

И. М. Гоголев, П. И. Огородников, Е. В. Пилипенко, В. Ю. Чиркова

ТЕХНИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ И ЕГО РОЛЬ В СТАНОВЛЕНИИ ИННОВАЦИОННОЙ ЭКОНОМИКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ¹

В статье приведена математическая модель экономического развития предприятия с конкретной точкой оценки состояния фондовооруженности и фондонакопления и дальнейшего их изменения в зависимости от стратегии развития предприятия. Для построения математической модели показателей роста экономики применены модель Солоу, адекватно отражающая важнейшие общеэкономические аспекты процесса расширенного воспроизводства и помогающая осветить основные формальные особенности моделей динамики, модель Шелла с применением принципа максимума Понтрягина.

Готовность организации к инвестиционным процессам — инвестиционная «зрелость» — рассматривается через имеющийся уровень технического потенциала и ее фондовооруженность. Приведено обоснование необходимости наличия определенного уровня насыщения сельскохозяйс-

¹ Статья написана при поддержке межинтеграционного гранта Президиума УрО РАН «Возрождение эффективного агропроизводства на основе модернизации технического потенциала в условиях инновационной экономики».

твенной техники в организации как гарантированного обеспечения оптимальных средств выполнения работ в наиболее напряженные фазы производства, проведения комплекса посевных работ и уборки урожая.

Для построения математической модели, отражающей зависимость производительности труда от фондовооруженности, предложена математическая модель в виде производственной функции типа Кобба — Дугласа.

Ключевые слова: математическая модель, фондовооруженность, фондонакопление, инновационная политика, производительность труда в АПК

Совершенствование методологии и методов оценки рыночного уровня технического потенциала сельскохозяйственных организаций с последующей разработкой на их основе рекомендаций по повышению производительности труда и прогнозированию эффективности функционирования технических средств на предприятиях АПК с учетом региональных особенностей является в настоящее время не только архиважной научной проблемой, но и одним из основных факторов реализации эффективной инновационной политики на производстве.

Организация работ по скоординированному развитию всех подсистем продовольственного комплекса АПК является важнейшим направлением стратегического планирования социально-экономического развития в условиях модернизации экономики. Без высокоразвитого сельскохозяйственного производства и современного агропромышленного комплекса развитие экономики и повышение благосостояния общества невозможно. При проведении реальной модернизации экономики сельскохозяйственных организаций через внедрение инновационных процессов важнейшим моментом является их оценка с точки зрения инвестиционной привлекательности.

На уровне организации или региона инновации и инвестиции чаще всего рассматриваются отдельно, то есть существуют инновационный проект и его оценка, и — отдельно инновационный проект. При реализации инновационных проектов все обстоит несколько по-другому. Имея «хороший» инновационный проект и не имея инвестиций, мы не можем его реализовать в производство. И наоборот, если есть инвестиции, но нет стоящего инновационного проекта, тоже ничего не изменится в производстве. И только симбиоз инновационного и инвестиционного проектов позволит обеспечить их успешную реализацию. Важнейшим условием динамично развивающихся инновационных процес-

сов является оценка готовности предприятия к инвестициям, или инвестиционной «зрелости». Существует достаточно большое количество разработанных методик по оценке инвестиционной «зрелости» сельскохозяйственных организаций, однако одни из них слишком сложны из-за большого объема математического аппарата, другие слишком обобщенно рассматривают этот вопрос, и их применение на производстве достаточно затруднительно.

На наш взгляд, инвестиционная «зрелость» организации может рассматриваться через уровень технического ее потенциала или фондовооруженность.

Уровень насыщенности сельскохозяйственной техникой определяется необходимостью гарантированного обеспечения оптимальных сроков выполнения работ в критические фазы производства, проведением всего комплекса посевных работ за 3–5 дней, уборки урожая одной культуры за 510 дней при двухсменном использовании всей техники. Известно, что увеличение сроков уборки существенно увеличивает потери зерна и, соответственно, снижается прибыль предприятия (рис. 1).

В настоящих условиях, когда сельскохозяйственное машиностроение сократило производство и поставки техники сельским товаропроизводителям, которые, в свою очередь, ограничивают приобретение техники в связи с неплатежеспособностью, назрели вопросы эффективного использования техники в условиях ее недостатка [1].

