

УДК 631.81

АНАЛИЗ ПРЕДЛОЖЕНИЙ ПО ПОВЫШЕНИЮ РЕНТАБЕЛЬНОСТИ СЕЛЬХОЗТОВАРОПРОИЗВОДСТВА В УСЛОВИЯХ РОСТА ЦЕН НА МИНЕРАЛЬНЫЕ УДОБРЕНИЯ

А. В. Будовский, Л. Е. Пустовая

Донской государственный технический университет (г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация)

Начавшийся летом 2021 года энергетический кризис привел к неприятным последствиям в виде серьезного подорожания целого ряда энергозатратной продукции, в том числе такой важной, как минеральные удобрения. В статье рассмотрены экспресс-подходы к преодолению временного кризиса без потерь производительности и имиджа сельхозтоваропроизводителей путём оптимизации ресурсопотребления и ресурсосбережения. Цель исследования — предложить мероприятия по смягчению последствий неблагоприятных условий для производства сельскохозяйственной продукции.

Постановка задачи. Предложить сельхозпроизводителям различные подходы к преодолению кризиса на отечественном рынке удобрений без потерь производительности и имиджа.

Теоретическая часть. Определены четыре простых подхода к реорганизации системы ведения хозяйства, упор сделан на ресурсосбережение и ресурсопотребление такой энергозатратной продукции, как минеральные удобрения.

Выводы. В условиях кризиса сельхозпроизводителям нерационально вкладывать большие суммы денег в новые технологии и оборудование. До стабилизации ситуации на отечественном рынке необходимо применять экспресс-решения с учетом конкретных производственных факторов.

Ключевые слова: минеральные удобрения, оптимизация ресурсопотребления, дифференцированное внесение удобрений, двустрочный посев, точечное внесение удобрений, компенсация, органические удобрения, экономия.

ANALYSIS OF PROPOSALS TO INCREASE THE PROFITABILITY OF AGRICULTURAL PRODUCTION IN THE FACE OF RISING PRICES FOR MINERAL FERTILIZERS

Aleksandr V. Budovskiy, Larisa E. Pustovaya

Don State Technical University (Rostov-on-Don, Russian Federation)

The energy crisis that began in the summer of 2021 led to unpleasant consequences in the form of a serious rise in the price of a number of types of energy-intensive products, including such important ones as mineral fertilizers. The article demonstrates express approaches to overcome the temporary "crisis" without loss of productivity and image of agricultural producers by optimizing resource consumption and resource conservation. The purpose of the study is to propose measures to mitigate the consequences of unfavorable production conditions of agricultural products.

Problem Statement. To overcome the temporary "crisis" without loss of productivity and image of agricultural producers, it is proposed to consider various approaches to solving this problem.

Theoretical Part. Four simple approaches to reorganizing farming with an emphasis on resource conservation and resource consumption of energy-intensive products such as mineral fertilizers are proposed.

Conclusions. In a crisis, it is irrational for agricultural producers to invest large sums in new technologies and equipment. It is necessary to apply express solutions taking into account specific production factors until the situation on the domestic market stabilizes.

Keywords: mineral fertilizers, optimization of resource consumption, differentiated application of fertilizers, two - line seeding, spot application of fertilizers, compensation, organic fertilizers, economy

Введение. В настоящее время российская экономика находится в состоянии переформатирования иерархии и сути традиционных факторов, которые определяют ее развитие. Данная тенденция достигла экстремальных значений в последние три года в связи с усилением геополитической и геоэкономической напряженности в условиях пандемии COVID-19 и мирового энергетического кризиса. В связи с этим остро стоит вопрос адаптации к условиям современной реальности в плане максимально возможного снижения рисков, издержек и ущерба от негативных последствий кризисной многофакторной ситуации для развития как в политической сфере, так и в социально-экономической. Успешность и скорость перехода в устойчивую фазу развития будет определяться стабильностью микросистемных экономических кластеров. Цель данного исследования — определение путей для смягчения последствий неблагоприятных условий производства сельскохозяйственной продукции.

