

УДК 633/635:631.56

*А. С. САЙГАНОВ<sup>1</sup>, А. В. ЛЕНСКИЙ<sup>2</sup>*

## **АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ**

<sup>1</sup>*Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси,  
г. Минск, Республика Беларусь, e-mail: agreconst@mail.belpak.by*

<sup>2</sup>*Научно-практический центр НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства,  
г. Минск, Республика Беларусь*

*(Поступила в редакцию 04.11.2014)*

Сельскохозяйственное производство является основой социально-экономического прогресса и залогом успешного развития любого государства. Реализация стратегии национальной продовольственной безопасности в Республике Беларусь предусматривает практически полное удовлетворение потребностей страны в собственной продукции растениеводства.

Сегодня решение этой важной задачи может быть достигнуто только на основе масштабного создания инноваций и их внедрения в процесс производства, дальнейшей интенсификации процессов возделывания основных сельскохозяйственных культур в сочетании с комплексом организационно-экономических, технических и технологических факторов развития АПК. Современное состояние рынков сырья и продовольствия диктует необходимость производства конкурентоспособной продукции высокого качества с наименьшей себестоимостью, что возможно лишь на основе применения передовой агротехники, высокопродуктивных сортов культур, ресурсосберегающих комплексов машин и оборудования, удовлетворяющих природно-производственным условиям хозяйствования.

По рейтингу ФАО Республика Беларусь входит в ТОП-50 стран, имеющих наиболее высокие показатели по объему производства продукции растениеводства (табл. 1).

**Т а б л и ц а 1. Рейтинг Республики Беларусь по физическому объему производства сельскохозяйственной продукции**

Вид культуры	Место по площади	Место по объему производства	Кол-во стран, участвующих в рейтинге
Пшеница	35	35	126
Рожь	4	4	63
Ячмень	25	15	104
Тритикале	2	4	39
Кукуруза на зерно	73	61	166
Картофель	9	10	159
Сахарная свекла	13	14	61
Рапс	13	14	64
Льноволокно	2	2	25

П р и м е ч а н и е. Рассчитано на основании данных FAOSTAT [1].

Тем не менее, потенциал реализации современных интенсивных технологий в отрасли реализован еще далеко не в полной мере, особенно по отношению к развитым странам ЕС и Северной Америки.

В частности, по производству зерновых культур Республика Беларусь значительно опережает страны Таможенного союза, где средняя урожайность составляет от 9 до 35 ц/га, но более чем в 2 раза отстает от развитых стран Европейского союза, средняя урожайность зерновых в кото-



Рис. 1. Структура затрат на производство основных культур

[По материалам годового отчета Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь за 2012 г.]

рых варьирует от 65 до 75 ц/га [1]. Что касается США и Канады, то основной акцент при производстве зерновых культур в них сделан на твердые продовольственные сорта, урожайность которых несопоставима с фуражными сортами, возделываемыми на территории Беларуси.

Одним из существенных факторов, сдерживающих развитие отраслей сельского хозяйства, является нерациональное и несбалансированное использование имеющихся ресурсов (трудовых, материальных и др.), что зачастую противоречит научно обоснованным затратам на производство, определенных в соответствии с технологическими регламентами и рекомендациями отраслевых научно-практических центров.

Фактическая структура затрат на производство основных культур (озимые и яровые зерновые, рапс, кукуруза на силос) представлена на рис. 1.

Как следует из диаграмм, в фактических затратах на производство наибольший удельный вес по представленным культурам занимают расходы на удобрения и средства защиты растений – 36–44 %. Относительно равномерно распределены затраты на топливо и энергоресурсы, оплату труда и содержание основных средств, вариация которых составляет от 10 до 14 %.

Расчеты, выполненные нами в соответствии с технологическими требованиями на производство вышеуказанных культур, свидетельствуют о несколько ином распределении затрат (табл. 2).

Т а б л и ц а 2. Расчетные соотношения затрат на производство основных видов продукции растениеводства

Вид культуры	Оплата труда	Затраты на семена	Затраты на удобрения и СЗР	Затраты на содержание основных средств	Стоимость работ и услуг	Затраты на ГСМ и энергоресурсы	Прочие прямые затраты
Озимые зерновые	4,1	0,9	39,8	29,4	6,1	14,3	5,4
Яровые зерновые	3,3	1,2	50,4	23,3	4,8	12,5	4,4
Рапс	3,8	2,2	40,0	27,6	5,7	15,6	5,3
Кукуруза на силос	5,9	0,1	25,8	36,8	7,7	16,9	6,7

П р и м е ч а н и е. Таблица составлена на основании технологических карт на производство продукции.

Удельный вес затрат на удобрения и средства защиты растений в целом соответствует фактически сложившемуся уровню и составляет 40–50 %, на топливо и электроэнергию – 12–15 %. Фактический уровень оплаты труда в затратах на производство сельскохозяйственной продукции, напротив, является завышенным и характеризует низкую его эффективность (10–12 % против 3–6 % по расчету).

Наиболее существенные отличия наблюдаются по затратам на содержание основных средств (25–35 % по расчету против 10–14 % по факту), что свидетельствует о эксплуатации в хозяйствах изношенной техники и недостаточном уровне поддержания ее в работоспособном состоянии.

Таким образом, исследование эффективности технологических процессов в сельском хозяйстве с позиций рациональности использования ресурсов является одной из важных задач управления производством продукции растениеводства.

Эффективность производства продукции является комплексным показателем, который может быть рассмотрен с двух основных позиций: во-первых, сравнение сельскохозяйственных предприятий по степени использования ими своих ресурсов («техническая эффективность»); во-вторых –

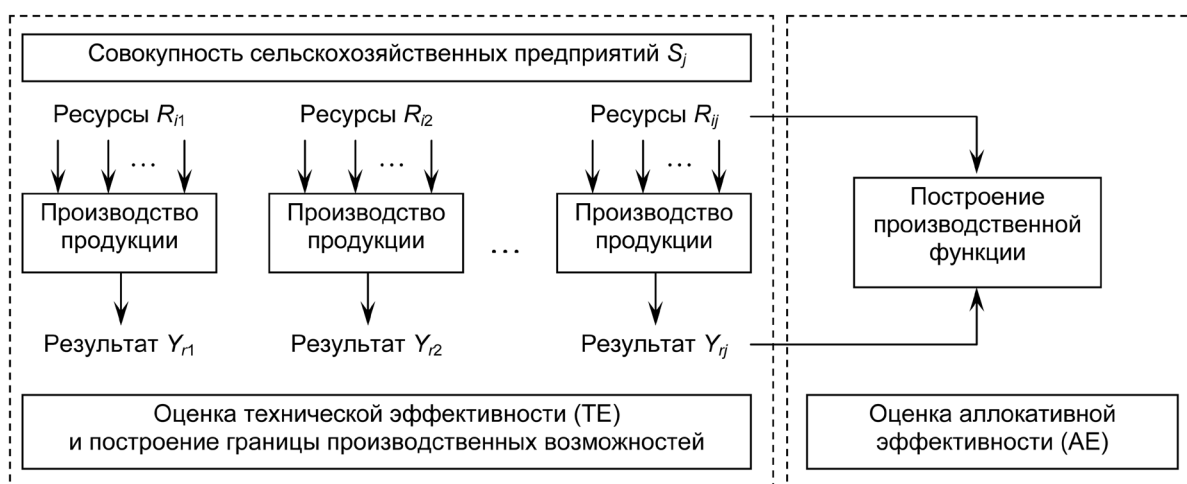


Рис. 2. Принципы оценки технической и аллокативной эффективности

оценка сельскохозяйственных предприятий по уровню соотношений между применяемыми ресурсами («аллокативная эффективность») (рис. 2).

