

DOI 10.52260/2304-7216.2022.3(48).21
 УДК 338.433.4
 ГРНТИ 06.71.07

З.П. Айдынов, к.э.н, доцент¹

К.У. Нурсапина, магистр, ст. преподаватель²

Ж.Б. Кенжин*, доктор PhD, доцент³

Р.А. Карабасов, к.э.н, доцент¹

Казахский агротехнический университет

имени С. Сейфуллина, г. Астана, Казахстан¹

Западно-Казахстанский аграрно-технический

университет имени Жангир хана, г. Уральск, Казахстан²

Академия физической культуры и массового спорта,

г. Астана, Казахстан³

* – основной автор (автор для корреспонденции)

e-mail: jaksat_22@mail.ru

ПУТИ ПОСТРОЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОЙ МОДЕЛИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ МАШИННОГО ПАРКА В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАБОТАХ

В данной научной статье обоснована актуальность применения, а также рассмотрено наглядное вычисление экономико-математической модели в ходе принятия экономически выгодных решений. Целью исследования являлось определение оптимального состава машинно-тракторного парка хозяйства «Белес» в посевной период. Для достижения цели авторами произведен расчет экономико-математической модели, применяющейся при анализе и прогнозировании деятельности хозяйствующих субъектов, а также была проанализирована устойчивость полученных результатов. Вычисления производили в программе «Поиск решения» на базе Microsoft Office Excel. Согласно полученным расчетным данным, все необходимые работы по посеву, боронованию, культивации различных глубин и прикатыванию, выполнены в полном объеме. При расчетах параметров построенной модели установлены следующие результаты: для боронования необходимо использовать одну единицу техники «ДТ-75», для культивации на глубину 6-8 см – две единицы техники «МТЗ-80», для культивации на глубину 10-14 см – одну единицу техники «МТЗ-80», для прикатывания рекомендуется использовать одну единицу техники «Т-40». При этом на проведение посева будет затрачено 1 млн 92 тыс. 519 тенге. Агрегаты культиватора и катка задействованы в процессе работ в полном объеме – на 100%, а бороны – на 91,3%. Таким образом, согласно полученным результатам установлено, что применение экономико-математической модели позволяет в значительной мере повысить качество тактического, стратегического, текущего планирования, получить наилучший эффект без привлечения дополнительных ресурсов.

Ключевые слова: материально-техническая база, машинно-тракторный парк, экономико-математическая модель, агробизнес, эффективность, инфраструктура, производство зерна, сельхозпроизводители.

Кілт сөздер: материалдық-техникалық база, машина-трактор паркі, экономикалық математикалық моделі, агробизнес, тиімділік, инфрақұрылым, астық өндіру, ауыл шаруашылығы өндірушілері.

Keywords: material and technical base, machine and tractor facilities, economic and mathematical model, agribusiness, efficiency, infrastructure, grain production, agricultural producers.

Введение. В связи обострением геополитической ситуации на мировом уровне, повышением напряженности на продовольственном рынке с неуклонным ростом цен на продовольственные товары, возникает острая необходимость поиска новых возможностей организации и управления аспектов аграрного производства.

Как известно, аграрное производство является сложной экономической системой, где ключевую роль играет ее материально-техническое обеспечение, включая организацию машинно-тракторного парка (МТП), его обновление в соответствии с решаемыми задачами и поставленными целями. В последнее время промышленностью США, Китая и России выпускаются модернизированные техники сельско-хозяйственного назначения, так как они экономичны, мобильны и эффективны.

В условиях эффективного хозяйствования важную роль играют экономико-математические модели (ЭММ), применяющиеся с целью анализа и прогнозирования деятельности хозяйствующих субъектов. Именно выверенные расчеты с различной вариативностью позволяют принимать верные управленческие решения. Как показывает практика, ЭММ могут играть значимую роль при ведении аграрного производства. Многие процессы и явления, происходящие в аграрном производстве, были описаны посредством ЭММ, а их параметры позволяли решать задачи и строить прогнозы на различные экономические периоды.

Хозяйство, обслуживающее МТП, должно иметь план его эффективного использования исходя из особенностей сельско-хозяйственных работ. Эффективность МТП заключается, прежде всего, в экономии ресурсов при решении поставленных задач. Исходя из особенности и технических характеристик используемой техники, необходимо оптимально использовать мощности МТП, что является актуальным для улучшения экономики АПК.