Рассмотрим возможности адаптационных решений переходного периода в сфере продовольственной безопасности. В последние годы Россия существенно нарастила свой экспортный потенциал продовольствия, демонстрируя умеренные темпы его роста. Так, например, Российская Федерация имеет отрицательный коэффициент зависимости от импорта зерновых [1]. Согласно опубликованным в 2021 году данным министерством сельского хозяйства США, наша страна занимала 4 место в мире по производству пшеницы и второе место — по производству ячменя, овса, ржи [2].

Темпы роста производства продовольствия в стране во многом обуславливаются эффективностью ведения сельского хозяйства. Степень его интенсивности можно оценить по количеству внесенных в почву минеральных удобрений. По данному показателю Россия всегда занимала последнее место в мире. Учитывая, что стоимость минеральных удобрений в 2022 году продолжает бить многолетние рекорды, можно ожидать, что многие сельхозпроизводители вынуждены будут отказаться совсем от их использования, иначе себестоимость конечного продукта повысится настолько, что потеряет рыночную привлекательность (рис. 1).

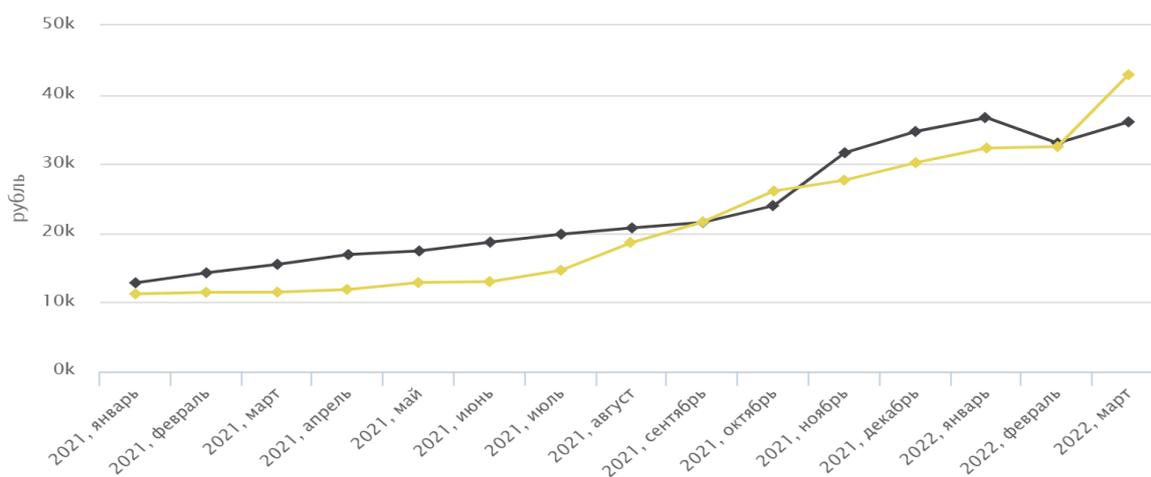


Рис. 1. График изменения средней цены на минеральные удобрения с января 2021 по март 2022 г.: жёлтая линия — калийные удобрения; чёрная линия — азотные удобрения [3]

Рост стоимости азотных, калийных и фосфорных удобрений в основном имеет спекулятивную природу, и аналитики считают, что уже к середине 2023 года цена на них может

резко снизиться [4]. Таким образом, проблема использования минеральных удобрений в текущем сезоне носит временный характер и требует нестандартных экспресс-решений.

Но особенно острой в настоящее время является проблема воспроизводства плодородия. И, как ни странно, это связано с угрозой потери экологического баланса в биосфере, глобальными антропогенными переменами, а также с экологическими последствиями истощаемости минеральных ресурсов. Именно в этом состоит важность и актуальность перспектив развития экологичного и ресурсосберегающего земледелия, повышения его роли в дальнейшем становлении агропромышленного комплекса [5].

Постановка задачи. Для преодоления временного кризиса без потерь производительности и имиджа сельхозтоваропроизводителей предложено рассмотреть различные подходы к решению проблемы с внесением минеральных удобрений в текущем и последующем сезонах.