Анализ эффективности производственной деятельности сельскохозяйственных предприятий проводили по следующему алгоритму [2, с. 6–7].

1. Формирование достоверной базы данных за долгосрочный период на основании годовых отчетов сельскохозяйственных предприятий.

2. Ретроспективный анализ деятельности сельскохозяйственных предприятий.

3. Построение и анализ производственной функции в целях оценки взаимосвязи между результатами производства и применяемыми ресурсами.

4. Оценка аллокативной эффективности предприятий с использованием метода определения стоимости предельного продукта на основе эконометрического анализа производственных функций.

Расчет аллокативной эффективности предполагает установление оптимальных соотношений между применяемыми ресурсами в целях обеспечения максимального значения результирующей переменной при заданных ценах на ресурсы. При этом применение определенных видов ресурсов будет являться эффективным, если стоимость предельных продуктов указанных ресурсов равна их действующим ценам.

5. Оценка технической эффективности предприятий с использованием метода анализа оболочки данных (DEA).

Расчет технической эффективности позволяет установить потенциальную способность сельскохозяйственного предприятия обеспечить рациональное применение имеющихся ресурсов с целью достижения максимального значения результирующей переменной либо минимизировать расход ресурсов при фиксированных результатах производства [3–5].

При формировании исходной базы данных для проведения анализа в качестве входных параметров принята совокупность показателей, относительно широкомасштабно отражающих обеспеченность сельскохозяйственных предприятий основными факторами производства: трудовыми и земельными ресурсами, а также основными и оборотными средствами. При этом трудовые ресурсы были определены двумя признаками: затратами труда в растениеводстве и уровнем оплаты труда на производство продукции растениеводства, что позволяет в определенной степени квантифицировать социальную составляющую, поскольку мотивация труда персонала напрямую влияет на эффективность работы организации. В связи со значительной дифференциацией земельных ресурсов по качеству для оценки указанного фактора были использованы следующие признаки: площадь и балл плодородия сельскохозяйственных угодий. Наиболее проблематичной в проводимом исследовании является оценка фактора «капитал» или обеспеченности основными средствами. Руководствуясь практическим опытом и рекомендациями специалистов в области экономического анализа, в качестве основного индикатора приняты амортизационные отчисления на основные средства и нематериальные активы [6, 7]. Учитывая тот факт, что в стоимостной структуре основных средств сельскохозяйственной организации (за исключением

зданий и сооружений) более 70 % составляют машины и механизмы, из которых более половины эксплуатируются за пределами амортизационных сроков службы, отмеченный признак не в состоянии объективно отражать качественную структуру парка техники и оборудования. В этой связи дополнительным признаком, позволяющим оценить тенденции обновления и модернизации производственной базы, может выступить наличие энергетических мощностей. Учет фактора обеспеченности оборотными средствами осуществляется путем охвата всех материальных затрат на приобретение производственных ресурсов и осуществление технико-технологического сервиса: затраты на семена, затраты на минеральные удобрения и средства защиты растений, затраты на горюче-смазочные материалы и электроэнергию, затраты на запасные части, оплата услуг и прочие затраты.

На основании годовых отчетов о производственной деятельности сельскохозяйственных предприятий была сформирована база данных, отражающая вышеуказанные показатели за период 2004–2012 гг., с учетом следующих допущений.

1. Для анализа отобраны предприятия, находящиеся в ведомственной подчиненности Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь и имеющие площадь сельскохозяйственных угодий не менее 500 га.

2. Из рассмотрения исключен ряд предприятий, имеющих ярко выраженную индустриальную специализацию, например, птицефабрики, племенные животноводческие комплексы, тепличные комбинаты.

3. В целях сопоставимости исследуемых выборок также исключены организации, которые в течение рассматриваемого периода прекратили свою деятельность.

Таким образом, окончательный массив предприятий представлен 984 организациями, что составляет порядка 80 % от генеральной совокупности (по состоянию на 2012 г.).

В качестве результирующего показателя наиболее целесообразным признаком при проведении аналитических исследований является прибыль от реализации продукции, однако, оценка эффективности методом DEA предъявляет в качестве одного из условий следующее положение – используемые переменные должны быть больше либо равны нулю. Для отобранных предприятий данное условие не выполняется, поскольку до 20 % организаций в 2011–2012 гг. имели убыток от результатов производственной деятельности в отрасли растениеводства. Однако учитывая, что продукция растениеводства анализируемых организаций реализуется в основном для государственных нужд по фиксированным закупочным ценам, вполне правомерным будет использование в качестве результирующего признака выручки от реализации продукции.

Следует отметить, что исследуемый временной период характеризовался не только значительной вариацией цен на ресурсы и конечную продукцию, но и гиперинфляцией, а также финансовым кризисом 2011 г. В этой связи все монетарные показатели в исходной базе данных были пересчитаны в долларах США в соответствии с официальным среднегодовым курсом Национального банка Республики Беларусь [8]. Кроме того, в целях обеспечения возможности прямого сравнения показателей они были приведены к стоимостным индикаторам 2012 г. путем дисконтирования на основе инфляции доллара США [9].

Ретроспективный анализ функционирования отрасли растениеводства в Беларуси за период 2004–2012 гг. позволяет выявить два основных этапа его развития:

I этап (2004–2008 гг.) – резкий рост объемов производства продукции, определяемый в основном масштабной государственной поддержкой сельскохозяйственных предприятий и, соответственно, возможностью освоения и использования передовых технологий. В этот период имеет место восстановительный характер производства, во-первых, за счет вовлечения в оборот материальных ресурсов, которые были выведены в период 1990–2000 гг., во-вторых – за счет сокращения удельных затрат потребляемых ресурсов, т. е. интенсификации производства [10]. При этом темпы роста объемов производства в денежном исчислении составляли от 13–15 % в 2005–2006 гг. до 29–37 % в 2007–2008 гг.;

II этап (2009–2012 гг.) – снижение показателей валового объема производства за счет дестабилизации финансово-экономического состояния республики в целом и аграрного сектора в частности, что привело к уменьшению уровня государственной поддержки, изменению технологий

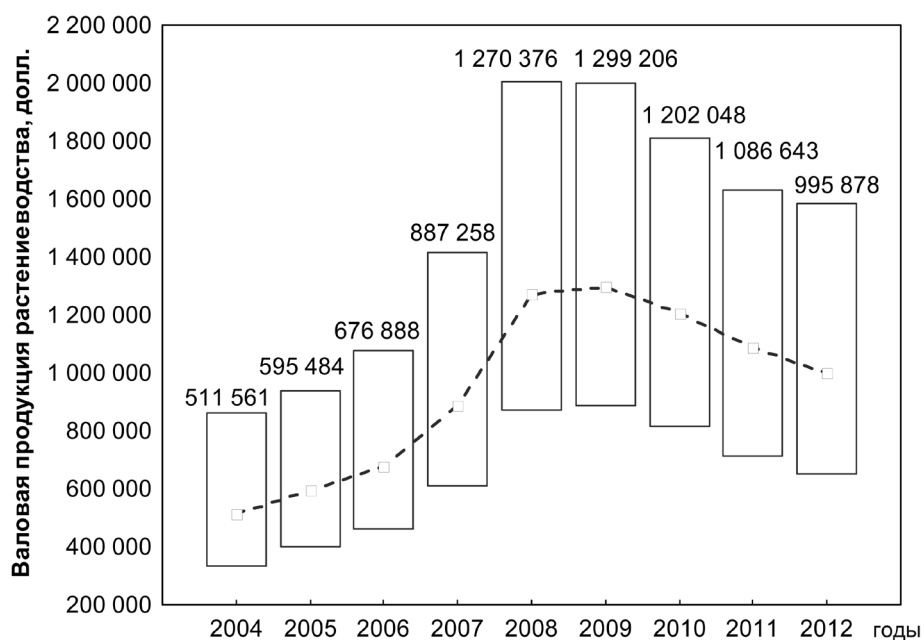


Рис. 3. Динамика объемов валовой продукции растениеводства по анализируемым предприятиям. На диаграмме приведены значения медиан валовой продукции и границы интерквартильных диапазонов (25–75 %)

производства в сторону упрощенных и низкопродуктивных, уменьшению доступности к рынкам производственных ресурсов либо невозможности их полной реализации (рис. 3).