Оптимизацию роста экономики предприятия рассмотрим на основе использования методики на примере сельскохозяйственной организации. Для построения математической модели, отражающей зависимость производительности труда от фондовооруженности, используем данные годовых отчетов 520 сельскохозяйственных организаций Оренбургской области за 2010 г.

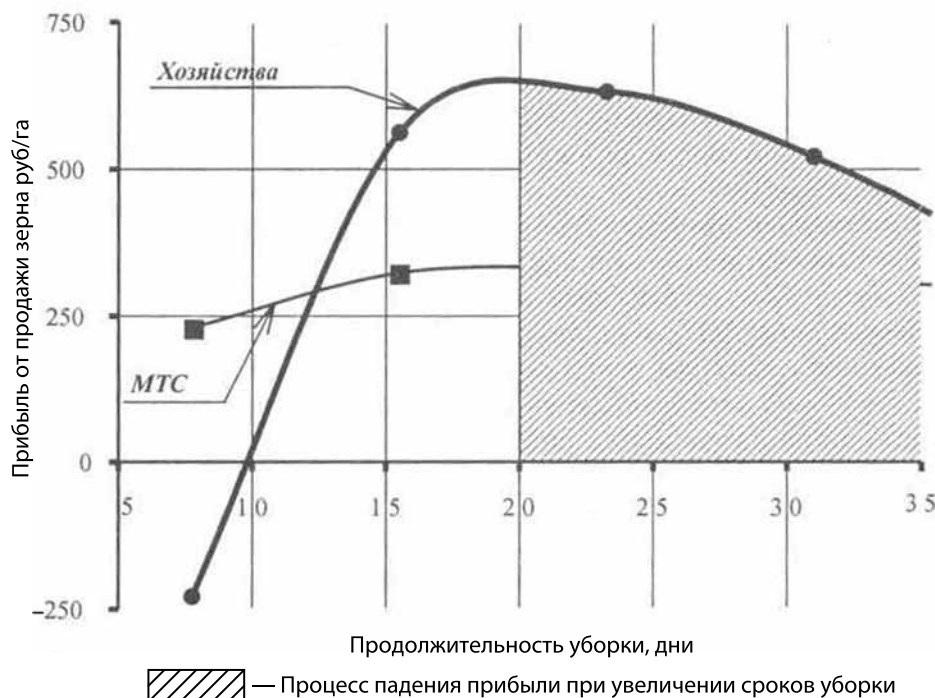


Рис. 1. Зависимость прибыли (убытков) от своевременности выполнения уборочных работ (силами МТС и хозяйств)

Расчеты основаны на данных, представленных на конец года: стоимость основных производственных фондов (стр. 130 формы № 5-АПК по ОКУД (приложение к бухгалтерскому балансу «Основные средства») — OPF); выручка от производства и реализации товарной продукции (стр. 010 формы №2 — $KK010$); среднегодовая численность работников предприятия (стр. 010 формы №5-АПК по ОКУД (приложение к бухгалтерскому балансу «Отчет о численности и заработной плате работников организации») — $KRAB$).

Кроме того, представлены показатели в расчете на одного работающего — фондовооруженность $k = \frac{OPF}{KRAB}$ и производительность труда $P = \frac{KK010}{KRAB}$.

Форму математической модели выбираем так, чтобы ее геометрический образ соответствовал геометрическому образу зависимости производительности труда от фондовооруженности, которую с достаточной точностью отражает математическая модель в виде производственной функции типа Кобба — Дугласа. Это может быть степенная функция вида $f(k) = Ak^\alpha$. Данная форма зависимости не противоречит здравому смыслу и хорошо интерпретируется при $0 < \alpha < 1$, то есть с ростом фондовооруженности k производительность труда будет уве-

личиваться по выпуклой траектории (параметр α при этом представляет собой коэффициент эластичности производительности труда относительно фондовооруженности).

Для подбора коэффициентов k и α произведем линеаризацию, прологарифмировав левую и правую части модели. В результате получим: $\ln P = \ln A + \alpha \ln k$. Таким образом, если в выборке наблюдений заменить производительность и фондовооруженность на их логарифмы, то коэффициент α и $\ln A$ можно подобрать методом наименьших квадратов.

Результаты подбора коэффициентов методом наименьших квадратов, с использованием надстроек Microsoft Excel — «Сервис», «Анализ данных», «Регрессия», представлены в таблице 1.