Основная часть. Дифференцированное внесение удобрений. Как показывает опыт, урожайность одного поля чаще всего переменна. Причины могут быть различными: участки с высокой или низкой всхожестью или активностью, результаты перезимовки, неблагоприятное воздействие вредителей или болезней. Причём, как правило, разница в количестве собранного урожая на одном поле, но между участками может достигать 200–300 %.

Такие факторы, как рельеф местности, условия увлажнения, агрохимические и агрофизические свойства почвы, как раз и оказывают прямое и косвенное влияние на разницу в урожае на участках. Как следствие, отзывчивость культур на вносимые питательные вещества с минеральными удобрениями происходит неравномерно. А подход с унитарной нормой внесения удобрений для всей территории (принятый в большинстве российских хозяйств) лишь усугубляет неравномерность и приводит к избытку веществ на одних участках и дефициту на других.

Метод внесения удобрений в почву, когда на разные участки поля вносят разное количество минеральных удобрений, называется дифференцированным. Он способствует повышению экологичности земледелия. Почва избавлена от переизбытка дотационных стимуляторов, а значит, урожай будет полезным и соответствующим установленным нормативам безопасности.

Существует всего две основные системы дифференцированного внесения удобрений (СДВУ): более дорогостоящая — online и менее трудоемкая — offline.

Второй вариант предполагает расчет нормы вносимого удобрения по каждому выделенному участку, который проводится заранее. После этого техника работает уже в запрограммированном режиме.

Первый способ подразумевает выполнение расчетов нормы непосредственно в процессе внесения питательных веществ. В этом случае необходимы датчики-спектрометры, которые должны быть установлены на трактор (беспилотник) [6]. Они излучают световые волны, контролируют и затем запоминают отражение от растений, после чего вычисляют индексы различий в растительном покрове. Далее программа на основе алгоритмов производит расчёт дозировок удобрений под каждый исследуемый участок поля. Машины сразу вносят удобрения, перемещаясь по зонам.

Эксперты считают, что за онлайн-технологией — будущее. Эта система будет развиваться за счет появления новых датчиков, которые в перспективе будут способны методом неразрушающего контроля определять потребность грунта в конкретных элементах питания.

Данный подход имеет следующие преимущества:

- повышение урожайности;
- повышение экологической безопасности продукции;

- экономия рабочего времени;
- экономия удобрений.

Существуют некоторые ограничения и дополнительные затраты в отношении внедрения данной системы в хозяйства. Перед сельхозпроизводителем встает многогранная проблема — приобретение и переход на систему дифференцированного внесения удобрений. Производитель столкнется с затратами при покупке самой СДВУ, при обучении персонала, при самостоятельном или аутсорсинговом анализе и создании картограмм местности.

Для выбора оптимальной стратегии и решения поставленной задачи был предложен проект по внедрению на условное сельскохозяйственное предприятие СДВУ. Площадь используемых земель составляет 5 тыс. га, последний годовой доход — 500 млн руб. А процентная ставка, которая необходима для расчёта будущего дохода, равна 15. По соображениям экономии систему внесения выбираем офлайн (цена меньше в 1,5–2 раза). По данным на рис. 2, инвестиционные затраты составляют 536,048 млн руб. [7].

Наименование инвестиционного актива	Стоимость тыс. руб./ед.	Необходимое количество на 5 тыс. га
Оборудование для составления почвенных карт поля	400	60
Оборудование для составления карт урожайности	1286,4	60
Распределители минеральных удобрений	840,8	60
СДВУ	3026,8	60
Подготовка специалистов	346,8	-
Оплата труда сотрудников	2000	-
Нефтепродукты	3000	60
Итого инвестиций	10900,8	536048 тыс. руб

Рис. 2. Объём инвестиций по проекту

Производители гарантируют безотказный срок эксплуатации оборудования в пять лет. Если рассматривать линейный способ начисления амортизации, то ежегодные амортизационные отчисления составят: $536\,048 \text{ тыс. руб.} \div 5 \text{ лет} = 107\,209,6 \text{ тыс. руб.}$ Ежемесячная сумма амортизационных отчислений будет составлять 8 934,13 тыс. руб. Система значительно сократит расходы на дополнительное сырьё (минеральные удобрения), по этой причине сумма текущих расходов также уменьшится.