В этой связи анализ деятельности сельскохозяйственных предприятий за указанный временной период рассмотрен нами с позиций использования основных факторов производства продукции в отрасли растениеводства. Метод исследования заключается в сравнении эмпирических распределений затрат основных ресурсов, построенных на основании гистограмм относительных частот [11].

**Трудовые ресурсы.** Анализируя выборочную совокупность предприятий, можно отметить, что характер распределения численности работников в сельском хозяйстве за рассматриваемый период практически не изменился. Необходимо отметить, что в соответствии с официальными статистическими материалами по отношению к 2004 г. среднегодовая численность работников, занятых в сельскохозяйственном производстве, сократилась практически в 2 раза (с 475,7 до 242,8 тыс. чел.) [12]. С другой стороны, данная тенденция верна лишь в масштабах отрасли, которая, как известно, претерпела ряд организационных преобразований, наиболее существенные из которых связаны с ликвидацией и объединением отдельных предприятий.

В рассмотренных организациях наблюдается незначительное увеличение численности работников (от 175 чел. в 2004 г. до 177 чел. в 2012 г.) и, соответственно, затрат труда в отрасли растениеводства (от 124 до 126 тыс. чел.-ч), что отображает достаточно высокую стабильность в части кадрового потенциала, а также социальные гарантии труда.

Данные предположения подтверждает и динамика изменения затрат на оплату труда в растениеводстве, которая увеличилась более чем в 2,5 раза (от 114 до 297 тыс. долл. США). При этом наблюдается также расширение границ интерквартильного диапазона, т. е. рост количества организаций с уровнем оплаты труда, превышающей медианное значение.

Кроме того, анализ производительности труда свидетельствует, что в 2004 г. удельный вес расходов на заработную плату в выручке от реализации продукции растениеводства составлял 51 %. В 2012 г. данное соотношение составляет уже 40 %, что свидетельствует об опережающем росте конечного производственного показателя над увеличением уровня оплаты труда при прочих равных условиях.

**Земельные ресурсы.** Дифференциация предприятий по площади сельскохозяйственных угодий была наиболее явно выражена в 2004 г., когда подавляющее количество хозяйств использовало в севообороте от 2 до 5 тыс. га.

За период 2004–2012 гг. медианное значение площади увеличилось в 1,4 раза, а коэффициент эксцесса распределения уменьшился практически в 4 раза, что свидетельствует о росте крупнотоварного производства и достаточно высокой равномерности размеров землепользования между различными категориями хозяйств. Так, наибольший удельный вес имеют предприятия с площадью сельскохозяйственных угодий от 3 до 8 тыс. га, которые контролируют свыше 66 % земельных ресурсов в рассмотренной выборке.

Качество земельных угодий за истекший период изменилось незначительно – балл плодородия сельскохозяйственных угодий снизился с 28,7 в 2004 г. до 28,4 в 2012 г. При этом следует отметить, что имеется негативная тенденция роста количества организаций, имеющих балл плодородия на уровне медианного значения (24–32) с одновременным уменьшением числа организаций, имеющих балл плодородия свыше 32.

**Основные средства.** За период наблюдения состояние материально-технической базы предприятий существенно изменилось, что вызвано, во-первых, реализацией стратегии повышения уровня энергооснащенности АПК, во-вторых, частичным решением вопросов оптимального оснащения предприятий машинами и оборудованием в соответствии с агротехническими и технологическими требованиями.

С 2004 по 2012 г. затраты на амортизацию основных средств и нематериальных активов в растениеводстве возросли в 2 раза. В основном это увеличение обусловлено периодической переоценкой активов, а также поставками в хозяйство мощной дорогостоящей техники.

Данное заключение подтверждает и характер распределения наличия энергетических мощностей в отрасли растениеводства по анализируемым предприятиям.

Так, медианное значение показателя увеличилось на 21 % (от 6,3 тыс. л.с. в 2004 г. до 7,7 тыс. л.с. в 2012 г.), что вызвано уменьшением количества организаций, имеющих в наличии энергетические мощности в эквиваленте 5–15 тыс. л.с., при этом в 1,6 раза возросло число предприятий с энергетическими мощностями 20–25 тыс. л.с.

Помимо этого имеется ярко выраженная тенденция сокращения количественного состава техники и оборудования, что свидетельствует о замещении малоэффективных машин на технические средства нового поколения, позволяющих выполнять несколько технологических операций, имеющих высокие показатели качества конструкции и степени автоматизации рабочих процессов.

В то же время, согласно официальным статистическим данным Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, в целом по сельскому хозяйству наличие энергетических мощностей снизилось на 98 тыс. л.с. (с 19 991 до 19 893 тыс. л.с.). Такие различия в динамике показателей в первую очередь обусловлены спецификой анализа выборочной совокупности, которая содержит одинаковый набор организаций и не включает в себя специализированные предприятия, использующие, в частности, стационарное энергоёмкое оборудование.

**Оборотные средства.** Как в 2004 г., так и в 2012 г. затраты на приобретение оборотных средств (семена, минеральные удобрения и средства защиты растений, топливо и смазочные материалы, запасные части и т.д.) не покрывались выручкой от реализации продукции растениеводства, что подтверждает дотационный характер производства. Так, в 2004 г. данные статьи расходов составляли 179 % от полученной выручки, в 2012 г. – 149 %.

**Затраты на семена.** На приобретение семян высоких репродукций сельскохозяйственные предприятия затрачивали от 72 тыс. долл. в 2004 г. до 133 тыс. долл. в 2012 г. Рост расходов почти в 2 раза определяется в основном удорожанием стоимости элитного семенного фонда.

В выручке от реализации продукции удельный вес затрат на семена по анализируемым предприятиям составлял 31 % в 2004 г. и всего 17 % в 2012 г., что свидетельствует о повышении эффективности их использования или большей отдаче при прочих равных условиях.

**Затраты на минеральные удобрения.** Несмотря на низкое плодородие сельскохозяйственных угодий, предприятия не в состоянии вносить необходимые дозы минеральных удобрений, хотя в выручке от реализации продукции данная статья имеет наиболее значительный удельный вес – 53,8 % в 2004 г. и 71,2 % в 2012 г. В целом это объясняется тем, что в исследуемый период минеральные удобрения приобретались при значительной поддержке государства на условиях

товарного кредита, поскольку большинство организаций испытывают недостаток денежных средств в период проведения осенних и весенних полевых работ.

Значительные расхождения в распределении затрат по категориям хозяйств, а также рост расходов на удобрения более чем в 4 раза обусловлен в основном удорожанием удобрений и средств защиты растений. Кроме того, во многих предприятиях не уделяется внимания технологической настройке специализированной техники, что приводит не только к перерасходу удобрений и покупке по импорту дорогостоящих средств защиты растений, но и к снижению почвенного плодородия вследствие нерационального их использования.