Данная задача решается с помощью ЭММ с использованием методов линейного программирования, когда все условия и особенности хозяйствования выражаются с помощью линейных неравенств и уравнений. При этом постановка цели и задач определяется на основе критерия оптимальности (например, максимум дохода, минимум энергомашин, минимум топлива или минимум издержек). Таким образом, от постановки и условий выражения задач можно получить различные варианты их решения.

Объект исследования – зерноводческое хозяйство ТОО «Белес» Байтерекского района Западно-Казахстанской области.

Цель исследования – определение оптимального состава МТП хозяйства «Белес» в посевной период.

Для использования ЭММ в анализе и выработке оптимальных управленческих решений применялись следующие материалы и методы исследования: математические, аналитические, статистические, и др., с использованием программы «Поиск решения» на базе электронной таблицы Excel 2013.

Выполнение настоящей работы требует знания по моделированию функционирования техники на языке математики. К задачам исследования относится, прежде всего, определение системы переменных и ограничений. В качестве переменных рассчитывали количество используемого вида техники и агрегатов для выполнения специфической работы. Виды работ, которые необходимо производить, выражаются на основе неравенств или в уравнении с так называемыми ограничениями. ЭММ базируются на технико-экономических коэффициентах, которые описывают уровень затрат или доход от единицы переменных. Их экстрагируют из технической документации оборудования, отчетов хозяйств или нормативных документов. При построении модели также важно установить, какой показатель необходимо определить. В качестве данного параметра в ряде случаев используется минимум приведенных затрат, что и является критерием оптимальности.

Обзор литературы. В эпоху стремительно развивающихся инноваций сельское хозяйство требует оснащения высокопроизводительной высокотехнологичной техникой с GPS и устройствами контроля и наблюдения, основанных на информационных технологиях.

По мнению К.Е. Шертимовой с соавт., одной из главных причин низкой эффективности сельскохозяйственного производства в Республике Казахстан является ухудшение состояния материально-технической базы (МТБ) [1]. При этом следует отметить, что структура и содержание МТБ в значительной степени определяют вопросы производства зерна, а в зерновом секторе это, прежде всего, МТП сельхозтоваропроизводителей [2]. Авторы заключили, что повышение технико-экономического уровня сельскохозяйственного производства должно осуществляться путем роста инновационного потенциала АПК РК с использованием трансфера технологий, который приведет к прогрессивным формам воспроизводства технической базы аграрного производства [1].

Согласно современным исследованиям, за последние 25 лет ширина жатки и емкость зернового бака комбайнов увеличились почти вдвое, а мощность двигателя возросла примерно в три раза (со 147 кВт до 434 кВт). С увеличением мощности двигателя возросла и производительность комбайнов по зерну, достигнув 10 тонн в час для последних моделей. Стремительное увеличение параметров почти достигло своего предела, и теперь фокус смещен на оптимизацию внутренних процессов для максимально эффективного использования имеющихся мощностей с точки зрения сокращения рабочего времени, потерь при уборке зерна и требуемой мощности двигателя. Задачи такого рода требуют совершенствования управления эксплуатационными процессами, а также понимания и количественной оценки производительности агросистемы [3].

Большинство из вышеуказанных задач могут быть решены разработкой и построением ЭММ, имеющих важное значение для принятия управленческих решений, что в настоящее время успешно применяется в сфере экономики АПК, являющейся одним из значимых секторов национальной экономики [4].

К примеру, в работе казахстанских ученых во главе с Г. А. Асановой, ЭММ повышения деловой активности личных подсобных хозяйств на основе мелкотоварного производства мяса птицы, разработанная авторами и апробированная в течении трех лет, позволяет снижать цену готовой продукции и держать ее на 15% ниже рыночной [5].

З.С. Гельманова и С.К. Мажитова предложили модель элементов цифровой трансформации фирмы. Авторы произвели анализ и характеристику цифровой трансформации, состоящей из трех этапов: базовой автоматизации управления (ПО «Индустрия 3.0»), продвинутой (ПО «Индустрия 3.0+»), а также цифрового производства (ПО «Умный завод», «Индустрия 4.0»). Эти ЭММ позволяют проследить, на каком этапе цифровой трансформации находится фирма в настоящий момент времени [6].