Срок окупаемости проекта составит $536\,048 \text{ тыс. руб.} \div 500\,000 \text{ тыс. руб.} = 1,1 \text{ года}$. Таким образом, расчёты показали, что данное внедрение является экономически эффективным.

Двустрочный посев. Посев — один из важных агрономических приёмов, который определяет успех развития и роста сельскохозяйственных растений, а также оказывает большое влияние на урожайность.

Существует большое количество методов посева культур, которые направлены на решение определенных задач (экономия расхода посевного материала, снижение затрат труда и т. п.). Но двустрочный посев — это простой способ повышения не только эффективности производства, но и контроля расхода питания. Данный способ посева будет рассмотрен на примере кукурузы. Стандартную схему посева можно увидеть на рис. 3. Такой способ предполагает, что расстояние между соседними рядами должно быть не менее 70 см.

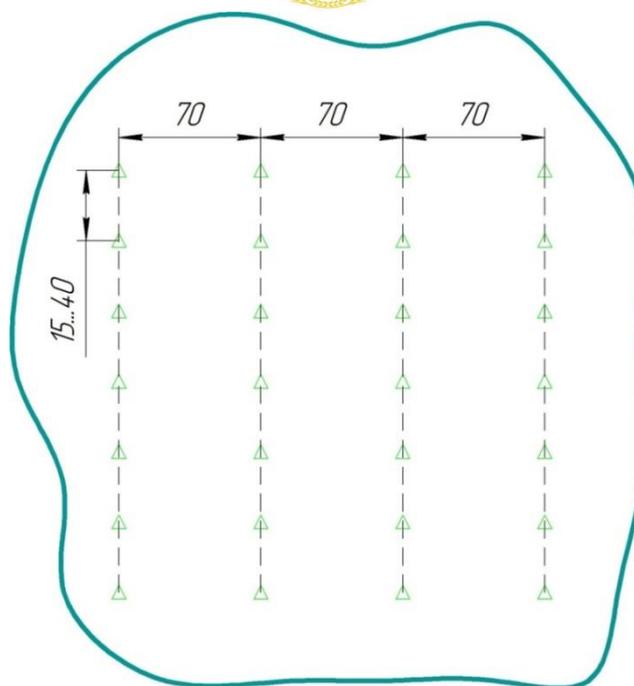


Рис. 3. Схема стандартного посева кукурузы

Однако двустрочный способ предполагает иное расположение. Два ряда необходимо располагать на расстоянии 20 см, а через каждые 50 см — повторение сдвоенного ряда. В близкорасположенных рядках растения располагаются не рядом друг с другом, а с определенным смещением по диагонали (рис. 4).

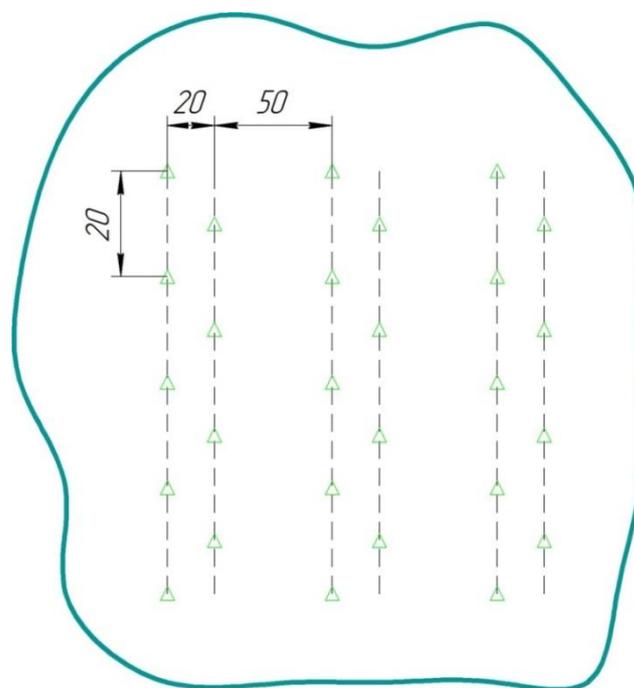


Рис. 4. Схема двустрочного посева кукурузы

Можно выделить ряд преимуществ такой схемы:

– более эффективно используется посевная площадь. При стандартной схеме полезная площадь достигает 14,4 %, а при двустрочной — 44,8 %;

– растения получают больше солнечного света. Потребление солнечного света — 30 и 90 % соответственно. А следствие этого — лучшее развитие корневой системы и зелёной массы;

– лучшая аэрация. Продуктивное продувание ветром снижает вероятность заболевания белой гнилью.

Кроме того, при этом способе решаются еще и вопросы продовольственной безопасности и ресурсосбережения, ведь урожайность растёт на 20–25 %, а расход горюче-смазочных материалов и удобрений — снижается.

Точечное внесение удобрений (ленточное). Получение больших урожаев возможно лишь при применении минеральных удобрений. Среди способов их внесения выделяют два основных: это сплошное внесение, когда удобрения разбрасываются по поверхности почвы равномерно, и луночное, то есть непосредственное внесение полезных веществ в места посева или посадки семян или растений.

Ещё в начале 1970-х годов фермеры на западе Канады столкнулись с проблемой возросших расходов на топливо и удобрения и были вынуждены пересмотреть методы возделывания почвы. И в конце концов они признали, что разбрасывание удобрений — это не оптимальный метод их использования [8].

Были проведены опыты и по сравнению эффективности внесённого газообразного безводного аммиака и гранулированного нитрата аммония разбросного действия. Их результаты показали, что безводный аммиак (82,3 % азота) превзошел по продуктивности действия разбросного гранулированного нитрата аммония. И изначально показалось, что безводный аммиак является более эффективной формой азотного удобрения. Но при следующих опытах заметили, что, если применять гранулированное азотное удобрение таким же способом, как и аммиак, обе формы были в одинаковой степени эффективными. Иначе говоря, именно способ внесения удобрений, но не их тип играет важную роль в обнаружении этих отличий.

После длительных исследований стало очевидным, что дополнительная урожайность зерновых благодаря точечному внесению удобрений, а не разбросному составила около 0,3 т/га пшеницы. Также были достигнуты сходные показатели при выращивании ячменя и рапса.

В случае совместного применения азота и фосфата преимущество точечного способа составило 0,45–0,68 т/га пшеницы. Урожайность контрольного участка, где не использовали удобрения, и участков, где применяли разбросное и точечное внесение удобрений N-P, составила 1,85, 2,07 и 2,84 т/га пшеницы, соответственно. В данном специфическом исследовательском опыте преимущество ленточного внесения удобрений составило 0,77 т/га яровой пшеницы.

Учёные смогли выделить факторы, которые способствуют более эффективному результату при точечном внесении удобрений:

- лучшая позиционная доступность. Удобрение, помещённое точечным путем на глубину, которая в 1,5 или 2 раза ниже глубины посева, будет быстрее перехвачено корнями культуры;
 - концентрация питательных веществ;
 - минимизация контакта почвы с фосфатом;
 - улучшенное поглощение — растения поглощают вещества через корни с помощью диффузии и передвижения частиц с течением воды.
- внесение удобрений точечным способом может привести к значительному сокращению прорастания сорняков.

Особое преимущество внесения удобрений точечным методом заключается в том, что данный подход можно объединить с первичной обработкой участков. При объединении технологических операций на поле достигается экономия расходов.

В периоды, когда возрастают цены на минеральные удобрения или наблюдается их дефицит на рынке, в целях ресурсосбережения рекомендуется переходить с разбросного применения удобрений на точечное. По результату такого перехода производители добьются сокращения количества удобрений на 15–20 % без воздействия на урожайность.