**Затраты на топливо и смазочные материалы.** Весомой статьёй затрат являются расходы на приобретение горюче-смазочных материалов, которые составили в 2004 и 2012 гг. в выручке от реализации продукции от 43,6 до 29,9 % соответственно. Рост расходов в 2,3 раза, как и в случае с минеральными удобрениями, обусловлен отрицательной динамикой цен на топливо и энергоресурсы. Также в значительной степени повышенные затраты на ГСМ определяются эксплуатацией изношенной техники и несовершенством ремонтно-обслуживающей базы сельскохозяйственных предприятий.

В то же время сельскохозяйственные предприятия вынуждены идти на дополнительные затраты, поскольку недостаток ГСМ определяет невыполнение в полном объеме всех рекомендуемых технологических операций, что, в конечном итоге, отражается на урожайности сельскохозяйственных культур.

**Затраты на запасные части.** По отношению к 2004 г. в 2,5 раза возросли расходы на запасные части, что является вполне объяснимым как с учетом высокого уровня износа машинно-тракторного парка, так и с необходимостью технического обслуживания вновь приобретенных машин.

Ранее отмечалось, что в хозяйства поступает новая энергонасыщенная техника, которая требует проведения своевременного и качественного сервиса, что естественным образом сказывается на величине данной статьи затрат. При этом необходимо отметить, что во многих случаях хозяйства обслуживают машины и оборудование собственными силами, неся затраты только по приобретению запасных частей и расходных материалов, за исключением особо сложных случаев (ремонт двигателей и топливной аппаратуры, обслуживание импортной техники).

**Затраты на прочие расходы.** Распределение затрат на услуги сторонних организаций за анализируемый период практически не изменилось: медианные значения в сопоставимых ценах составляют 45,2 и 61,2 тыс. долл. для 2004 и 2012 гг. соответственно, что связано с определенным ростом цен на услуги и прочие расходы.

Таким образом, ретроспективный анализ деятельности выборочной совокупности сельскохозяйственных организаций позволил установить, что выбранная совокупность факторов производства достаточно корректно и полно отражает их текущий ресурсный потенциал, а также общие тенденции его реализации.

Для построения производственной функции была выполнена редукция исходных показателей, позволяющая сократить количество входных параметров без потери качества оценки эффективности функционирования предприятий. Так, объективная оценка земельных ресурсов проведена на основе совокупного признака, представленного как произведение площади земельных угодий на уровень их почвенного плодородия. Кроме того, из рассмотрения исключены затраты на оплату услуг, как имеющие наименьший удельный вес в выручке от реализации продукции и, соответственно, практически не оказывающие влияния на ее величину.

В целях определения статистической связи факторов производства и результирующей переменной, а также исключения избыточных признаков выполнен многофакторный корреляционный анализ, результаты которого приведены в табл. 3.

Практически все коэффициенты корреляции являются значимыми ( $P < 0,05$ ). Для определения существенности влияния признака на результирующую переменную рассчитано отношение коэффициента корреляции к его средней квадратической ошибке:

$$\Delta = \frac{r\sqrt{m-1}}{1-r^2}, \quad (1)$$

Т а б л и ц а 3. Коэффициенты корреляции между факторами производства и результирующим признаком

№ признака	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1,00										
2	0,01	1,00									
3	0,30	0,72	1,00								
4	0,19	0,62	0,67	1,00							
5	0,22	0,57	0,73	0,64	1,00						
6	0,12	0,62	0,67	0,73	0,64	1,00					
7	0,25	0,59	0,72	0,67	0,67	0,62	1,00				
8	0,44	0,57	<b>0,78</b>	<b>0,77</b>	0,74	0,70	<b>0,76</b>	1,00			
9	0,33	0,63	<b>0,79</b>	0,72	<b>0,77</b>	0,69	0,74	<b>0,81</b>	1,00		
10	0,24	0,48	0,59	0,55	0,63	0,57	0,57	0,66	0,66	1,00	
11	0,28	0,62	<b>0,75</b>	0,53	0,64	0,55	0,63	0,70	0,73	0,58	1,00

Условные обозначения: 1 – код года; 2 – затраты труда в растениеводстве, чел.-ч; 3 – оплата труда на производство продукции растениеводства, долл.; 4 – кол-во с.-х. угодий, балло-га; 5 – амортизация ОС и НМА на производство продукции растениеводства, долл.; 6 – наличие энергетических мощностей в растениеводстве, тыс. л.с.; 7 – затраты на семена, долл.; 8 – затраты на минеральные удобрения и СЗР в растениеводстве, долл.; 9 – затраты на ГСМ и энергию на производство продукции растениеводства, долл.; 10 – затраты на запасные части на производство продукции растениеводства, долл.; 11 – выручка от реализации продукции растениеводства, долл.

Примечание. Рассчитано по выборочной совокупности предприятий за период 2004–2012 гг. в программе Statistica 7.

где  $r$  – парный коэффициент корреляции;  $m$  – объем выборки (984 организации за 9-летний период = 8856 наблюдений).

В соответствии с зависимостью (1), влияние всех признаков на выручку от реализации сельскохозяйственной продукции является статистически значимым, поскольку расчетные значения  $\Delta$  принимают значения больше трех (от 28,9 для календарного года до 146,5 для затрат на ГСМ и энергию).

Анализ табл. 3 также указывает на возможную проблему мультиколлинеарности, связанную с высоким уровнем взаимной корреляции признаков. Кроме того, значительное количество переменных затрудняет не только построение, но и оценку производственной функции.

В этой связи для анализа эффективности функционирования предприятий нами приняты следующие переменные:  $R_1$  – затраты труда в растениеводстве, чел.-ч;  $R_2$  – площадь сельскохозяйственных угодий, балло-га;  $R_3$  – наличие энергетических мощностей в растениеводстве, тыс. л.с.;  $R_4$  – затраты на семена, долл.;  $R_5$  – затраты на минеральные удобрения и средства защиты растений, долл.;  $R_6$  – затраты на ГСМ и электроэнергию, долл.;  $R_7$  – затраты на запасные части, долл.;  $Y$  – выручка от реализации продукции растениеводства, долл.

Тогда производственная функция представит собой мультипликативно-степенную зависимость следующего вида [13–15]:

$$Y = b_0 \cdot \prod_{i=1}^n R_i^{b_i}, \quad (2)$$

где  $b_0$ ,  $b_i$  – коэффициенты производственной функции;  $n$  – количество признаков, включенных в модель;  $R_i$  – значение  $i$ -го признака.

Значения коэффициентов функции определены путем логарифмирования выражения (2) и построения модели множественной линейной регрессии. Так, производственная функция, полученная по материалам функционирования предприятий за 2012 г., имеет следующий вид:

$$Y = 8,0R_1^{0,178}R_2^{-0,067}R_3^{0,057}R_4^{0,139}R_5^{0,444}R_6^{0,139}R_7^{0,068}. \quad (3)$$

Отрицательное значение показателя степени переменной  $R_2$  означает, что увеличение площади сельскохозяйственных угодий только ухудшает результирующий показатель, т. е. для улучшения



производственного процесса необходимо либо сокращать объем применяемого ресурса, либо использовать инновационные технологические процессы, позволяющие увеличить ресурсоотдачу [16]. В этой связи функция была рассчитана без учета указанного ресурса и приняла такой вид:

$$Y = 6,3R_1^{0,176} R_3^{0,048} R_4^{0,135} R_5^{0,418} R_6^{0,128} R_7^{0,068}. \quad (4)$$

Коэффициент множественной корреляции полученного уравнения составил 0,743. Расчетное значение критерия Фишера  $F_{эмп}(6, 970) = 199,2 > F_{кр} = 2,9$  при уровне значимости 0,01, что позволяет утверждать о существенном совокупном влиянии факторов производства на результирующую переменную. Стандартная ошибка оценки, характеризующая меру рассеяния наблюдаемых значений относительно регрессионной прямой, составила 0,497.

