
ИННОВАЦИОННАЯ ЭКОНОМИКА И ВРЕМЕННЫЕ ПАРАМЕТРЫ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Эйдис Анатолий Леонидович, д-р техн. наук, проф.
Тинякова Виктория Ивановна, д-р экон. наук, проф.

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, ул. Тимирязевская, 49, г. Москва, Россия, 127550; e-mail: Edis_al@mail.ru; tviktoria@yandex.ru

Цель: Статья посвящена проблеме соблюдения принципа непрерывности процесса «наука – производство – использование». *Обсуждение:* Сравниваются плановая и рыночная экономики, обсуждается влияние уровня использования техники на сроки ее жизненного цикла, а также влияние достижений научно-технического прогресса на снижение срока использования техники. *Результат:* Выявлена интегральная зависимость эффективности инженерно-технических систем от срока насыщения машинами рынка и необходимых для этого основных производственных фондов машиностроительного предприятия.

Ключевые слова: исходные условия, непрерывность процесса, интегральный эффект, загрузка предприятия, уровень использования техники, срок реализации машины, срок насыщения рынка, срок дожития техники.

Современное состояние экономики России характеризуется процессом перехода на инновационный путь развития, что предопределяет смену традиционного типа производства. При этом возможный рост эффективности в традиционной экономике не всегда соответствует современным требованиям, поскольку не всякий экономический эффект основан на использовании инноваций. Естественно, что в этом случае не может быть достигнуто инновационное развитие производства ввиду необходимости структурного и качественного преобразования экономики, которая должна быть ориентирована как на отечественные национальные хозяйственные системы, так и системы мировой экономики.

Качественные отличия инновационной экономики от традиционной сводятся к следующим основным обстоятельствам:

- современный рынок инноваций требует консолидированного потребителя, что обуславливает необходимость перевода экономики на качественно новый этап развития, основной особенностью которо-

го является формирование национальных инновационных систем;

- на этапе развития инновационной экономики целесообразно государственным органам управления принимать на себя организационные, финансовые и институциональные функции по регулированию инновационного цикла, в рамках которого в той или иной степени и на конкретной фазе реализации требуются введения нерыночных отношений;
- переход на инновационную экономику предъявил повышенные требования к количеству и качеству человеческого капитала, который в настоящее время становится определяющим фактором в производственном процессе. Это обусловлено тем, что инновационный путь экономического развития является эволюционным процессом, который можно ускорить за счет внедрения достижений научно-технического прогресса, но нельзя его реализовать без качественного изменения системы подготовки кадров, готовых к восприятию инновации и тем более внедрению ее в производство.

Для ускоренного инновационного развития сельского хозяйства и достижения мирового уровня производства сельхозпродукции при соизмеримом уровне производительности труда отрасли необходимо располагать исходными условиями:

- структурными преобразованиями, включая расширение участников инновационного процесса, с целью использования передовых достижений других отраслей и применения в инновационных разработках для сельского хозяйства элементов двойного назначения;
- системой научной, методической и профессиональной подготовки кадрового потенциала, способного воспринять и реализовать инновационные проекты;
- современными информационными и производственными технологиями проведения работ на всех этапах жизненного цикла инновации;
- системой ускоренного трансферта инновационных технологий в производство путем совершенствования информационных технологий с целью своевременного обеспечения конечного потребителя информацией;
- финансовой системой, позволяющей повысить востребованность и покупательную способность сельских товаропроизводителей;
- системой сервисного обслуживания и материально-технического обеспечения сельских товаропроизводителей, которая должна содействовать ускоренному развитию вторичного рынка сельскохозяйственной техники на принципиально новом уровне;
- совершенной системой контроля фаз жизненного цикла инновационной технологии сельскохозяйственного производства, технического и технологического обеспечения машинно-тракторного парка, соблюдения технологической дисциплины и т.д.

Если по большинству условий в институтах Минсельхоза России имеются теоретические и производственные разработки, в большей или меньшей степени удовлетворяющие требованиям рынка, то по обоснованию временных параметров жизненного цикла и прогнозируемых производственных возможностей машиностроительных предприятий на стадии согласования и подписания контракта такие разработки отсутствуют.