Таким образом, коэффициент $\alpha = 0,444948$, а $\ln A = 1,649842$, тогда коэффициент A получаем путем потенцирования, то есть $A = \exp(\ln A) = e^{\ln A} = e^{1,649842} = 5,20615541$.

Следовательно, математическая модель примет вид: $f(k) = P = 5,20615541 \cdot k^{0,444948}$ (1).

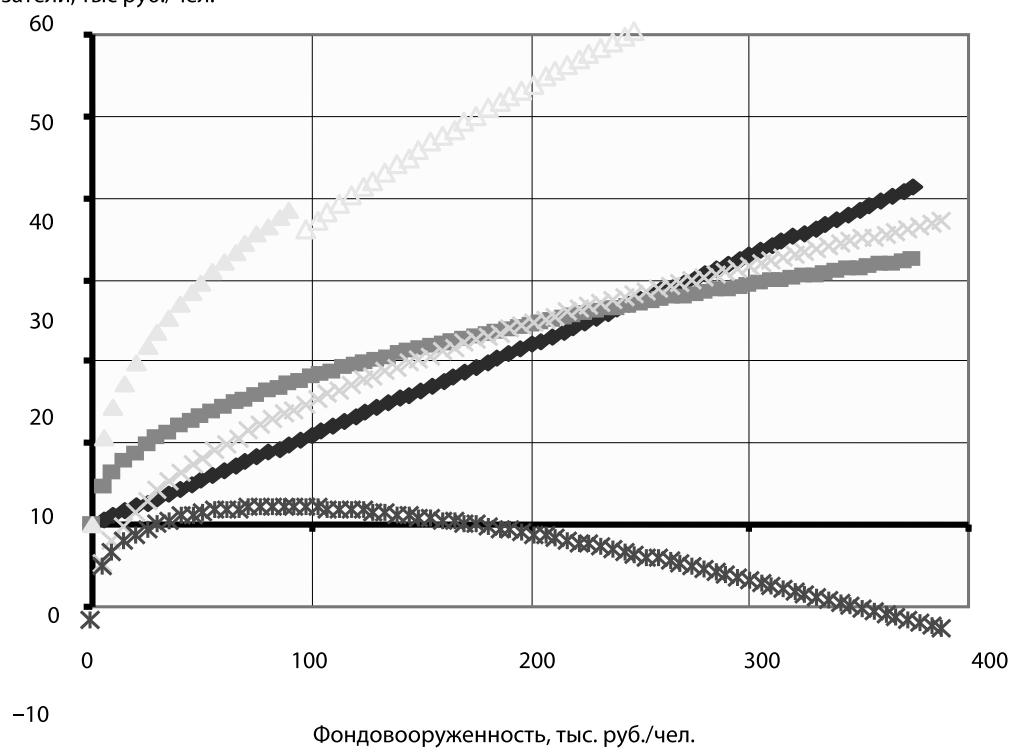
На рис. 2 показана динамика основных показателей роста экономики сельскохозяйственного предприятия Оренбургской области, рассчитанных на основе годовых отчетов предприятий за 2010 г.

Как уже было отмечено, что для выхода фондовооруженности на стационарную траекторию развития и, следовательно, на оптимальную (ма-

Стоимость основных производственных фондов

Регрессионная статистика						
Множественный R	0,4276					
R-квадрат	0,1828					
Нормированный R-квадрат	0,1813					
Стандартная ошибка	0,4931					
Наблюдения	520					
Дисперсионный анализ						
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	Значимость <i>F</i>	
Регрессия	1	28,17	28,17	115,89	1,5811E-24	
Остаток	518	125,93	0,24			
Итого	519	154,10				
	Коэффициенты	Стандартная ошибка	<i>t</i> -статистика	<i>P</i> -Значение	Нижние 95%	Верхние 95%
$\ln A$	1,649842	0,208463	7,914328	0,0000	1,240306	2,059378
α	0,444948	0,041331	10,765414	0,0000	0,363750	0,526145

Показатели, тыс руб./чел.



($mi+g$)* k $s*f(k)$ $f(k)$ $c(k)$ $c(k)-(mi+g)k$

k — фондовооруженность, тыс. руб./чел.;
 $f(k)$ — производительность труда, тыс. руб. выручки/чел.;
 s — норма накопления ($0 < s < 1$);
 $s*f(k)$ — доля в фонд накопления, тыс. руб./чел.

Рис. 2. Динамика основных показателей роста экономики сельскохозяйственного предприятия Оренбургской области, рассчитанных на основе годовых отчетов предприятий за 2010 г.