Основная часть. Хозяйство ТОО «Белес» имеет устойчивую инфраструктуру, солидный МТП и взаимовыгодные контрактно-деловые связи с партнерами. За последнее время парк машин пополнился современными тракторами «Кировец-424» (производство Россия), комбайнами «John Deere» (США), рыхлителями «Helios» (Голландия) и другими современными видами техники сельскохозяйственного назначения.

Известно, что специфика сельскохозяйственных работ зависит от сезонного фактора. К примеру, для звероводческого хозяйства начало весны характеризуется посевными работами, а осенние работы связаны с уборкой зерновых культур. Овощеводческое хозяйство, напротив, наиболее активно работает в летний период.

В данной исследовательской работе рассмотрено использование МТП в посевной (весенний) период работы хозяйства, характеризующийся такими видами работ, как боронование, культивация и прикатывание.

Для организации посевных работ хозяйство имеет МТП, состоящий из 15-ти гусеничных сельскохозяйственных тракторов общего назначения «ДТ-75» (Россия), 27-ми универсально-пропашных колесных тракторов «МТЗ-80 Беларусь» (Беларусь), 23-х колесных тракторов «Т-40» (Россия) и 13-ти тракторов «Кировец-424» (Россия). Помимо вышеперечисленного, имеется оборудование для боронования, культивации и сеяния.

Примерный объем и сроки посевного периода указаны в таблице 1.

Таблица 1

Объем и сроки посевных работ хозяйства ТОО «Белес»*

№	Работа	Календарные сроки		Объем, га
		Начало	Конец	
1	Боронование	10.05	11.05	400
Сплошная культивация				
2	6-8 см	10.05	11.05	160
3	10-14 см	10.05	12.05	190
4	Прикатывание почвы	9.05	11.05	250

* Составлено авторами на основе источника [7]

Согласно данным из таблицы 1, посевные работы имеют 4 разновидности специфики, которые характеризуются различной длительностью и объемами работ. Отметим, что на определенный вид работы привлекаются различные виды техники с соответствующими агрегатами. Так, для организации посевных работ использовались три вида тракторов – «ДТ-75», «МТЗ-80» и «Т-40», а также параллельно применялись бороны, культиваторы и катки.

В ходе моделирования необходимо установить количество агрегатов для проведения эффективной посевной работы, что требует учета технико-экономических коэффициентов (ТЭК), указанных в нормативной документации и отчетах хозяйств. Например, фаза боронования имеет следующие характеристики (таблица 2):

Таблица 2

Параметры сельскохозяйственной техники*

№	Работа	Трактор	Дополнительное устройство	Производительность, га
1	Боронование	ДТ-75	Борон	360
2		МТЗ-80		257
3		Т-40		205

* Составлено авторами на основе источника [7]

Исходя из данных таблицы 1 и таблицы 2, рассчитаем первое ограничение:

$$360X_1 + 257X_2 + 205X_3 \leq 400 \quad (1)$$

где:

- x_1 – агрегат, состоящий из «ДТ-75» с бороном;
- x_2 – агрегат, состоящий из «МТЗ-80» с бороном;
- x_3 – агрегат, состоящий из «Т-40» с бороном.

Точно так же можно сформулировать модель для культивации на глубину 6-8 см:

$$158X_4 + 97X_5 + 90X_6 \leq 160 \quad (2)$$

где:

- x_4 – агрегат, состоящий из «ДТ-75» с культиватором;
- x_5 – агрегат, состоящий из «МТЗ-80» с культиватором;
- x_6 – агрегат, состоящий из «Т-40» с культиватором.

Культивация на глубину 10-14 см имеет следующее ограничение:

$$144X_7 + 93X_8 + 70X_9 \leq 190 \quad (3)$$

где:

- x_7 – агрегат, состоящий из «ДТ-75» с культиватором;
- x_8 – агрегат, состоящий из «МТЗ-80» с культиватором;
- x_9 – агрегат, состоящий из «Т-40» с культиватором.

Фаза работ прикатывания описывается выражением следующего вида:

$$417X_{10} + 259X_{11} + 237X_{12} \leq 250 \quad (4)$$

где:

- x_{10} – агрегат, состоящий из «ДТ-75» с катком;
- x_{11} – агрегат, состоящий из «МТЗ-80» с катком;
- x_{12} – агрегат, состоящий из «Т-40» с катком.