При исследовании жизненного цикла технических систем (ТС) сельскохозяйственного назначения учитывались интересы пользователей без учета интересов всех участников проекта и особенно соблюдения основного принципа создания инновационной системы (ИТС) – непрерывность процесса. При этом следует установить зависимость эффективности конечного продукта от среднегодового объема выпуска ТС и наличия у предприятия основных производственных фондов. В свою очередь, эффективность ИТС определялась на стадии завершения проекта методом приведенных затрат непосредственно в сельском хозяйстве на основе хозяйственных испытаний. При этом затраты машиностроительного предприятия в полной мере не учитывались, а срок насыщения рынка и нормативного срока службы ИТС устанавливался на основе директивного документа без учета достижений научно-технического прогресса.

Такой подход в какой-то мере был оправдан в условиях плановой экономики, позволяющей на базе директивных документов определять амортизационные отчисления и устанавливать сроки службы технических систем без учета реальных затрат на создание конструкторско-технологической документации, организацию серийного производства такой системы и стратегии развития машиностроительного производства. Все это позволяло оснащать машинно-тракторный парк дешевой техникой и не обеспечивало экономное и рациональное использование ТС, а также не создавало условий эффективного развития сервисного высококвалифицированного обслуживания и не формировало условия организации вторичного рынка ТС. Кроме того, такое положение приводило к моральному старению технических систем, их неконкурентному положению на рынке по основным производственным показателям и отставанию технического уровня техники от уровня фирм зарубежных стран.

Переход к рыночной экономике потребовал качественно нового подхода к организации разработке ИТС и объективной оценки временных параметров в зависимости от развития научно-технического прогресса, требующий снижения срока службы и сменяемости моделей системы, обеспечивающих повышение их эффективности и конкурентоспособности на рынке.

Нами были предприняты попытки выявления интегральной зависимости эффективности ИТС от срока насыщения ею рынка и потребных для этого основных производственных фондов машиностроительного предприятия, а следовательно, и цены системы [3]. В ходе проведения этих работ были выявлены основополагающие положения и уточнена терминология временных параметров жизненного цикла ТС.

Однако четкого обоснования прогноза сроков насыщения рынка T_H , срока службы T_{cl} и сроков жизни $T_{ж}$ ТС на стадии выработки управленческого решения при формировании контракта до настоящего времени нет. Это обусловлено тем, что в научной литературе приводится только качественное описание этих параметров, а в экономической литературе еще применяются методы нормативного их обоснования. До настоящего времени, и особенно в бухгалтерском учете, фигурирует понятие амортизация, которое базируется на нормативном подходе, что никак не согласуется с новой формой хозяйствования и тем более с достижениями научно-технического прогресса.

Срок насыщения рынка (T_H) должен определяться, исходя из потребностей машинно-тракторного парка, повышения эффективности производства сельхозпродукции, платежеспособного спроса, наличия у машиностроительного предприятия основных производственных фондов и средств на организацию серийного производства в целесообразном среднегодовом объеме.

Методики, разработанные кафедрой «Менеджмент и маркетинг инженерно-технических систем» Российского государственного аграрного университета – МСХА имени К.А. Тимирязева, позволяют обосновать стоимость и время разработки проекта, рассчитать объем основных производственных фондов, необходимых для реализации проекта и выявить узкие места для реализации производственной программы. Однако это не позволяет обосновать T_H рынка с учетом принципа непрерывности процесса «конструирование – технологическая подготовка производства – организация серийного производства – использование технической системы – снятие продукции с производства – утилизация технической системы и технологического оборудования ее изготовления». Графическое представление жизненного цикла технической системы представлено на рис. 1.