Наиболее эластичным является коэффициент при признаке  $R_6$  (затраты на минеральные удобрения и средства защиты растений), увеличение которого на 1 % приведет к увеличению результирующего показателя на 0,42 %, наименее эластичным – при признаке  $R_3$  (наличие энергетических мощностей в растениеводстве), вариация которого практически не отразится на показателе выручки.

Сумма коэффициентов составляет 0,97, что означает убывающий эффект от масштаба производства.

Для оценки аллокативной эффективности использования ресурсов нами использованы функции предельного продукта, результаты анализа которых приведены в табл. 4.

В рассматриваемом случае размерность двух ресурсов исчисляется в физических единицах – затраты труда в растениеводстве и наличие энергетических мощностей в растениеводстве, что предполагает оценку эффективности их использования на основе сравнения величин предельных продуктов с затратами, связанными с вовлечением данных ресурсов в производственный процесс [2, с. 43–51].

Т а б л и ц а 4. Расчет предельных продуктов факторов производства

Признак (ресурс)	Медианное значение ресурса	Средняя производительность ресурса <sup>1</sup> , долл. США	Функция предельного продукта <sup>2</sup>	Величина предельного продукта ( $MP_i$ ) при среднем значении ресурса, долл. США
$R_1$ , чел.-ч	126 000,0	5,6	$15\,755 \cdot R_1^{-0,824}$	0,988
$R_3$ , тыс. л.с.	7,7	91442,2	$30\,982 \cdot R_3^{-0,952}$	4421,967
$R_4$ , долл.	132 679,8	5,3	$19\,408 \cdot R_4^{-0,865}$	0,721
$R_5$ , долл.	515 363,7	1,4	$1\,205 \cdot R_5^{-0,582}$	0,574
$R_6$ , долл.	223 612,2	3,2	$18\,696 \cdot R_6^{-0,872}$	0,405
$R_7$ , долл.	103 528,6	6,8	$21\,932 \cdot R_7^{-0,932}$	0,465

Y: значение медианы – 704 426 долл. США, значение по производственной функции – 707 305 долл. США

<sup>1</sup>Отношение  $Y$ , рассчитанного при медианных значениях признаков, к  $R_i$ .

<sup>2</sup>Рассчитана как частная производная  $Y$  по  $i$ -му признаку при медианных значениях постоянных признаков.

График изменения предельного продукта в зависимости от изменения затрат труда в растениеводстве представлен на рис. 4.

При медианном значении отработанного времени  $R_1 = 126$  тыс. чел.-ч величина функции предельного продукта составляет 0,988 долл/чел.-ч, а выручка от реализации продукции растениеводства – 5,6 долл. США.

Оценка эффективности данного ресурса выполнена на основе стоимости 1 чел.-ч, которая определена по величине средней заработной платы работников сельского хозяйства и среднемесячного фонда рабочего времени:  $P_1 = 370$  долл : 170 ч = 2,16 долл /ч [17].

Таким образом, использование этого ресурса следует признать избыточным, поскольку значение предельной функции  $P_1 > MP_1$ , и эффективным – при такой стоимости труда возможно его использование в объеме до 50 тыс. чел.-ч/год, т. е. в 2,5 раза меньше существующего уровня.

Следует отметить, что показатели затрат труда и расхода прочих ресурсов соответствуют условному предприятию с площадью сельскохозяйственных угодий, равной медиане выборки – 5 100 га.

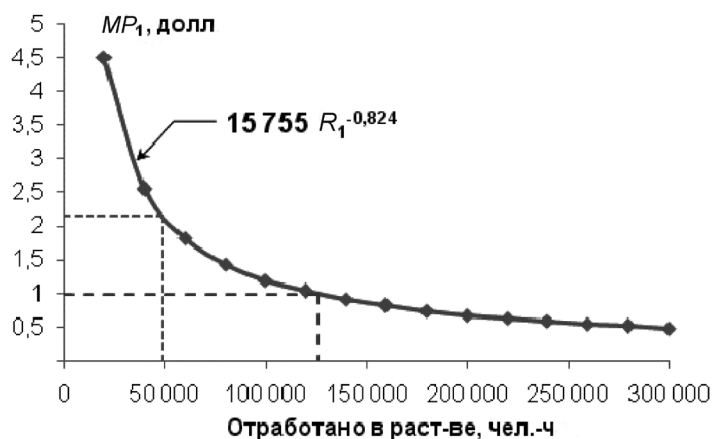


Рис. 4. Зависимость предельного продукта от занятости в растениеводстве

В рамках выполненного исследования особый интерес представляет использование энергетических мощностей в растениеводстве. График изменения предельного продукта в зависимости от наличия указанного ресурса представлен на рис. 5.

Значение медианы наличия энергетических мощностей составляет 7,7 тыс. л.с., а величина функции предельного продукта  $MP_2 = 4422$  долл/тыс. л.с. Учитывая, что энергетика растениеводства на 80 % представлена тракторно-комбайновыми двигателями, средняя стоимость 1 л.с. самоходной техники рассчитана на основании конкурсных предложений 2012 г. и составляет порядка 390 долл. США. При сроке амортизации равном 12 годам затраты на привлечение рассматриваемого ресурса за 1 год составят:  $P_2 = 390\,000 : 12 = 32\,500$  долл/тыс. л.с. [18]. В таких условиях использование энергетических мощностей в растениеводстве следует признать явно избыточным, поскольку при существующем уровне производства эффективным может быть использование не более 1 тыс. л.с.

С одной стороны, это может быть вызвано недостаточной эффективностью и малой продуктивностью применяемых технологий и, соответственно, снижением потенциально возможной выручки от реализации конечной продукции, с другой – диспаритетом цен на продукцию сельскохозяйственного и промышленного назначения. При этом указанные проблемы частично нивелируются путем оказания государственной поддержки в форме кредитования поставок техники и списания задолженностей по лизинговым платежам. В таких условиях затраты на вовлечение в производственный процесс новых энергетических мощностей по сути равны первоначальному лизинговому платежу, который составляет 15–20 % от стоимости оборудования. Тогда величина  $P_2$  принимает значение 4 875 долл. США, что практически соответствует показателю предельного продукта и свидетельствует о сбалансированности применения энергетических мощностей, но только в количественном отношении.

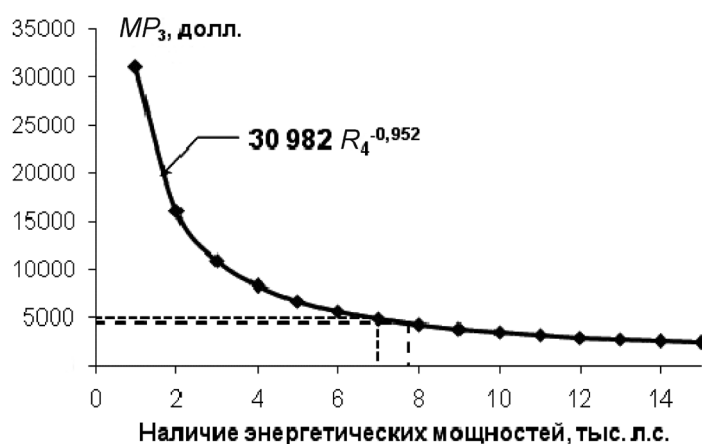


Рис. 5. Зависимость предельного продукта от наличия энергетических мощностей в растениеводстве

Оставшиеся виды ресурсов измеряются в денежном выражении и могут быть оценены следующим образом: оптимальное использование –  $MP_i = 1$ , недостаточное использование –  $MP_i > 1$ , избыточное использование –  $MP_i < 1$ .