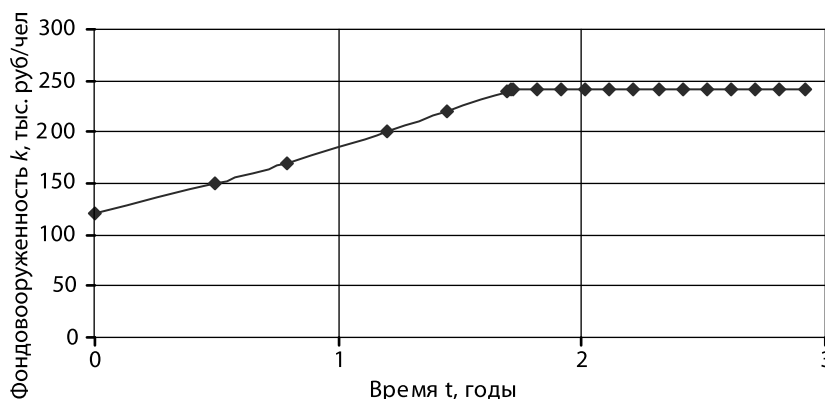


Рис. 3. Магистральная траектория развития

гистральную) траекторию для случая $k_0 < \bar{k}^*$, в начальный момент времени норма накопления выбирается равной единице. Это позволяет максимально быстро достичь значения \bar{k}^* . Когда состояние \bar{k}^* достигнуто, норму накопления нужно установить на таком уровне, чтобы фондовооруженность оставалась постоянной, то есть чтобы k являлось стационарной траекторией модели Солоу, соответствующей норме накопления

$$\bar{s} = \frac{\eta \cdot \bar{k}^*}{f(\bar{k}^*)}.$$

Для определения времени перехода из начального состояния k_0 в состояние \bar{k}^* при $s = 1$ решим дифференциальное уравнение

$$\frac{dk}{dt} = s \cdot A \cdot k^\alpha - \eta \cdot k,$$

то есть получим закон изменения фондовооруженности во времени при конкретной норме накопления $s = 1$ (рис. 3).

При решении дифференциального уравнения $\frac{dk}{dt} = s \cdot A \cdot k^\alpha - \eta \cdot k$, разделяя переменные, получаем

$$\frac{dk}{s \cdot A \cdot k^\alpha - \eta \cdot k} = dt \text{ или } \frac{1}{s \cdot A \cdot k^\alpha} \cdot \frac{dk}{1 - \frac{\eta}{s \cdot A} \cdot k^{1-\alpha}} = dt$$

или окончательно

$$\frac{k^{-\alpha}}{s \cdot A} \cdot \left(1 - \frac{\eta}{s \cdot A} \cdot k^{1-\alpha}\right)^{-1} dk = dt.$$

Тогда

$$\frac{1}{s \cdot A} \int k^{-\alpha} \cdot \left(1 - \frac{\eta}{s \cdot A} \cdot k^{1-\alpha}\right)^{-1} dk = \int dt + C. \quad (2)$$

Введя следующие обозначения $a = 1$; $b = -\frac{\eta}{s \cdot A}$; $m = -\alpha$; $n = 1 - \alpha$; $p = -1$ получим выражение $k^m(a - b \cdot k^n)^p dk$, которое называется

биномным дифференциалом, где a, b — любые действительные числа, m, n, p — любые рациональные.

При производительности $f(\bar{k}^*) = A \cdot (\bar{k}^*)^\alpha$ основными параметрами математической модели роста фондовооруженности $\frac{dk}{dt} = s \cdot A \cdot k^\alpha - \eta \cdot k$

являются s, A, α, η , которые определяют оптимальную стационарную фондовооруженность

$\bar{k}^* = \left(\frac{\alpha \cdot A}{\eta}\right)^{\frac{1}{1-\alpha}}$ и оптимальную постоянную норму

производственного накопления $\bar{s} = \frac{\eta \cdot \bar{k}^*}{A \cdot (\bar{k}^*)^\alpha} = \alpha$.