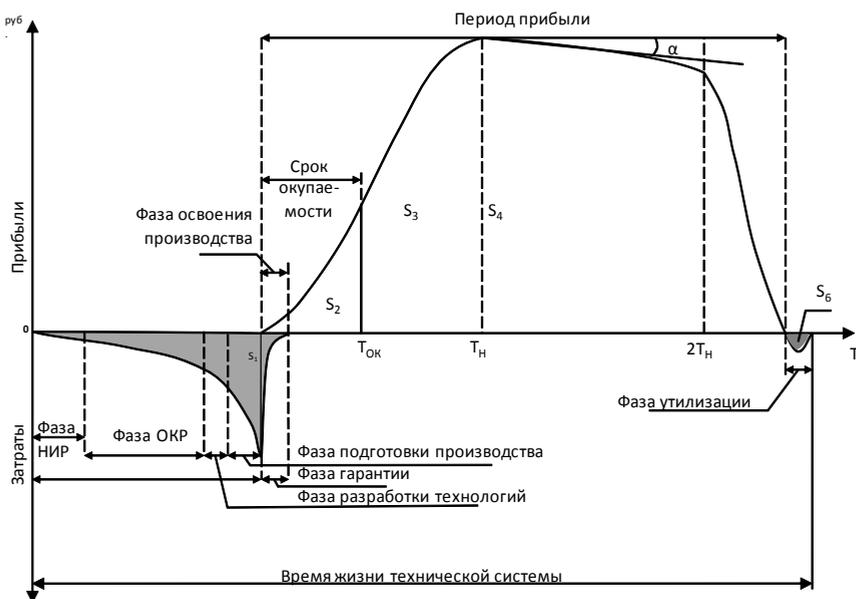


Рис. 1. Жизненный цикл технической системы

Если количественные значения трудоемкости, стоимости и сроков реализации проекта ТС можно определить укрупненно на стадии формирования контракта [3], то при определении количества основных производственных фондов использовались нормативные показатели сроков жизни ТС без анализа возможности предприятия эффективно реализовать среднегодовой объем производства.

Каким образом следует оценить срок насыщения рынка ИТС и соблюсти принцип непрерывности процесса «наука – производство – использование»?

При подходе к решению этого вопроса необходимо провести группировку технических систем по уровню использования их в течение года. Можно сгруппировать сельскохозяйственные ТС в три основные группы:

- технические системы круглогодичного использования;
- технические системы сезонного использования;
- технические системы эпизодического использования.

К *первой группе* следует отнести тракторы, автомобили, оборудование для животноводческих ферм, оборудование для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции, которые в соответствии с технологической картой используются круглогодично и не привязаны к конкретному комплексу машин производства сельхозпродукции. Для обоснования срока насыщения рынка этой продукцией необходимо располагать следующими исходными данными:

- потребностью рынка в ТС, шт.;
- прогнозным экономическим эффектом от использования ТС, руб.;
- величиной свободных основных производственных фондов на машиностроительном предприятии для организации серийного выпуска ИТС;
- текущем значением коэффициента фондоотдачи на предприятии f ;
- усредненным значением цены одного кг массы ТС, которая определяется как $K \cdot C_{\text{анал}} / M_{\text{анал}}$, где $C_{\text{анал}}$ и $M_{\text{анал}}$ соответственно цена и масса аналога технической системы или расчетные величины ИТС, а K – коэффициент приведения цены аналога к моменту начала серийного производства инновационной ТС.

Располагая исходными данными, можно определить объем свободных основных производственных фондов $F_{\text{св}}$ на машиностроительном предприятии по формуле:

$$F_{\text{св}} = \sum F_{\text{пр}} - \sum F_{\text{за}}$$

где $F_{\text{св}}$, $\sum F_{\text{пр}}$, $\sum F_{\text{за}}$ соответственно свободные, производственные и занятые основные производственные фонды, руб.

Для серийного производства ТС $F_{\text{сн}}$ определяются из следующего уравнения:

$$F_{\text{ТС}} = f (K \cdot C_{\text{анал}} / G_{\text{анал}}) G_{\text{ТС}} N_{\text{Г}}$$

где $G_{\text{ТС}}$ и $G_{\text{анал}}$ – масса ИТС и аналога, кг; N_i – среднегодовой выпуск ТС, шт.; f – коэффициент удельной фондоемкости (в зависимости от конструктивной сложности ТС среднегодовой выпуск N_i при коэффициенте фондоотдачи ϕ предприятия определяется по методике [3]).

Оптимальным условием для предприятий сельского хозяйства и машиностроительного предприятия будет равенство $F_{\text{св}} = F_{\text{сп}}$. В случае $F_{\text{св}} < F_{\text{сп}}$ и $F_{\text{св}} > F_{\text{сп}}$ значение N_i определяется как:

$$N_i = F_{\text{св}} / f (K \cdot \text{Ц}_{\text{анал}} / M_{\text{анал}}) G_{\text{анал}}$$

Отсюда однозначно определяется время насыщения рынка $T_H = N / N_i$, которое следует трактовать, как время, по истечению которого возможна замена морально устаревшей на новую ТС. В этом случае реализуется принцип непрерывности процесса создания и производства ТС, но не достигается оптимум ее срока службы $t_{\text{сп}}$.

