

му из них. Коэффициент запаса надежности определяется отношением допуска на выходной параметр к области его существования и зависит от особенностей данного изделия, режимов и условий его эксплуатации.

Структура системы и характер ее работы должны быть известны настолько, чтобы для любой группы элементов системы было известно, вызывает ли отказ элементов этой группы отказ системы или нет. В практике в большинстве случаев отказы одних элементов существенно влияют на надежность других элементов, изменяя параметры, определяющие надежность элементов. В этом случае отказы одних элементов увеличивают функциональную нагрузку на оставшиеся элементы, тем самым уменьшая их надежность.

Пусть система состоит из  $n$  элементов, опасность отказа каждого из которых не зависит от времени, но зависит от числа неотказавших элементов.

Обозначим через  $P_k(t)$  вероятность того, что в данный момент времени  $t$  работает ровно  $k$  элементов, т.е. система находится в состоянии  $k$ . Из этого состояния за бесконечно малое время  $\Delta t$  она может с вероятностью  $k\lambda_k\Delta t + o(\Delta t)$  перейти в состояние  $(k-1)$  и с вероятностью  $1 - k\lambda_k\Delta t + o(\Delta t)$  остаться в состоянии  $k$ . Тогда по формуле полных вероятностей можно записать:

$$P_k(t + \Delta t) = [(k+1)\lambda_{k+1}\Delta t + o(\Delta t)]P_{k+1}(t) + [1 - (\lambda_k\Delta t + o(\Delta t))]P_k(t) + o(\Delta t). \quad (1)$$

Разделив обе части равенства на  $\Delta t$  и переходя к пределу при  $\Delta t \rightarrow 0$ , получим:

$$P_k(t) = (k+1)\lambda_{k+1}P_{k+1}(t) - k\lambda_kP_k(t), \quad (2)$$

где  $k = 0, 1, 2, \dots, n-1$ .

При  $k = P_n(0) = 1$  аналогично получаем:

$$P_n(t) = -n\lambda_nP_n(t). \quad (3)$$

Поскольку в начальный момент  $t = 0$  все элементы работают, то  $P_n(0) = 1$  и  $P_k(0) = 0$  при  $k < n$ . Эта система может быть решена через преобразование Лапласа:

$$Q_k(z) = \int_0^{\infty} P_k(t)e^{-zt} dt. \quad (4)$$

После умножения каждой части уравнения на  $\dot{a}^{-zt}$ , проинтегрирования по  $t$  и решения полученной алгебраической системы с использованием формулы обращения получаем:

$$P_0(t) = \frac{n!\lambda_1\lambda_2\lambda_3\lambda_4\lambda_5\lambda_6\lambda_7\lambda_8\lambda_9\lambda_{10}\lambda_{11}\lambda_{12}\lambda_{13}\lambda_{14}\lambda_{15}\lambda_{16}\lambda_{17}\lambda_{18}\lambda_{19}\lambda_{20}}{2\pi i} \int_{a-i\infty}^{a+i\infty} \frac{e^{zt} dz}{z(z+\lambda_1)\dots(z+n\lambda_n)}. \quad (5)$$

Очевидно, что  $P_0(t)$  есть вероятность того, что к моменту времени  $t$  все элементы отказали, т.е. произошел отказ системы. Поэтому  $P_0(t) = Q(t) = 1 - P(t)$ .

Вероятность отказа системы выражается интегралом в уравнении (5), которое позволяет теоретически определить безотказность системы (машины).

Для выявления наиболее опасных категорий отказов в ряде случаев могут быть использованы специальные методы анализа и учета их. Особенно важно оценивать параметрические отказы, характеризующиеся весьма широким диапазоном последствий.

Тщательный анализ основных видов отказов является условием успешного решения задач, связанных с повышением работоспособности машин и их надежности.

