

МРНТИ 68.29

В.А. Голиков¹, А.С. Усманов¹, А.С. Рзалиев¹
¹ТОО «НПЦ Агроинженерии», г. Алматы, Казахстан

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИСТЕМЫ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Аннотация

В 2017 году в Казахстане принята Государственная программа «Цифровой Казахстан», целями которой является ускорение темпов развития экономики РК и улучшение качества жизни населения за счет использования цифровых технологий. Одной из задач программы является применение систем точного земледелия в агроформированиях АПК. Агроформированиям в мире предлагается широкий ассортимент технологий и технических средств для систем точного земледелия. Отмечается, что при использовании этого оборудования повышается производительность, урожайность, сокращается расход топлива, удобрений, химических препаратов и др.

В Юго-восточном регионе 75... 83% посевной площади находится в составе небольших фермерских хозяйствах, имеющих среднюю посевную площадь 16...34 га. В связи с тем, что оборудование для точного земледелия имеет достаточно высокую цену, то необходимо определить при каких размерах посевной площади и урожайности сельскохозяйственных культур будет эффективно использовать оборудование для точного земледелия.

Для этого разработана технико-экономическая модель, которая учитывает все факторы, влияющие на эффективность использования технических средств для точного земледелия.

Ключевые слова: *точное земледелия, модель, экономика, фермерские хозяйства, комплекс машин*

Введение

В 2017 году в Казахстане принята Государственная программа «Цифровой Казахстан», целями которой являются ускорение темпов развития экономики РК и улучшение качества жизни населения за счет использования цифровых технологий в среднесрочной перспективе, а также создание условий для перехода экономики Казахстана на принципиально новую траекторию развития, обеспечивающую создание цифровой экономики будущего в долгосрочной перспективе. Одной из задач программы является применение систем точного земледелия в агроформированиях АПК – преобразование отрасли с использованием прорывных технологий и возможностей, которые повысят производительность труда и приведут к росту капитализации.

Немаловажное влияние на применение точных технологий имеют технологии возделывания, применяемые в регионах. Разнообразии почвенно-климатических условий, выращиваемых сельскохозяйственных культур, условий хозяйствования, парка техники усложняют применение элементов точного земледелия путем простого переноса опыта его использования из развитых стран.

Агроформированиям в мире предлагается широкий ассортимент технологий и технических средств для систем точного земледелия. Появляются

новые датчики, программы и методы измерений. Новые технологии и устройства вытесняют старые. Эффективность применения каждого элемента технологии различна. Объективный анализ мировых и отечественных технических средств для применения точного земледелия позволит выбрать наиболее эффективные решения в мировой практике для дальнейшего применения в регионе [1-7].

Целью работы является разработка технико-экономической модели для определения эффективности использования системы точного земледелия

Материалы и методы исследования

Работа выполнена применительно к условиям Юго-восточного региона Казахстана, в который входит Алматинская и Жамбылская области. Используются статистические данные МСХ РК, в том числе Комитета по управлению земельными ресурсами. Применены методы экономической оценки сельскохозяйственной техники.

Результаты и их обсуждение

Оборудование для точного земледелия имеет достаточно высокую цену, поэтому необходимо определить при каких размерах посевной площади и урожайности сельскохозяйственных культур будет эффективно использовать это оборудование. В этой связи проанализированы данные по количеству и структуре агроформирований в Юго-восточном регионе. Изучен сводный аналитический отчет Комитета по управлению земельными ресурсами Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан [8], в котором приведены структуры различных сельскохозяйственных предприятий, размеры пашни и посевных площадей в республике и в разрезе областей.

В таблице 1 приведена площадь пашни в различных категориях хозяйств.

Таблица 1 - Общая площадь пашни в различных категориях хозяйств РК

Категория хозяйств	Количество	Площадь пашни, тыс. га
Сельскохозяйственные предприятия	12 582	15 417,9
Фермерские хозяйства	222 004	9 240,8
Хозяйства населения	1 297 353	201,5
Итого		24 860,2

Из таблицы 1 видно, что число сельскохозяйственных предприятий в республике составляет 12 582 и площадь пашни в них - 15147,9 тыс. га, в фермерских хозяйствах, число которых 222004, соответственно площадь пашни в них 9240,8 тыс. га.