За срок использования ТС суммарная выручка составит $\Sigma B(t)$ и суммарные затраты – $\Sigma Z(t)$, что позволит определить суммарный доход $\Sigma D(t)$.

$$\Sigma D(t) = \Sigma B(t) - \Sigma Z(t)$$

С помощью графоаналитического решения (рис. 2) выявляется динамика накопления дохода в сельскохозяйственном предприятии $\Sigma D(t)$ от использования ТС за срок ее службы $\Sigma D(t) / t_{\text{сл}}(t)$.

Время достижения максимальной прибыли можно охарактеризовать как наиболее целесообразный эксплуатационный срок службы новой ТС, который должен быть отражен в технических условиях. Этот временной параметр можно трактовать, как время, в течение которого ТС может достичь максимальной доходности с дальнейшим снижением этого показателя до минимума. Время достижения максимального значения дохода следует охарактеризовать как эксплуатационный срок службы t_{max} ТС, а диапазон между t_{max} и $t_{\text{сп}}$ следует рассматривать как срок дожития ТС.

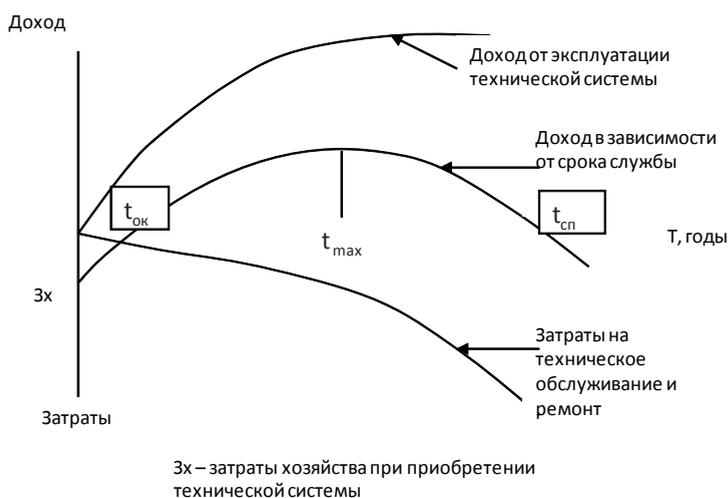


Рис. 2. Динамика накопления дохода в сельскохозяйственном предприятии от использования ТС за срок ее службы

(Обозначения: $t_{ок}$ – срок окупаемости удельных затрат при реализации проекта и привлеченных основных производственных фондов на одну ТС; t_{max} – срок службы ТС при достижении максимума накопленного дохода; $t_{сн}$ – срок службы, при котором затраты на поддержание работоспособности ТС будут экономически нецелесообразны).

Если учесть, что технические условия утверждаются для потребного рынком количества ТС, то срок службы следует выбирать в диапазоне $t_{max} \pm \delta$, где δ – процентный запас точности определения t_{max} .

Динамика изменения суммарной прибыли $\Sigma\Pi(t)$ характеризуется следующими временными параметрами: $t=0$, $t=t_{ок}$, $t=t_{max}$ и $t=t_{\Sigma\Pi=0}$. При $t=0$, $\Pi(t) = -Z_d / N$. До момента $t_{ок}$ времени окупаемости значение $-Z_d / N$ будет превышать суммарную прибыль и остается меньшим нуля. Динамика изменения суммарной прибыли показывает, что максимум $\Sigma D(t)$ достигает при t_{max} в момент установления равенства величин годовых выручки и затрат. Дальнейшее использование ТС будет приносить постепенно возрастающий убыток, и к моменту $t_{\Sigma D=0}$ затраты на поддержание работоспособности будут превышать планируемый доход [4].

Такой подход позволяет с достаточной степенью точности определить эксплуатационный срок службы $t_{сн}$ при условии непрерывности процесса производства ТС. Однако в этом случае не учитывается динамика изменения научно-технического прогресса, что приводит к моральному старению и конкуренции инновационной ТС на рынке. Анализ динамики изменения параметров ТС на рынке в зависимости от конструктивной сложности и новизны показал, что конструкция меняется каждые 4-5 лет, а новизна каждые 7-8 лет. Отсюда при обосновании срока насыщения парка ТС t_n и определении среднегодового их выпуска следует ориентироваться на среднестатистические сроки.