На основании данного критерия можно отметить, что ресурсы, представляющие собой основу переменных издержек организации, используются избыточно, т. е. выручку от реализации можно повысить путем уменьшения затрат на семена, удобрения, топливо и запасные части. Так, возможны следующие направления снижения этих затрат: экстенсивный путь – сокращение физических объемов используемых ресурсов, интенсивный путь – повышение эффективности их применения на всех стадиях технологического цикла (приобретение – транспортировка – хранение – использование). Очевидно, что второй вариант является наиболее предпочтительным, поскольку объективных причин сокращения расхода ресурсов в физическом исчислении не имеется, а нерациональное их использование предопределяется слишком большой величиной затрат, связанных в первую очередь с их приобретением.

Применив методику расчета по функциям предельного продукта, получили оптимальные значения затрат на привлечение каждого из ресурсов:  $X_4 = 90$  тыс. долл.,  $X_5 = 199$  тыс. долл.,  $X_6 = 79$  тыс. долл.,  $X_7 = 45$  тыс. долл. Следовательно, использование ресурсов будет оптимальным при сложившихся объемах их применения в том случае, если затраты на приобретение и использование семян будут сокращены в 1,5 раза, удобрений и топлива – в 2,6–2,8 раза, запасных частей – в 2,3 раза.

Оптимальное ресурсное обеспечение сельскохозяйственного предприятия в отрасли растениеводства, определенное при системе условий  $MP_i = P_i$ , приведено в табл. 5.

Проведенные расчеты указывают на аллокативную неэффективность использования всех видов ресурсов в сельскохозяйственных предприятиях, которая вызвана, вероятно, не избыточным их использованием, а завышенными ценами на семена, удобрения, топливо, запасные части и заниженными ценами на конечную сельскохозяйственную продукцию.

Одним из современных способов анализа технической эффективности предприятий является метод оболочки данных (DEA), позволяющий выявить наиболее эффективные предприятия выборочной совокупности. Входные и выходные параметры модели приняты на основании полученной ранее производственной функции. При этом, в связи с ограничениями по количеству используемых объектов в DEA, массив исходной информации был сокращен до 180 предприятий, которые были выбраны из анализируемой группы на основе случайного бесповторного отбора.

Т а б л и ц а 5. Оптимальное потребление производственных ресурсов

Вид ресурса	Значение	
	оптимальное	фактическое
Затраты труда в растениеводстве, чел.-ч.	48 769	126 000
Наличие энергетических мощностей в растениеводстве, тыс. л.с.	6,98	7,70
Затраты на семена, долл. США	90 853	132 680
Затраты на минеральные удобрения и средства защиты растений, долл. США	198 594	515 364
Затраты на ГСМ, долл. США	79 391	223 612
Затраты на запасные части, долл. США	45 476	103 529

<sup>1</sup>Для условного предприятия с площадью с.-х. угодий 5 100 га (медианное значение по республике).

В исследовании применены 2 типа моделей, позволяющие либо минимизировать потребление ресурсов при фиксированном объеме выручки от реализации продукции (входо-ориентированная модель), либо максимизировать выручку при заданном уровне потребления ресурсов (выходо-ориентированная модель). Поскольку входные переменные имеют различные размерности, для анализа применены модели с переменной отдачей от масштаба (табл. 6) [19, 20].

Из данных табл. 6 следует, что способом построения границы эффективности является многократное решение задачи линейного программирования. В соответствии с вышеизложенными методическими подходами нами разработаны и формализованы в электронном виде экономико-

Т а б л и ц а 6. Экономико-математические модели DEA с переменной отдачей от масштаба факторов производства

Порядок оценки	DEA модель с переменным эффектом масштаба	
	входо-ориентированная	выходо-ориентированная
<b>I стадия</b> – определение предприятий, формирующих границу эффективности (оболочку)	$\theta = \min \theta$ $\sum_j \lambda_j x_{ij} \leq \theta x_{i0}, \quad i = 1, \dots, 6$ $\sum_j \lambda_j y_{rj} \geq y_{r0}, \quad r = 1$ $\sum_j \lambda_j = 1, \quad j = 1, \dots, 180$	$\theta = \max \phi, \quad \theta = 1 / \theta^*$ $\sum_j \lambda_j x_{ij} \leq x_{i0}, \quad i = 1, \dots, 6$ $\sum_j \lambda_j y_{rj} \geq \phi y_{r0}, \quad r = 1$ $\sum_j \lambda_j = 1, \quad j = 1, \dots, 180$
<b>II стадия</b> – оценка возможного резерва для предприятий (выход на границу эффективности)	$\max \left( \sum_i s_i + \sum_r s_r \right)$ $\sum_j \lambda_j x_{ij} + s_i = \theta x_{i0}$ $\sum_j \lambda_j y_{rj} - s_r = y_{r0}$	$\max \left( \sum_i s_i + \sum_r s_r \right)$ $\sum_j \lambda_j x_{ij} + s_i = x_{i0}$ $\sum_j \lambda_j y_{rj} - s_r = \theta y_{r0}$

П р и м е ч а н и е. Здесь  $\theta$  – показатель эффективности;  $\lambda$  – метрика Фаррелла (относительный показатель, отражающий необходимость пропорционального сокращения ресурсов или роста выручки в целях выхода на границу эффективности);  $j$  – количество объектов исследования (предприятий);  $x_{ij}$  – матрица входных параметров;  $y_{rj}$  – матрица выходных параметров;  $s_i, s_r$  – показатели необходимого резерва для достижения границы эффективности.

Объект исследования считается эффективным только в случае соблюдения условий:  $\theta = 1$  и  $s_i = s_r = 0$ .

математические модели для оценки технической эффективности сельскохозяйственных предприятий. Гистограмма распределения технической эффективности при переменной отдаче от масштаба для выборки предприятий по результатам 2012 г., полученная в результате расчетов, представлена на рис. 6.