## ОСОБЕННОСТИ СЕЛЬСКОГО РЫНКА ТРУДА

**Н.В. Ефременко, к.э.н., доцент**

*Белорусский государственный аграрный технический университет (г. Минск),*

**А.С. Козлов, к.э.н., доцент**

*Белорусский государственный технологический университет (г. Минск)*

В ходе реализации проекта ПРООН «Разработка модели комплексной региональной социальной политики для предотвращения бедности в Республике Беларусь» в целях выявления

экономического потенциала сельского населения был проведен анализ сельского рынка труда Слонимского района Гродненской области. Проведенное исследование позволило определить особенности развития сельского рынка труда, которые, в большинстве своем, могут быть отнесены и ко всей Беларуси.

Предложение рабочей силы на сельском рынке труда устойчиво сокращается количественно и качественно. На это оказывают влияние следующие факторы:

а) уровень оплаты труда относительно более низкий, чем в городе. В Слонимском районе в 2009 г. зарплата работников сельскохозяйственных предприятий была на 10% ниже, чем в среднем по району. Занятость в сельской местности традиционно связана с непривлекательным тяжелым ручным трудом и низкой заработной платой, что стимулирует миграцию из села в город.

б) демографические факторы:

– в половозрастной структуре преобладает население в возрасте старше трудоспособного, что не способствует нормальному воспроизводству населения. Так, например, в структуре сельского населения района 34% — лица старше трудоспособного возраста и 14% моложе трудоспособного возраста;

– смертность значительно превышает рождаемость, что ведет к быстрому сокращению сельского населения. Население в сельской местности в Слонимском районе сокращается в среднем на 300 человек ежегодно;

– миграционные потоки направлены из сельской местности в города, наблюдается устойчивое отрицательное сальдо миграции между сельской и городской местностью. В структуре миграции по уровню образования среди эмигрантов уровень образования выше, чем среди иммигрантов. Такая тенденция ведет к ухудшению конкурентоспособности сельской рабочей силы;

в) экономическая активность населения в сельской местности ниже, чем в среднем по району. Так, в исследуемом районе экономически-неактивное население в сельской местности в 2009 г. составило 33,3% от трудоспособного населения. При этом в сельском хозяйстве ощущается дефицит кадров по отдельным профессиям в условиях трудоизбыточной занятости;

г) несмотря на усилия государства по поддержке развития сельской местности, воспроизводство рабочей силы остается более низким, чем в городе. Недостаточный уровень коммунальных, бытовых, медицинских, образовательных, рекреационных, культурных и т.д. услуг стал фактором, стимулирующим сокращение сельского населения и перемещение его в города.

Спрос на труд в сельской местности предъясняется, главным образом, со стороны крупнотоварных сельскохозяйственных организаций. В них занято 48,5% всего населения Слонимского района, они создают 80% свободных вакансий. Вследствие демографических тенденций и процессов реструктуризации предприятий, проявляется тенденция сокращения занятых в крупных сельскохозяйственных предприятиях района работников — численность занятых в сельских организациях района снизилась на 12% с 2005 по 2009 год.

Обычно на несколько населенных пунктов имеется только одно такое предприятие. По сути, это делает локальный сельский рынок труда монополизированным таким предприятием. Если учесть, недостаточно устойчивое экономическое положение сельскохозяйственных предприятий, то очевидной становится напряженная ситуация на сельском рынке труда. Спрос на труд в сельхозпредприятиях в значительной степени подвержен сезонным колебаниям, что делает заработок в зимний период нестабильным. Поскольку сельскохозяйственное производство является первичным звеном АПК, то спрос на труд здесь также зависит от экономического положения предприятий - переработчиков сельскохозяйственной продукции и спроса на их продукцию. Ввиду доступности транспортных средств, улучшения дорожных покрытий, повышения качества жизни в сельской местности получает распространение маятниковая трудовая миграция рабочей силы из сельской местности в ближайшие города.