В результате использования предложенного метода определения временных параметров для группы ТС круглогодичного использования, с достаточной точностью, для принятия решения при формировании контракта между заказчиком и производителем можно укрупненно определить стоимость и сроки реализации разработки технической документации и подготовки серийного производства. Метод позволяет обосновать практически все временные параметры, включая срок насыщения рынка, экономически целесообразный срок службы и срок списания ТС.

Ко второй группе относятся ТС сезонного использования, к которой относятся практически все ТС для растениеводства: тракторы, включенные в специализированный комплекс для возделывания сельхозкультур, ТС для обработки почвы, повышения плодородия почвы, защиты растений, уборки и послеуборочной обработки сельхозпродукции и др.

Отличие этой группы заключается в том, что срок их использования в году мал и при правильном использовании, обслуживании, ремонте и хранении ресурс этих ТС позволяет несколько увеличить срок их службы $t_{сн}$ и другие временные параметры.

Действительно, определение срока службы ТС этой группы требует использования технологии на базе линейного или экспоненциального износа рабочих органов ТС. При этом используемый ресурс в рамках данных моделей обычно определяется как разность между сроком службы ТС, определенного для условий круглогодичного использования, и условия его реального использования. В основу этой методологии положены методы оценки износа ТС.

В последние годы получила широкое распространение методология, основанная на теории надежности ТС. В отличие от детерминированных моделей износа, применяемых ранее, данная методология основана на представлении о том, что срок службы (ресурс) ТС является случайной величиной, которую можно описать только вероятностными моделями.

Если срок службы t_{\max} рассматривать как случайную величину, то для его описания следует использовать вероятностные модели. При этом вероятность $P(\vartheta)$ того, что за рассматриваемый период времени τ ТС не достигнет предельного состояния, который определяют как $P(\vartheta) = P\{\tau \geq \vartheta\}$. При этом предельное состояние – состояние ТС, при котором ее дальнейшая использование недопустимо или нецелесообразно, а восстановление его работоспособного состояния экономически нецелесообразно. В то же время ТС может перейти в предельное состояние даже в работоспособном состоянии при внедрении инновационной более эффективной ресурсосберегающей технологии, появлении более жестких стандартов по безопасности, экономичности и экологичности.

Методология определения срока службы ТС на базе теории надежности расширяет ее возможности и делает их наиболее соответствующими физическим процессам изнашивания и здравому смыслу. В рамках этой методологии, возможно, обосновать фактический срок службы, который может существенно превышать ранее установленный нормативный. При этом установленный в документации срок службы (ресурс) имеет смысл минимального срока использования (ресурса), в течение которого с большой вероятностью предприятие-изготовитель может рекомендовать потребителю ТС эффективное выполнение технологического процесса производства продукции сельского хозяйства.

Функция $P(\vartheta)$ показывает, как долго ТС «доживет» до времени τ . Поэтому ее называют «кривой выживаемости». Заданная таким образом кривая выживаемости связана с функцией распределения вероятностей $F(\vartheta)$ соотношением: $F(\vartheta) = 1 - P(\vartheta)$. Плотность распределения времени до наступления предельного состояния $f(\vartheta)$ является производной от функции распределения:

$$f(\vartheta) = dF(\vartheta)/d\vartheta = -dP(\vartheta)/d\vartheta.$$

Кривая выживаемости ТС – это график, отображающий процесс выживания из эксплуатации объектов по мере достижения ими предельного состояния. Этот график выживания ТС представляет собой теоретический и

эмпирический (статистический) вариант функции $P(\vartheta)$. Для описания кривой выживаемости используются законы распределения, к числу которых относят так называемые кривые выживаемости типа Айова [1, 2]. Эти кривые могут быть разработаны для оценки временных параметров ТС на основе анализа и разработки эмпирических данных работоспособности ТС. Следует особо отметить, что применительно к ТС сельскохозяйственного назначения этот инструментарий не адаптирован и следует провести соответствующие исследования для определения временных параметров этой группы ТС.

На современном этапе можно использовать механизм определения временных параметров с меньшей точностью и меньшей трудоемкостью, который позволяет на стадии оформления контракта укрупненно обосновать временные параметры планируемой ТС. Для целей выработки и принятия управленческого решения при обосновании временных параметров проектируемой ТС этот метод можно использовать. Он заключается в следующем:

$$t_{cl} = t_{max} [\lg (1 - k_{tc}) / \lg (1 - k_{тсб})],$$

где k_{tc} и $k_{тсб}$ – соответственно коэффициент технического использования инновационной и базовой ТС.