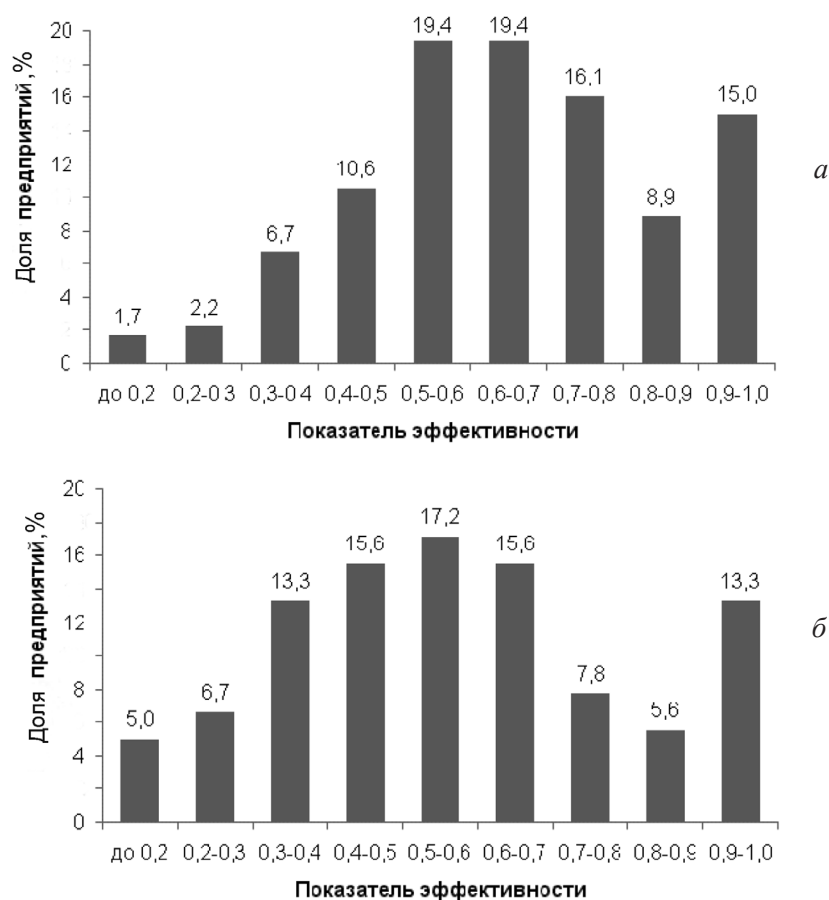


Рис. 6. Распределения предприятий по технической эффективности, ориентированной на минимизацию затрат ресурсов (а) и на максимизацию выручки от реализации (б)

Т а б л и ц а 7. Результаты расчета резервов факторов производства, %

Значение	Отработано в растениеводстве	Наличие энергетических мощностей	Затраты на семена	Затраты на минеральные удобрения	Затраты на ГСМ	Затраты на запасные части	Выручка от реализации продукции растениеводства
<i>Входо-ориентированная модель (возможное снижение затрат)</i>							
Среднее	16	18	20	15	13	27	–
Медиана	14	17	17	10	12	23	–
<i>Выходо-ориентированная модель (возможное увеличение выручки)</i>							
Среднее	–	–	–	–	–	–	221
Медиана	–	–	–	–	–	–	180

П р и м е ч а н и е. Отклонения от границы эффективности рассчитаны на основании разработанных математических моделей.

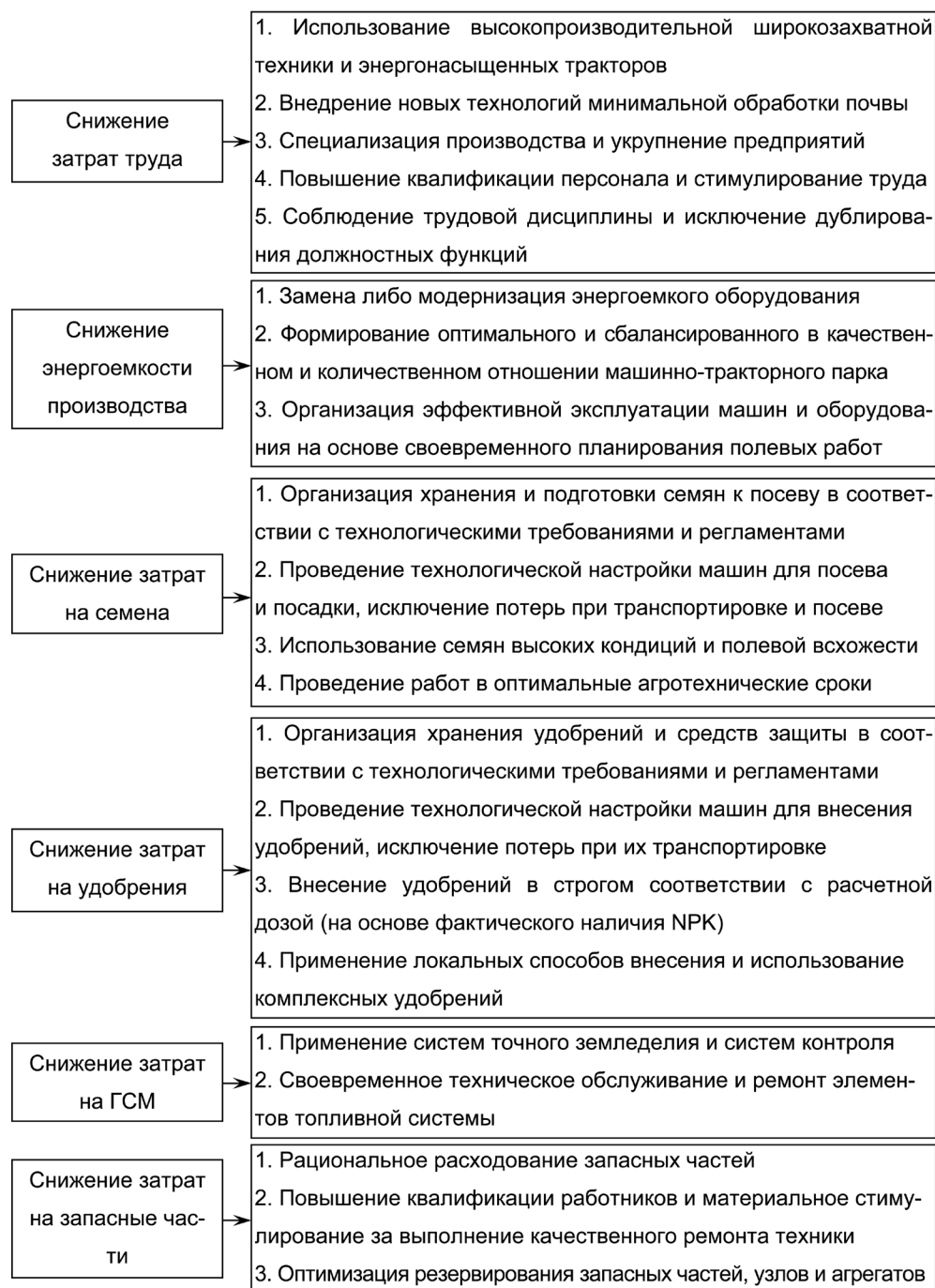


Рис. 7. Возможные мероприятия по реализации резервов роста технической эффективности

Среднее значение технической эффективности, рассчитанной по входе-ориентированной модели, составило 0,657 (стандартное отклонение – 0,203), по выходе-ориентированной модели – 0,572 (стандартное отклонение – 0,238).

Удельный вес предприятий, сформировавших эффективный фронт («эталонные хозяйства»), в обоих случаях составил 10,5 %. Следовательно, можно полагать, что более 90 % сельскохозяйственных организаций могут улучшить показатели своей деятельности как за счет снижения затрат на ресурсы, так и путем увеличения размера валовой выручки, не привлекая при этом дополнительных инвестиций.

При этом, исходя из рассчитанных показателей эффективности, можно отметить, что в среднем реализация ресурсного потенциала составила от 57 до 65 %. Расчет показателей возможного резерва по входе-ориентированной модели свидетельствует, что выход на границу эффективности возможен при снижении затрат на основные виды ресурсов от 10 до 23 % (табл. 7).

Важно отметить, что речь идет о снижении затрат на ресурсы, но не всегда о снижении их физического потребления. В частности, в ряде случаев этого можно достигнуть путем реализации комплекса ресурсосберегающих мероприятий, режима экономии и повышения культуры производства (рис. 8).

Если ориентироваться на максимизацию выручки, то отклонения от границы эффективности являются более существенными. Так, достижение уровня «эталонных» предприятий возможно лишь при увеличении результирующего показателя примерно в 2 раза. Наиболее вероятно, что это связано как с недостаточно высоким уровнем производства (низкая урожайность и валовый сбор), так и с низкой выручкой от реализации продукции, обусловленной действующей политикой формирования закупочных цен.