Рассмотренный способ имеет некоторые ограничения, которые связаны с тем, что локально высокие концентрации удобрений оказывают негативные повреждающие воздействия на всходы.

Снижение норм внесения удобрений и компенсация недостатка органическими удобрениями. Минеральные удобрения способны накапливаться в почве в избыточном количестве. Помимо этого, в минеральных удобрениях содержатся соли тяжелых металлов и радиоактивные соединения. Наиболее опасные из них фтор, мышьяк, ртуть, кадмий, свинец, стронций и др. Их накопление негативно влияет на окружающую природную среду. Происходит загрязнение окружающей природной среды, ухудшение агрохимических и агрофизических свойств почвы, снижаются показатели её плодородия и качества сельскохозяйственной продукции.

Минеральные удобрения полностью заменить не удастся ничем, но можно временно уменьшить нормы их внесения. Предлагается вносить удобрений на 30 % меньше научно обоснованных норм, а остальное питание обеспечивать органическими удобрениями.

Расчёт объёмов и стоимости питания представлен в таблицах 1 и 2.

Таблица 1

Традиционный расчёт элементов питания

Культура, планируемая урожайность	Элементы минерального питания	Норма внесения, кг/га	Стоимость, руб/га (начало 2022 г.)
Озимая пшеница, 650 кг/га	N	285	5 985
	P	214	4 280
	K	200	5 800
	Итого		15 065

Таблица 2

Оптимизированный расчёт элементов питания

Культура, планируемая урожайность	Элементы минерального питания	Норма внесения, кг/га, — 30%	Стоимость, руб/га (начало 2022 г.)
Озимая пшеница, 650 кг/га	N	200	4 200
	P	150	3 000
	K	140	4 060
	Итого		11 260

Основным и длительным фактором получения больших урожаев сельскохозяйственной продукции являются органические удобрения. Они способствуют повышению устойчивости агроэкосистем к разнообразным источникам стресса, таким как засуха или заморозки, град или пыльные бури. Они также служат практичным средством для оздоровления почвы, а будучи ключевым источником воспроизводства гумуса, приводят к росту показателей плодородия и здоровья земли.

Российское сельскохозяйственное производство обладает огромным потенциалом для быстрого производства современных, высокоэффективных, экологических органических удобрений разных видов и форм. К более доступным и перспективным ресурсам поступления в почву свежего органического вещества можно отнести солому, сидеральные культуры, обеззараженные

продукты жизнедеятельности сельскохозяйственных животных, древесный уголь, обеззараженные иловые осадки [9, 10].

По всему миру отмечено положительное влияние соломы на почву. Наибольший эффект замечен на выщелоченном черноземе, дерново-подзолистой и серой лесной почвах.

Римский учёный Плиний Старший в 50–70 годы нашей эры говорил: «Все согласны с тем, что нет ничего полезнее люпина, если его до образования бобов заделать в почву плугом, или пучки люпина, срезанные у поверхности почвы, закопать близ корней плодовых деревьев и кустов винограда. Это такое же хорошее удобрение, как и навоз». То есть о способности растений удобрять почву известно давно, а нам остаётся лишь обогащать эти знания современным опытом.

Травяные удобрения во многих случаях используют для того, чтобы эффективно пополнить почву полей необходимым гумусом. Согласно [11, 12], прибегнуть к сидератам следует в том случае, когда необходимо защитить культуры и поле от сорняков.

Практическое преимущество сидератов как никогда значимо на участках, которые удалены от животноводческих ферм. Здесь дисбаланс органического вещества в почве весьма значителен. Действительно, транспортировать навоз и другие местные органические удобрения более чем на 10 километров невыгодно.

Известно, что внесение на один гектар 10 тонн навоза эквивалентно одной тонне гумуса. Кроме углерода, одна тонна подстилочного навоза содержит около пяти килограммов общего азота (в том числе два килограмма аммонийного), около трех килограммов фосфора, 4,5 килограмма калия.

Полагают, что систематическое ежегодное применение семи тонн перегноя на один гектар или 16 тонн на гектар навоза обеспечивают бездефицитный баланс почвенного гумуса.