В Алматинской области имеется 60699 фермерских хозяйств, количество кооперативов 142, количество сельскохозяйственных предприятий 1384, средняя посевная площадь на одно фермерское хозяйство составляет 16,7 га на одно сельскохозяйственное предприятие 150,4 га. (таблица 2). В Жамбылской

области имеется фермерских хозяйств 18693, кооперативов 34, сельскохозяйственных предприятий 354, средняя посевная площадь на одно фермерское хозяйство 34 га, на одно сельскохозяйственное предприятие 238,7 га.

Таблица 2 – Количество и структура агроформирований в Юго-восточном регионе

№	Наименование областей	Кол-во ФХ ^{*)}	Кол-во кооперативов	Кол-во СХП без кооперативов	Средняя площадь на 1 ФХ, га	Средняя посевная площадь на 1 ФХ, га	Средняя площадь на 1 кооператив, га	Площадь на 1 СХП без кооперативов, га	Средняя посевная площадь на 1 СХП
1	Алматинская	60 699	142	1384	95,4	16,7	2898	1736	150,4
2	Жамбылская	18 693	34	354	176,7	34	2785	2963	238,7

^{*)} ФХ - фермерские хозяйства; СХП – сельскохозяйственные предприятия

В таблице 3 приведена доля посевной площади в процентах в КФХ. В целом по республике, она составляет 39 % , по Алматинской области 75 % , по Жамбылской области 83 % . Из таблицы 3 видно, что в этих областях большая часть посевной площади находится в КФХ.

Таблица 3 - Уточненная посевная площадь в Юго-восточном регионе, га

Наименование	Все категории хозяйств	В том числе		
		Сельскохозяйственные предприятия	Индивидуальные предприниматели и фермерские хозяйства	Доля посевной площади в фх, %
Республика Казахстан	21 839 899,2	13 117 857,5	8 520 514,7	39%
Алматинская область	947 872,9	208 241,4	706 948,7	75%
Жамбылская область	629 286,0	84 510,5	528 260,0	83%

В таблице 3 приведена также группировка ФХ, с учетом индивидуальных предпринимателей и структурных единиц по наличию пашни. В Алматинской области 91% ФХ имеют площадь пашни до 50 га, до 200 га - 6,9 %, в Жамбылской области соответственно 85% и 11% .

Из проведенного анализа можно сделать следующие выводы. В Юго-восточном регионе большая часть посевной площади находится в ФХ, средняя посевная площадь в них составляет до 50 га. Отсюда можно принять, что максимальная посевная площадь в ФХ равна 50 га.

Эффективность возделывания той или иной сельскохозяйственной культуры оценивается величиной прибыли, которая определяется по формуле:

$$П = Д - И , \quad (1)$$

где $Д$ – доход от производства сельскохозяйственной культуры, тг.
Доход определяется по формуле:

$$Д = F \cdot Y \cdot Ц_3 , \quad (2)$$

где F – посевная площадь, га;
 Y – урожайность культуры, т/га;
 $Ц_3$ – цена продукта, тг/т.

Из формулы (1) видно, что чем больше посевная площадь, тем выше доход, но вместе тем больше и затраты, так как в этом случае потребуются более высокопроизводительная, а следовательно и более дорогая техника.

Затраты на производство сельскохозяйственной культуры можно определить по формуле [9]:

$$И = И_э + С + В + X + Н , \quad (3)$$

где $И_э$ – эксплуатационные расходы, тг/га;
 $С$ – затраты на приобретение семян, тг/га;
 $В$ – затраты на приобретение удобрений, тг/га;
 X – затраты на приобретение химических препаратов, тг/га;
 $Н$ – величина налогов, тг/га;

Эксплуатационные расходы:

$$И_э = З + Г + Р + А + Ф \quad (4)$$

где $З$ – затраты средств на оплату труда, тг/га;
 $Г$ – затраты на горюче-смазочные материалы, тг/га;
 $Р$ – затраты на ремонт и техническое обслуживание, тг/га;
 $А$ – затраты на амортизацию, тг/га;
 $Ф$ – прочие прямые затраты средств на основные и вспомогательные материалы (провода, шпагат, тара), тг/га.