## Выводы

1. Ретроспективный анализ отрасли растениеводства и сравнение эмпирических распределений затрат факторов производства позволили установить, что реализуемые государственные программы по развитию сельскохозяйственного производства носят в большей степени фрагментарный характер, что, в свою очередь, приводит только к локально выраженному временно-му экономическому эффекту, существенным образом не изменяя условий функционирования АПК. В частности, можно отметить:

– наличие стабильности в части кадрового потенциала, а также социальных гарантий труда, что характеризуется постоянством численности работников и затрат труда в растениеводстве;

– опережающий рост выручки от реализации продукции над уровнем оплаты труда при прочих равных условиях (удельный вес заработной платы в выручке от реализации продукции в 2004 и 2012 гг. составил 51 и 40 % соответственно);

– обновление материально-технической базы, обусловленное поставками в хозяйства республики современной энергонасыщенной техники в соответствии с Государственной программой технического переоснащения.

В то же время выявлены негативные тенденции, связанные с направлением использования оборотных средств предприятий. Так, расходы на семена по отношению к 2004 г. возросли почти в 2 раза, удобрения и средства защиты – более чем в 4 раза, ГСМ и запасные части – в 2,3–2,5 раза.

2. Аналитические исследования эффективности функционирования сельскохозяйственных предприятий выполнены на основе непараметрического метода оболочки данных, позволяющего комплексно оценить организации как по степени использования ими своих ресурсов, так и по уровню соотношения между применяемыми ресурсами.

Так, выполненные расчеты свидетельствуют, что в настоящее время использование всех видов ресурсов аллокативно неэффективно, что вызвано не избыточным их использованием, а завышенными ценами на факторы производства и заниженными ценами на конечную сельскохозяйственную продукцию. Установлено, что использование ресурсов будет оптимальным при сложившихся объемах их применения в том случае, если затраты на приобретение и использование семян, удобрений, топлива, запасных частей будут снижены в 1,5–2,8 раза.

Что касается технической эффективности использования производственных ресурсов, следует отметить, что результирующие показатели в моделях, ориентированных на минимизацию затрат и максимизацию выручки при переменном эффекте масштаба, также недостаточно высоки – 0,657 и 0,572 соответственно. Исходя из ретроспективного анализа функционирования предприятий и вариации затрат ресурсов можно отметить, что это является результатом экстенсивных методов хозяйствования в сочетании с недостаточно эффективными и продуманными формами государственной поддержки.

### Литература

1. FaostatDownload, Production / Crops [Electronic resource]. – Mode of access: <http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/download/Q/QC/E>. – Date of access: 16.03.2014.
2. Сазонова, Д. Д. Аллокативная и техническая эффективности фермерских хозяйств / Д. Д. Сазонова, С. Н. Сазонов // Независимый экономический аналитический центр по проблемам деятельности крестьянских (фермерских) хозяйств – Московский Общественный Научный Фонд. – М., 2010. – 160 с.
3. Гражданинова, М. Оценка аллокативной и технической эффективности сельскохозяйственного производства / М. Гражданинова, Ц. Лерман // Вопросы экономики. – 2005. – № 6. – С. 97–108.
4. Лисситса, А. Теоретические основы анализа продуктивности и эффективности сельскохозяйственных предприятий / А. Лисситса, Т. Бабичева // Discussionpaper. – 2003. – N 49. – S. 10–13.
5. Понькина, Е. В. Практико-ориентированное DEA-моделирование эффективности производства зерна / Е. В. Понькина, Д. В. Курочкин // Вест. Алт. гос. аграр. ун-та. – 2013. – № 9. – С. 133–139.
6. Штанге, Г. Аграрный сектор России на подъеме?! Анализ технической эффективности аграрных предприятий / Г. Штанге, А. Лисситса // Discussionpaper. – 2004. – N 69. – S. 23–25.
7. Гончарук, А. Г. Стратегические аспекты применения конкурентного бенчмаркинга на промышленном предприятии / А. Г. Гончарук // Экономика промышленности. – 2010. – № 4. – С. 141–144.
8. Национальный банк Республики Беларусь. Раздел: Средневзвешенный курс белорусского рубля по отношению к иностранным валютам на валютном рынке Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.nbrb.by/statistics/ForexMarket/AvrExRate/?ур>. – Дата доступа: 06.03.2014.
9. Мировая экономика и мировые рынки. Раздел: инфляция США [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ereport.ru/stat.php?razdel=country&count=usa&table=inecia>. – Дата доступа: 06.03.2014.
10. Родов, Е. Г. Прогнозирование показателей ресурсопотребления и интенсификации производства продукции в растениеводстве / Е. Г. Родов, А. В. Ленский // Вест. Нац. акад. наук Беларуси. Сер. аграр. наук. – 2006. – № 2. – С. 95–101.
11. Кобзарь, А. И. Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников / А. И. Кобзарь. – М., 2006. – С. 204–205.
12. Сельское хозяйство Республики Беларусь: стат. сб. / под ред. В. И. Зиновского. – Минск: Нац. стат. комитет Респ. Беларусь, 2014. – 370 с.
13. Винн, Р. Введение в прикладной эконометрический анализ / Р. Винн, К. Холден; пер. с англ. С. А. Николаенко; под ред. Р. М. Энтова. – М., 1981. – С. 64–94.
14. Терехов, Л. Л. Производственные функции / Л. Л. Терехов. – М.: Статистика, 1974. – 127 с.
15. Хеди, Э. Производственные функции в сельском хозяйстве / Э. Хеди, Д. Диллон. – М.: Прогресс, 1965. – 600 с.
16. Светульников, С. Г. Экономическая динамика и производственные функции / С. Г. Светульников, И. С. Абдуллаев // Вест. ОГУ. – 2009. – № 5. – С. 110–114.
17. Новости Беларуси / Средняя зарплата работников сельского хозяйства Беларуси за сентябрь составила \$369,4 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.belta.by/ru/all\\_news/economics/Srednjaja-zarplata-rabotnikov-selskogo-hozjajstva-Belarusi-za-sentjabr-sostavila-3694\\_i\\_614477.html](http://www.belta.by/ru/all_news/economics/Srednjaja-zarplata-rabotnikov-selskogo-hozjajstva-Belarusi-za-sentjabr-sostavila-3694_i_614477.html). – Дата доступа: 21.03.2014.
18. Техника сельскохозяйственная. Показатели надежности: СТБ 1616–2011 / Гос. стандарт Респ. Беларусь. Разработан НИРУП «Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации». Утвержден постановлением Госстандарта Респ. Беларусь от 22 июня 2011 г. № 35. Взамен СТБ П 1616–2009. – Минск: Госстандарт, 2011. – 14 с.
19. Zhu, J. Quantitative Models for Performance Evaluation and Benchmarking. Data Envelopment Analysis with Spreadsheets / J. Zhu. – Springer Science+Business Media, LLC, 2009. – P. 5–40.
20. Ампилогов, А. И. Оценка рисков банкротства предприятий-производителей нефтехимического оборудования / А. И. Ампилогов // Сборник лучших выпускных работ [Электронный ресурс] / Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики», ф-т экономики; под науч. ред. К. А. Букина. – 2011. – Электрон. текст. дан. (6,9 Мб). – М., 2012. – С. 5–29.

A. S. SAYGANOV, A. V. LENSKI

### ANALYSIS OF THE EFFICIENCY OF PLANT PRODUCTS PRODUCTION AT AGRICULTURAL ENTERPRISES

#### Summary

The article presents the retrospective analysis of the efficiency of the plant breeding branch and comparison of the empirical distribution of cost production. The analytical research on the efficiency of functioning of agricultural enterprises is conducted on the basis of nonparametric methods (DEA).