Примерно 30% рабочей силы в сельской местности заняты в других (несельскохозяйственных) отраслях. В основном в организациях бытового, медицинского обслуживания, организациях культуры, образования, потребкооперации. 30% трудоспособного населения сельской местности Слонимского района официально нигде не работают. Эта часть населения разделяется на несколько групп: первая — это безработные, не зарегистрированные в центре занятости, ищут работу самостоятельно, вторая — временные трудовые эмигранты (выезжают на временные заработки в соседние страны — Россия, Польша, Прибалтика), работающие без социального обеспечения и гарантий, а также занятые в теневом секторе экономики. Третья категория неработающего населения занята самообеспечением — это трудовые ресурсы, занятые в личных подсобных хозяйствах (скотоводство, растениеводство, пчеловодство и т.д.). Такой тип занятости характеризуется низким уровнем производи-

тельности труда и является стратегией выживания сельского населения. Зачастую занятые на крупных сельскохозяйственных предприятиях, трудятся также в ЛПХ, что создает сверхзанятость сельского населения. Тем не менее, этот вид занятости приносит определенный доход и повышает уровень потребления. Следует отметить, что количество фермерских хозяйств в Слонимском районе растет, создавая эффективные рабочие места.

Сельский сегмент районного рынка труда является наиболее активным по использованию услуг районного центра занятости. Это связано с тем, что государственные центры занятости в большей степени контролируют сегмент низкоквалифицированной рабочей силы, а сельское население, в основном, и представляет этот сегмент. Анализ показывает, что официальные потоки безработных на сельском рынке труда выше, чем на городском рынке труда. Постановка на учет безработных требует выполнения определенных условий, в том числе отработки на общественных работах, что связано с ручным неквалифицированным трудом и уравнивает высококвалифицированных и низкоквалифицированных работников. В то же время для сельчан это является выходом для пополнения семейных бюджетов безработных.

Для сельских территорий открываются новые возможности в связи изменением миграционных тенденций, развитием туризма и отдыха. Развитие средств коммуникации (интернет, мобильная связь, спутниковое телевидение), доступность индивидуальных транспортных средств и улучшение дорожной инфраструктуры, ухудшение экологической ситуации в городах ведет к изменению направления географического перемещения населения. В сельскую местность, как лучшее место для проживания и возможность удаленной занятости (новые формы занятости через интернет), направляется наиболее обеспеченная часть населения с более высоким уровнем доходов и образования, создавая дополнительный спрос на натуральные продукты питания, активный отдых, туристические и культурные услуги. В результате создается дополнительный спрос на рабочую силу. Такая тенденция предвещает новую волну развития для сельской местности. Выиграют в данной ситуации те районы, которые смогут поддержать инвестирование в соответствующую инфраструктуру (выделение участков для индивидуальной застройки, низкий уровень бюрократизации, возможность кредитования), развитие культурного потенциала (музеи природы, истории и т.д.), развитие дорожной инфраструктуры, поддержку малого предпринимательства (в т.ч. сети магазинов), охрану природных ресурсов, усиление роли местного самоуправления.

Систематизируя выявленные тенденции, можно сформулировать следующие особенности сельского рынка:

1. Сокращение численности сельского населения и, соответственно, сокращение предложения на рынке труда в результате демографических тенденций.
2. Более высокий уровень экономически неактивного населения в сельской местности.
3. Активный спрос на услуги центра занятости со стороны безработного сельского населения.
4. Сокращение занятости в подсобных хозяйствах (самообеспечение).
5. Значительный уровень временной трудовой миграции в ближайшее зарубежье и маятниковой миграции в город.
6. Наличие значительного потенциала для развития сферы услуг, в первую очередь туризма, предоставляющей возможности диверсификации форм занятости и доходов населения.

Данные особенности должны учитываться при прогнозировании локальных рынков труда и найти свое отражение в региональных планах социально-экономического развития. Такой подход будет способствовать не только достижению производственных показателей в сельском хозяйстве, но и повышению уровня и качества жизни сельского населения.

## **ЕВРОПЕЙСКАЯ КРЕДИТНО-ТРАНСФЕРТНАЯ СИСТЕМА КАК ИННОВАЦИОННЫЙ ЭЛЕМЕНТ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ**

**Б.А. Железко, к.т.н., доцент, Г.Н. Подгорная, аспирантка**  
*Белорусский государственный экономический университет (г. Минск)*

Повышение международной конкурентоспособности образовательных услуг отечественных вузов является объективной необходимостью, поскольку может обеспечить скорей-