Затраты средств на оплату труда:

$$З = \frac{Л \cdot \tau}{W_{см}} , \quad (5)$$

$Л$ – число обслуживающего персонала;
 $W_{см}$ – производительность агрегата за час сменного времени, га/час;
 τ – оплата труда обслуживающего персонала тг/чел-ч.;

Затраты на горюче-смазочные материалы:

$$Г = q \cdot Ц_г , \quad (6)$$

где q – удельный расход топлива, тг/га
 $Ц_г$ – цена топлива, тг/кг;

Затраты на ремонт и техническое обслуживание:

$$Р = \frac{Б \cdot Ч_р}{W_э \cdot T_3} , \quad (7)$$

$Б$ – цена машин (без НДС), тг;

$Ч_p$ – коэффициент отчислений на ремонт и техническое обслуживание машин;

$W_э$ – производительность агрегата за час эксплуатационного времени;

$T_з$ – годовая зональная фактическая загрузка машин, час.

Затраты на амортизацию:

$$A = \frac{B a}{W_э T_з} , \quad (8)$$

a – коэффициент отчислений на амортизацию техники;

Далее прочие прямые затраты средств на основные и вспомогательные материалы Φ и налоги H , не рассматриваются.

Таким образом, затраты на производство сельскохозяйственной культуры с учетом эксплуатационных расходов будут равны:

$$И = З + Г + Р + А + \Phi + С + В + Х + Н, \quad \text{тг/га} \quad (9)$$

Для возделывания каждой сельскохозяйственной культуры выполняется ряд технологических операций, число которых составляет в зависимости от культуры от 13 до 32 (сахарная свекла, хлопок). Каждую операцию выполняет агрегат, состоящий из трактора и сельскохозяйственной машины. Уборка культур осуществляется прицепным или самоходным комбайном.

Производственные затраты на работу каждого агрегата, входящего в комплекс машин для возделывания культуры без применения средств для точного земледелия представляются по формуле:

$$И_1 = \frac{\lambda \tau}{W_{1см}} + q_1 Ц_Г + \frac{B_T Ч_{рТ}}{W_{1э} T_{1Г}} + \frac{B_T a_T}{W_{1э} T_{1Г}} + \frac{B_M Ч_{рМ}}{W_{1э} T_{1М}} + \frac{B_M a_M}{W_{1э} T_{1М}} + C_1 Ц_С + B_1 Ц_У + X_1 Ц_Х , \quad (10)$$

где λ – число обслуживающего персонала, чел.;

$W_{1м}$ – производительность агрегата за час сменного времени, га/ч;

τ – оплата труда обслуживающего агрегата, тг/чел-ч;

q_1 – удельный расход топлива, кг/га;

$Ц_Г$ – цена топлива, тг/кг;

B_T – цена трактора, тг;

$Ч_{рТ}$ – коэффициент отчислений на ремонт и техническое обслуживание трактора;

$W_{1э}$ – производительность агрегата за час эксплуатационного времени, га/ч;

$T_{1Г}$ – годовая фактическая загрузка трактора, ч;

$T_{1М}$ – годовая зональная фактическая загрузка машины, ч;

a_T – коэффициент отчислений на амортизацию трактора;

$Ч_{рМ}$ – коэффициент отчислений на ремонт и техническое обслуживание сельскохозяйственной техники;

C_1, B_1, X_1 - соответственно нормы высева семян, расход удобрений и химических препаратов, кг/га;

Π_c, Π_y, Π_x - соответственно цены на семена, удобрения, химические препараты, тг/кг.

В литературных источниках [10] отмечается, что при оснащении комплекса машин различными техническими средствами и оборудованьями для точного земледелия повышается производительность, снижается расход топлива, экономятся семена, удобрения, химические препараты и т.д.. В то же время увеличивается общая стоимость техники.

В этой связи производственные затраты на работу агрегата с оборудованьем для точного земледелия можно представить в следующем виде:

$$I_2 = \frac{\lambda\tau}{W_{1c} + \Delta W_c} + (q_1 - \Delta q) \Pi_r - \frac{(B_T + \Delta B_T) \chi_{PT}}{(W_{31} + \Delta W_{31}) T_{3T}} + \frac{(B_T + \Delta B_T) a_T}{(W_{31} + \Delta W_{31}) T_{3T}} +$$

$$+ \frac{(B_M + \Delta B_M) \chi_{PM}}{(W_{31} + \Delta W_{31}) T_{3M}} + \frac{(B_M + \Delta B_M) a_M}{(W_{31} + \Delta W_{31}) T_{3M}} + (C_1 - \Delta C) \Pi_c +$$

$$+ (B_1 - \Delta B) \Pi_y + (X_1 - \Delta X) \Pi_x, \quad (11)$$

где ΔW_c - показатель увеличения сменной производительности за счет технических средств для оборудованья точного земледелия, га/ч;

