edge: Competing through Manufacturing. New York: John Wiley & Sons, 1984.
13. Henderson, A. B., J. L. Larco. Lean Transformation. The Oaklea Press, Richmond, VA, 1999.
14. Hill, A., T. Hill. Operations Management: Realizing Its Strategic Role, Mapping the Management Journey. Practice, Theory, and Context. Oxford University Press, 2008.
15. Hill, T. Manufacturing Strategy. Macmillan, 1983.
16. Kamau, J. Manager's Guide to Operations Management. McGraw-Hill, 2010.
17. Little, J. D. A Proof for the Queuing Formula: $L = \lambda W$. – Operations Research, March 1961.
18. Nyhuis, P., H.-P. Wiendahl. Fundamentals of Production Logistics. Theory, Tools and Applications. Springer, 2009.
19. Ohmae, K. The Mind of the Strategist. Penguin Books, 1983.
20. Roy, R. N. A Modern Approach to Operations Management. New Age International (P) Ltd., 2005.
21. Stevenson, W. Production/Operation Management. Irwin, 1998.
22. Wheelwright, S., K. Clark. Revolutionizing Product Development. New York: Free Press, 1992.
23. Wiendahl, H.-P., H. Löffding. Supporting Negotiation Processes with Logistical Operating Curves.