Также установлено, что при внесении в почву древесного угля он впитывает в себя токсичные элементы, а также катализирует активность биоты гумусового горизонта [13–15]. Получить его возможно путем декарбонизации древесины. Это медленное, «холодное» сжигание при ограниченном доступе кислорода. Полученный таким образом уголь (например, при переработке отходов лесопромышленного производства) будет оказывать полезное влияние благодаря своим свойствам:

- обладает высокой абсорбцией к ряду токсинов;
- имеет большую поглощающую поверхность из-за высокой пористости;
- химически инертен;
- способен переводить азот в более доступные для культур формы благодаря заселяющим его свободноживущим азотфиксаторам;
- способен активно поглощать влагу в дождливые периоды и отдавать её в засуху;
- замедляет эмиссию диоксида углерода в приземную атмосферу;
- выводит остатки пестицидов из почвенного раствора;
- регулирует водородный показатель среды почвы и др.

Большие экологические и биологические проблемы в крупных городах связаны с образованием огромного количества сточных вод, а также обработкой и утилизацией осадков. Полагают, что для их решения необходимо применять анаэробное сбраживание осадков сточных вод и активного ила [10]. В результате возможно получить обеззараженный осадок, который после механического обезвоживания можно использовать в качестве удобрений. Ил заметно улучшает структуру почвы, повышает показатели ее плодородности и урожайности.

Таким образом, при внесении органических удобрений на 1200–1500 рублей можно сэкономить примерно 2500 рублей на каждом гектаре, что поможет получить максимальную прибыль без потери производительности.

Заключение. Авторами предложены четыре простых подхода к реорганизации ведения хозяйства с упором на ресурсосбережение и ресурсопотребление такой энергозатратной продукции, как минеральные удобрения. Использование системы дифференцированного внесения удобрений, двустрочного посева, точечного внесения и снижения норм удобрений с компенсацией органическими удобрениями — в комплексе и в отдельности все это эффективно для успешного производства сельхозпродукции без потерь производительности.

Крайне необходима в современных условиях цифровизация сельскохозяйственной отрасли — для развития аграрной науки, защиты от нарушений экологических норм, увеличения экономического эффекта от производства продукции и снижения затрат.

Однако для внедрения цифровых технологий необходимы существенные финансовые вложения. Поэтому в условиях кризиса сельхозпроизводителям нерационально вкладывать большие суммы в новые технологии и оборудование. В сложившихся условиях до стабилизации ситуации на отечественном рынке необходимо находить экспресс-решения возникающих проблем с учетом конкретных производственных факторов [16].

В зависимости от того, как оперативно будут найдены правильные адаптационные решения для преодоления возникающих трудностей, зависят успех развития сельскохозяйственной отрасли в регионах, а также достижение целей продовольственной безопасности страны.

Библиографический список

1. Касьянов, А. А. Продовольственная система России в глобализирующемся мире / А. А. Касьянов // Региональная экономика и управление : [сайт]. — 2017. — № 1 (49). — URL : <https://eee-region.ru/article/4944/> (дата обращения: 28.04.2022).
2. Рынок зерна в России: производство зерновых культур в 2021 / Деловой профиль : [сайт]. — URL: https://delprof.ru/upload/iblock/46b/DelProf_Analitika_Rynok-zerna-v-Rossii.pdf (дата обращения: 29.04.2022).
3. Средние цены производителей на минеральные удобрения с 2017 г. / ЕМИСС : [сайт]. — URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/57819> (дата обращения: 29.04.2022).
4. Мордюшенко, О. Удобрения дорастут до падения / О. Мордюшенко // Коммерсантъ : [сайт]. — URL : <https://www.kommersant.ru/doc/5061494> (дата обращения 30.04.2022).
5. Пустовая, Л. Е. Методы и приборы контроля окружающей среды. Экологический мониторинг / Л. Е. Пустовая, Б. Ч. Месхи. — Москва : Инфра-М. — 2022. — 246 с.
6. Бердникова, Т. В. Разработка методики дистанционного спектрального зондирования техногенно нагруженных территорий / Т. В. Бердникова, В. В. Ермаков // Безопасность техногенных и природных систем. — 2021. — № 3. — С. 55–63. <https://doi.org/10.23947/2541-9129-2021-3-55-63>
7. Трубачева, Е. А. Оценка экономической эффективности инвестиций сельхозпредприятия во внедрение системы дифференцированного внесения удобрений / Е. А. Трубачева, М. Е. Трубилин // КАНТ. — 2014. — №4(13). — С. 35–38.
8. Причины перехода фермеров на ленточное внесение удобрений // Агровестник : [сайт]. — URL : <https://agrovesti.net/lib/tech/fertilizer-tech/prichiny-perekhoda-fermerov-na-lentochnoe-vnesenie-udobrenij.html> (дата обращения: 01.05.2022).