ΔW_3 - показатель увеличения производительности агрегата за час эксплуатационного времени, га/ч;

Δq - показатель уменьшения расхода топлива, кг/га;

ΔB_T - показатель увеличения стоимости оборудованья трактора за счет стоимости технических средств для точного земледелия, тг;

ΔB_M - показатель увеличения стоимости машины за счет стоимости технических средств для точного земледелия, тг;

ΔC - показатель снижения расхода семян, кг/га;

ΔB - показатель снижения расхода удобрений, кг/га;

ΔX - показатель снижения расхода химических препаратов, кг/га;

Суммарные затраты по выполнению всех технологических операций комплексом машин без применения технических средств для точного земледелия равны:

$$F \sum_{i=1}^n I_1, \quad (12)$$

где n - число технологических операций.

Соответственно затраты по выполнению всех технологических операций комплексом машин с применением технических средств для точного земледелия:

$$F \sum_{i=1}^n I_2, \quad (13)$$

Тогда величина прибыли при выполнении работ комплексом машин без технических средств для точного земледелия составит:

$$\Pi_1 = F(Y_1 C_3 - \sum_{i=1}^n I_1), \quad \text{тг.} \quad (14)$$

где Y_1 - урожайность сельскохозяйственной культуры, т/га;

Соответственно величина прибыли при выполнении работ комплексом машин с применением технических средств для точного земледелия равна:

$$\Pi_2 = F(Y_2 C_3 - \sum_{i=1}^n I_2), \quad \text{тг.} \quad (15)$$

где Y_2 - урожайность сельскохозяйственной культуры при использовании технических средств точного земледелия, т/га;

Эффективность использования оборудования для точного земледелия \mathcal{E} определим по формуле:

$$\mathcal{E} = \Pi_2 - \Pi_1 = F [(Y_2 C_3 - \sum_{i=1}^n I_2) - (Y_1 C_3 - \sum_{i=1}^n I_1)], \quad \text{тг.} \quad (16)$$

При использовании системы точного земледелия урожайность культуры Y_2 должна быть выше, чем без неё, но может быть и равна Y_1 . В этом случае эффективность использования оборудования для системы точного земледелия может быть получена за счет повышения производительности агрегатов и снижения расхода топлива, семян, удобрений и химических препаратов. Все эти факторы учтены в технико-экономической модели (16).

Срок окупаемости оборудования для системы точного земледелия определяется по формуле

$$O = \frac{C_{\text{тз}}}{\mathcal{E}}, \quad \text{лет} \quad (17)$$

где O - срок окупаемости, лет ;

$C_{\text{тз}}$ - цена оборудования для системы точного земледелия, тг.

Выводы

1. Установлено, что в Юго-восточном регионе республики 75...83% посевной площади находится в небольших фермерских хозяйствах, средняя посевная площадь в них составляет в интервале 16,7...34 га, средняя посевная площадь в сельскохозяйственных предприятиях составляет - 150...238 га. Технические средства для точного земледелия имеют достаточно высокие цены. Поэтому для применения этих средств необходимо проводить экономическую оценку эффективности их использования в зависимости от величины посевной площади и урожайности сельскохозяйственных культур.

2. Предложена технико-экономическая модель для оценки эффективности использования технических средств для точного земледелия, которая учитывает основные факторы, влияющие на данный процесс.

Список литература

1. Farm profits and adoption of precision agriculture: Economic research report (No.217) / U.S. Department of Agriculture: Schimmelpfennig D. – USA, 2016. – 39 p.