К *третьей группе* относятся ТС эпизодического использования, к которой относятся ТС для растениеводства и обусловлены спецификой сельскохозяйственного производства: сушильные агрегаты, дождевальные машины и др. Временные параметры для этой группы ТС могут устанавливаться в зависимости от их коэффициента технического использования K и на основании климатических данных для конкретного региона, а также на основании положений, обоснованных для первой группы ТС.

Для этой группы ТС при определении временных параметров определяющим фактором является динамика изменений научно-технического прогресса. При установлении фиксированных временных параметров для конкретной почвенно-климатической зоны можно использовать методику, приведенную во второй группе ТС с уточнением коэффициента технического использования K .

Представленные методы определения временных параметров ТС позволяют уточнить среднегодовой объем выпуска ТС, найти оптимальный баланс между покупательным спросом и стоимостью техники, правильно формировать портфель заказов на технику, разрабатывать концепцию и техническую политику сельского хозяйства и сельхозмашиностроительных предприятий.

Список источников

1. Лейфер Л.А., Разживина В.С. *Вероятностное описание характеристик усталости на основе распределения Кептейна. Точность и надежность механических систем. Исследование деградации машин*. Рига, РПИ, 1988, с. 73-91.

2. Тришин В.Н., Шатров М.В. Основ-

ные задачи и технические решения, реализованные в компьютерной системе помощи оценщику и аудитору ASIS. *Имущественные отношения в Российской Федерации*, 2004, no. 11. Доступно: <http://www.okp-okp.ru>. (дата обращения: 26.07.2014)

3. ЭйдисА.Л., ПарлюкЕ.П., ПетроваС.А. *Управление техническими системами*. Москва, ООО «УМЦ «ТРИАДА», 2011. 236 с.
4. ЭйдисА.Л., ЧутчеваЮ.В., ПарлюкЕ.П. Обоснование срока службы сельскохозяйственной машины на стадии разработки. *Международный технико-экономический журнал*, 2012, по. 3, с. 5-9.

INNOVATION ECONOMY AND TECHNICAL SYSTEM TIME LIFE CY-CLE PARAMETERS

Eidis Anatolii Leonidovich, Dr. Sc. (Eng.), Prof.

Tiniakova Victoria Ivanovna, Dr. Sc. (Econ.), Prof.

Russian State Agrarian University, Timiryazevskaya st., 49, Moscow, Russia, 127550;
e-mail: Edis_al@mail.ru; tviktorija@yandex.ru

Purpose: Paper is devoted to the principle of continuity of the process «science – production – use.» *Discussion:* Are compared planned and market economy, the influence of the level of use of technology to the terms of its life cycle, and the impact of scientific and technological progress to reduce the life of the equipment. *Result:* Found dependency of integrated engineering systems on term saturation of the market and machines required for this basic production assets of the engineering enterprise.

Keywords: baseline, a continuous process, integrated effect, loading company, the level of technology, the term implementation machines term market saturation term survival technique.

Reference

1. Leifer L.A., Razzhivina V.S. *Veroiatnostnoe opisaniie kharakteristik ustalosti na osnove raspredeleniia Kepteina*. Tochnost' i nadezhnost' mekhanicheskikh sistem. Issledovanie degradatsii mashin. Riga, RPI Publ., 1988, pp. 73-91. (In Russ.)
2. Trishin V.N., Shatrov M.V. Osnovnye zadachi i tekhnicheskie resheniia, realizovannye v komp'iuternoi sisteme pomoshchi otsenshchiku i auditoru ASIS. *Imushchestvennye otnosheniia v Rossiiskoi Federatsii*, 2004, no. 11. Available at: <http://www.okp-okp.ru>. (accessed: 26.07.2014)
3. Eidis A.L., Parliuk E.P., Petrova S.A. *Upravlenie tekhnicheskimi sistemami*. Moscow, OOO «UMTs «TRIADA», 2011. 236 p. (In Russ.)
4. Eidis A.L., Chutcheva Iu.V., Parliuk E.P. Obosnovanie sroka sluzhby sel'skokhoziaistvennoi mashiny na stadii razrabotki. *Mezhdunarodnyi tekhniko-ekonomicheskii zhurnal*, 2012, no. 3, pp. 5-9. (In Russ.)