Из этих выражений следует, что с увеличением параметров A, α резко возрастает производительность, то есть более эффективные фонды увеличивают эти параметры

Так как

$$c(\bar{k}^*) = (1-s) \cdot A \cdot (\bar{k}^*)^\alpha = A \cdot (\bar{k}^*)^\alpha - s \cdot A \cdot (\bar{k}^*)^\alpha,$$

но $s \cdot A \cdot (\bar{k}^*)^\alpha - \eta \cdot \bar{k}^* = 0$, то есть $s \cdot A \cdot (\bar{k}^*)^\alpha = \eta \cdot \bar{k}^*$. (3)

Откуда $c(\bar{k}^*) = A \cdot (\bar{k}^*)^\alpha - \eta \cdot \bar{k}^*$.

Следовательно, если в m раз увеличится эффективность фондов, то есть производительность $m \cdot A \cdot (\bar{k}^*)^\alpha$, то при сохранении доли средств η на восстановление фондов фондовооруженность стабильного развития увеличится в

$$n = \frac{\left(\frac{\alpha \cdot m \cdot A}{\eta}\right)^{\frac{1}{1-\alpha}}}{\left(\frac{\alpha \cdot A}{\eta}\right)^{\frac{1}{1-\alpha}}} = (m)^{\frac{1}{1-\alpha}} \text{ раз, то есть будет равна}$$

$$n \cdot \bar{k}^* = m^{\frac{1}{1-\alpha}} \cdot \bar{k}^*. \quad (4)$$

Тогда величина потребления увели-

$$\text{чивается в } b = \frac{m \cdot A \cdot m^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} \cdot (\bar{k}^*)^\alpha - \eta \cdot m^{\frac{1}{1-\alpha}} \cdot \bar{k}^*}{A \cdot (\bar{k}^*)^\alpha - \eta \cdot \bar{k}^*} =$$

$$= \frac{m^{\frac{1}{1-\alpha}} \cdot \left[A \cdot (\bar{k}^*)^\alpha - \eta \cdot \bar{k}^* \right]}{A \cdot (\bar{k}^*)^\alpha - \eta \cdot \bar{k}^*} = m^{\frac{1}{1-\alpha}} \text{ раз, то есть величина}$$

чина потребления будет равен $C(\bar{k}^*) \cdot m^{\frac{1}{1-\alpha}}$. (5)

Если представить, что $f(k) = A \cdot k^\alpha$, где $k = k_0 + a \cdot p^\lambda$, откуда $p = \left(\frac{k - k_0}{a} \right)^{\frac{1}{\lambda}}$ — энерговооруженность, кВт/чел.

Если $\eta = b \cdot p^\beta$,

$$\frac{dk}{dt} = \frac{d(a \cdot p^\lambda)}{dt} = s \cdot A \cdot (k_0 + a \cdot p^\lambda)^\alpha - b \cdot p^\beta \cdot a \cdot p^\lambda = s \cdot A \cdot a^\alpha \cdot p^{\lambda\alpha} - b \cdot a \cdot p^{(\beta+\lambda)} \quad (6)$$

Получим значения составляющих модели (табл. 2).

Расчетные данные

s	α	β	λ	a	b	A	k_0
0,4	0,25	0,005	0,9	0,3	0,1	20	5

Исходя из вышеуказанного, можно сделать следующий вывод: для увеличения оптимального уровня фондовооруженности, связанной большей энергонасыщенностью и более высокой стоимостью основных производственных фондов, целенаправленно внедрять инновационные технологии, обеспечивающие повышение производительности труда и снижение затрат на поддержание основных производственных фондов в рабочем состоянии.

Список источников

1. Огородников П. И. Научно-технический прогресс — основа эффективной реализации инновационных проектов в АПК / Отв. ред. акад. РАН А. И. Татаркин. — Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН, 2009. — 228 с.
2. Пилипенко Е. В. Экономика знаний или инновационная экономика? // Экономические системы и их трансформация в XXI веке. Теория, методология, практика. Экономические исследования / Под ред. д. э. н., проф. А. А. Абишева, д. э. н. Т. И. Мухамбетова. — Алма-Ата: Экономика, 2010. — 900 с. — С. 164-176.
3. Экономика Удмуртии / Под ред. О. И. Боткина. — Ижевск: Изд-во Удм. ун-та, 1997. — 324 с.