9. Органическое удобрение — эффективный фактор оздоровления почвы и индуктор её супрессивности / М. С. Соколов, Ю. Я. Спиридонов, А. П. Глинушкин, Е. Ю. Торопова // Достижения науки и техники АПК. — 2018. — Т. 32, № 1. — С. 4–12. <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2018-10101>

10. Гуторова, Н. Е. Роль обезвреживания осадков сточных вод анаэробной стабилизацией для АО «Ростовводоканал» / Н. Е. Гуторова, О. В. Дымникова // Безопасность техногенных и природных систем. — 2020. — № 4. — С. 50–55. <https://doi.org/10.23947/2541-9129-2020-4-50-55>

11. Коршунов, А. В. Мелкотоварное картофелеводство: синергетический эффект промежуточных сидеральных культур в севообороте и бессменной посадке, удобрений и сортов / А. В. Коршунов, Ю. Н. Лысенко, Н. Ю. Лысенко // Достижения науки и техники АПК. — 2016. — Т. 30, № 8. — С. 28–33.

12. Айдиев, А. Я. Совершенствование технологий возделывания озимой пшеницы в условиях Курской области / А. Я. Айдиев, В. И. Лазарев, М. Н. Котельникова // Земледелие. — 2017. — № 1. — С. 37–39.

13. Мухин, В. М. Разработка технологии получения активных углей «комбисорб» и изучение эффективности их применения в комбикормах, контаминированных ксенобиотиками (микотоксинами и пестицидами) / В. М. Мухин // Двойные технологии. — 2010. — № 4 (53). — С. 61–64.

14. Модифицированное природное сырье и продукты переработки его отходов в составе экологически безопасных (нано)чипов для АПК / Н. Л. Воропаева, В. М. Мухин, В. В. Карпачев [и др.] // Экологический вестник Северного Кавказа. — 2015. — Т. 11, № 1. — С. 31–34.

15. Мухин, В. М. Углеродные адсорбенты как функциональные материалы для решения экологических проблем / В. М. Мухин // Труды Кольского научного центра РАН. — 2015. — № 5 (31). — С. 572–575.

16. Михайлов, В. Россия в 2022 году может остаться без урожая / В. Михайлов // РИА Новости : [сайт]. — URL: <https://ria.ru/20211024/urozhay-1755960013.html> (дата обращения: 18.05.2022).

Об авторах:

Будовский Александр Владимирович, студент кафедры «Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды» Донского государственного технического университета (344003, РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), k55355396@gmail.com

Пустовая Лариса Евгеньевна, доцент кафедры «Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды» Донского государственного технического университета (344003, РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), кандидат химических наук, доцент, [ORCID](https://orcid.org/0009-0001-9141-1000), lapus1@yandex.ru

About the Authors:

Budovskiy, Aleksandr V., Student, Life Safety and Environmental Protection Department, Don State Technical University (1, Gagarin sq., Rostov-on-Don, RF, 344003), k55355396@gmail.com

Pustovaya, Larisa E., Associate Professor, Life Safety and Environmental Protection Department, Don State Technical University (1, Gagarin sq., Rostov-on-Don, RF, 344003), Cand. Sci. (Chem.), Associate Professor, lapus1@yandex.ru