2. Emerson Borghi, Adoption and Use of Precision Agriculture in Brazil: Perception of Growers and Service Dealership // Emerson Borghi, Junior C. Avanzi, Leandro Bortolon, Ariovaldo Luchiar Junior and Elisandra S. O. Bortolon - Journal of Agricultural Science, Vol. 8, № 11. – 2016. – p. 89-104.
3. Precision agriculture'15: Papers presented at the 10th European Conference on Precision Agriculture, Volcani Center, Israel, 12-16 July 2015 / Wageningen Academic Publisher: J.V. Stafford. – Wageningen, 2015.
4. Precision agriculture: an opportunity for EU farmers – potential support with the CAP 2014-2020 / Joint Research Centre (JRC) of European Commission. – European Union, 2014. – 50 p.
5. Søren Marcus Pedersen , Kim Martin. Precision Agriculture: Technology and Economic Perspectives. Springer International Publishing AG 2017.282 pages.
6. Труфляк Е.В. Опыт применения систем точного земледелия. – Краснодар: КубГАУ, 2016. – 22 с.
7. Труфляк Е.В. Основные элементы системы точного земледелия. – Краснодар: КубГАУ, 2016. – 39 с.
8. Сводный аналитический отчет о состоянии и использовании земель Республики Казахстан за 2016 год.- Астана , 2017
9. СТ РК ГОСТ Р53025 - 2010. Техника сельскохозяйственная, Методы экономической оценки, Введен с 01.07. 2011. - Астана, 2010. – 56 с.
10. Отчет НИР: «Разработка и внедрение технологии точного земледелия при возделывании сельскохозяйственных культур в адаптивно-ландшафтной системе земледелия лесостепи Самарской области». – Самара, 2006. – 76 с.

В.А. Голиков¹, А.С. Усманов¹, А.С. Рзалиев¹
¹ «Агроинженерия FOO» ЖШС, Алматы қ., Қазақстан

НАҚТЫ ЕГІНШІЛІК ЖҮЙЕСІН ПАЙДАЛАНУДЫҢ ТИІМДІЛІГІН АНЫҚТАУҒА АРНАЛҒАН ТЕХНИКА-ЭКОНОМИКАЛЫҚ МОДЕЛЬ

Аңдатпа

2017 жылы Қазақстанда "Цифрлық Қазақстан" мемлекеттік бағдарламасы қабылданды, оның мақсаты ҚР экономикасының даму қарқынын жеделдету және сандық технологияларды пайдалану есебінен халықтың өмір сүру сапасын жақсарту болып табылады. Бағдарлама міндеттерінің бірі АӨК агроқұрылымдарында нақты егіншілік жүйесін қолдану болып табылады. Әлемдегі агроқұрылымдарға дәл егіншілік жүйесіне арналған технологиялар мен техникалық құралдардың кең түрлері ұсынылады. Бұл жабдықты пайдалану кезінде еңбек өнімділігі, өнімділік артады, жанарияй, тыңайтқыш, химиялық препараттар және т. б. шығыны қысқарады.

Оңтүстік-шығыс өңірде 75 ...83% егіс алқабының орташа егіс алаңы 16...34 га болатын шағын фермерлік шаруашылықтардың құрамында орналасқан.

Осыған байланысты нақты жер үшін техникалық құралдарды пайдаланудың тиімділігіне әсер ететін барлық фактілерді ескеретін техникалық-экономикалық модель әзірленді.

Түйін сөздер: нақты егіншілік, модель, экономика, фермер шаруашылығы, машиналар кешені.

V.A. Golikov¹, A.S. Usmanov¹, A.S.Rzaliyev¹
¹«SPCAE» LLP, Almaty, Kazakstan

TECHNICAL AND ECONOMIC MODEL FOR DETERMINING EFFICIENCY OF USE OF PRECISION AGRICULTURE SYSTEM

Annotation

In 2017, the State Program “Digital Kazakhstan” was adopted in Kazakhstan, the goals of which are to accelerate the pace of development of the economy of the Republic of Kazakhstan and improve the quality of life of the population through the use of digital technologies. One of the objectives of the program is the use of precision farming systems in agro-formations of the agro-industrial complex. Agroformations in the world are offered a wide range of technologies and technical means for precision farming systems. It is noted that using this equipment increases productivity, productivity, reduces fuel consumption, fertilizers, chemicals, etc.

In the southeastern region, 75 ... 83% of the sown area is part of small farms with an average sown area of 16 ... 34 ha. Due to the fact that the equipment for precision farming has a rather high price, it is necessary to determine at what size of the sown area and crop yields the equipment for precision farming will be effectively used.

For this, a technical and economic model has been developed that takes into account all factors affecting the efficiency of using technical means for precision farming.

Keywords: *precision farming, model, economics, farming, machinery complex*