Сведения об авторах

Тоголев Игорь Михайлович (Ижевск, Россия) — доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой экономики АПК, ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА (427056, г. Ижевск, Удмуртская республика, ул. Молодежная 46, кв. 66, e-mail: natics19@mail.ru)

Огородников Петр Иванович (Оренбург, Россия) — доктор технических наук, профессор, директор, Оренбургский филиал Учреждения Российской академии наук Института экономики Уральского отделения РАН (460000, г. Оренбург, ул. Пионерская, д. 11, e-mail: ofguieurogan@mail.ru)

Пилипенко Елена Васильевна (Курган, Россия) — доктор экономических наук, доцент, директор, Курганский филиал Института экономики Уральского отделения РАН (640000, г. Курган, ул. Пичугина, д. 15, оф. 1, e-mail: pilipenkoev@bk.ru).

Чиркова Валентина Юрьевна (Оренбург, Россия) — соискатель, Оренбургский филиал Учреждения Российской академии наук Института экономики Уральского отделения РАН (460000, г. Оренбург, ул. Пионерская, д. 11, e-mail: ofguieuroran@mail.ru)

I. M. Gogolev, P. I. Ogorodnikov, E. V. Pilipenko, V. Yu. Chirkova

Technical potential and its role in development of innovational economics of agricultural entities

This paper presents a mathematical model of economic development of an enterprise with a particular point of assessment of capital-labor and ratio capital equipment accumulation conditions and their further changes depending on the strategy of the company. To construct a mathematical model of the economy's growth indicators, Solow model which adequately reflects the key aspects of the economy-wide process of expanded reproduction and helps to highlight the main features of the formal models of the dynamics is applied, as well as Shell model with applying Pontryagin maximum principle.

An organization's readiness to investment processes — investment «maturity» — is seen through the current level of technical capacity and current capital-labor ratio. The substantiation of the need for a certain level of saturation of agricultural equipment in the organization as a secure mean of ensuring the optimum performance of work in the most intense phase of the production of complex planting and harvesting is provided.

To construct a mathematical model reflecting the dependence of capital-labor productivity on capital-labor ratio, a mathematical model in the form of the production function of Cobb-Douglas type is suggested.

Keywords: mathematical model, capital-labor ratio, real volume of capital equipment per unit of labor, capital equipment accumulation, innovative policy, labor productivity in agroindustrial complex.

References

1. *Ogorodnikov P.I., Tatarkin A. I.* (Ed.) (2009). Nauchno-tekhnicheskii progress — osnova effektivnoi realizatsii innovatsionnykh proektov v APK [Scientific and technological progress as a basis for effective implementation of innovational projects in the agroindustrial complex]. Yekaterinburg, Institute of Economics, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences.
2. *Pilipenko E. V., Abishev A. A.* (Ed.), *Mukhambetov T. I.* (Ed.) (2010). Ekonomika znaniy ili innovatsionnaya ekonomika? [Economics of knowledge or innovational economics?]. Ekonomicheskie sistemy i ikh transformatsiya v XXI veke [Economic systems and their transformation in the XXI century]. Teoriya, metodologiya, praktika. Ekonomicheskie issledovaniya [Theory, methodology, practice. Economic studies]. Alma-Ata, Ekonomika, 164-176.
3. *Botkin O. I.* (Ed.) (1997). Ekonomika Udmurtii [Economics of Udmurtia]. Izhevsk, University of Udmurtia Publ.

Information about the authors

Gogolev Igor' Mikhailovich (Izhevsk, Russia) — Doctor of Economics, Professor, Head of the Chair for Economics of Agroindustrial Complex, Federal State Budget Educational Establishment of Higher Professional Education Inzhevsk State Agricultural Academy (427056, Izhevsk, the Republic of Udmurtia, Molodezhnaya st. 46-66, e-mail: natics19@mail.ru).

Ogorodnikov Petr Ivanovich (Orenburg, Russia) — Doctor of Engineering, Professor, Director of Orenburg Branch of the Establishment of the Russian Academy of Sciences, Institute of Economics, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (460000, Orenburg, Pionerskayast.11, e-mail: ofguieuroran@mail.ru).

Pilipenko Elena Vasil'evna (Kurgan, Russia) — Doctor of Economics, Associate Professor, Director, Kurgan branch of Institute of Economics, Ural branch of Russian Academy of Sciences (640000, Kurgan, Pichugina St., 15, e-mail: pilipenkoev@bk.ru).

Chirkova Valentina Yur'evna (Orenburg, Russia) — Ph D applicant, Orenburg Branch of the Establishment of the Russian Academy of Sciences, Institute of Economics, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (460000, Orenburg, Pionerskaya st. 11, e-mail: ofguieuroran@mail.ru).