Коэффициенты целевой функции выражают эксплуатационные затраты, отражающиеся в отчетах хозяйств. Таким образом, целевая функция приведенных затрат выглядит следующим образом:

$$F_{min} = 205882X_1 + 361174X_2 + 197428X_3 + 181373X_4 + 248307X_5 + 142148X_6 + 174020X_7 + 253323X_8 + 137410X_9 + 204657X_{10} + 331076X_{11} + 145307X_{12} \quad (5)$$

Далее приведем пояснение коэффициентов целевой функции:

1. Коэффициент при x_1 указывает, что для агрегата, состоящего из «ДТ-75» с бороном для боронования расходуется 205 882 тенге.
2. Коэффициент при x_2 указывает, что для агрегата, состоящего из «МТЗ-80» с бороном для боронования расходуется 361 174 тенге.

По вышеприведенной аналогии можно интерпретировать и другие коэффициенты целевой функции.

Следующим шагом после успешного создания экономико-математической модели оптимального использования МТП являлось ее вычисление в программе «Поиск решения» на базе MS Office Excel.

При расчетах полученных параметров построенной модели установлены следующие результаты: для боронования необходимо использовать одну единицу техники «ДТ-75», для культивации на глубину 6-8 см – две единицы «МТЗ-80», для культивации на глубину 10-14 см – одну единицу «МТЗ-80», для прикатывания рекомендуется использовать одну единицу техники «Т-40». При этом на проведение посева будет затрачено 1 млн 92 тыс. 519 тенге.

Помимо вышеизложенного, программа «Поиск решения» позволяет анализировать устойчивость полученных результатов. Полученные расчетные данные показали, что все необходимые работы по

посеву, боронованию, культивации различных глубин и прикатыванию, выполнены в полном объеме, что свидетельствует о том, что объем выполненной работы влияет на итоговый результат. Другими словами, это тот ресурс, который имеет теневую цену, напрямую связанную с приведенными затратами.

Показатели теневых цен отражены на таблице 3.

Таблица 3

Результаты расчета теневых цен*

Ячейка	Наименование	Результат. Значение	Теневая цена	Ограничение. Правая часть	Допустимое увеличение	Допустимое уменьшение
\$O\$2	Боронование	360	571,8954248	360	34,28571429	360
\$O\$3	Культивация на 6-8 см	158	14744,30324	158	0,676923077	11,07692308
\$O\$4	Культивация на 10-14 см	128	15364,9848	128	0,651851852	11,52
\$O\$5	Прикатывание	237	783,4136683	237	0,6	97,8
\$O\$6	Боронование	21	0	23	1E+30	2
\$O\$7	Культиватор	3	-1184839,277	3	0,123076923	0,006964229
\$O\$8	Каток	1	-40832,22837	1	0,702586207	0,002525253

* Составлено авторами

Согласно данным таблицы 3 установлено: объем работ выполнен полностью, что отражается в равенстве значений колонок «Результат. Значение» и «Ограничение. Правая часть». Тот же результат получен для агрегатов культиватора и катка, полностью задействованных в процессе работ. Однако, из боронов – на 91,3 %, две единицы техники не используются (21 / 23).

Интерпретация теневых цен следующая: самым влиятельным фактором является культивация на 10-14 см, так как в данном случае зарегистрировано самое высокое значение – 15 364,98. Это означает, что, если правую часть уменьшить на одну единицу (в данном случае, площадь культивации уменьшить со 128 га до 127 га), то затраты уменьшатся на 15 364,98 тенге. Аналогичные манипуляции возможно провести и с другими ресурсами.

Закключение. Распространение информационных технологий в настоящее время достигло огромных масштабов. Такое же широкое распространение получили ЭММ, позволяющие смоделировать конкретные ситуации, оценить их, спланировать деятельность, спрогнозировать процессы, выявить закономерности, причинно-следственные связи между объектами и явлениями.

Иллюстрация объектов и явлений обеспечивается за счет системы ЭММ, оптимизирующих параметры развития. Установлено, что применение экономико-математических методов позволяет значительно повысить качество стратегического, тактического и текущего планирования, получить дополнительный эффект без вовлечения в процесс дополнительных ресурсов. Так, в настоящем исследовании произведен расчет требуемого количества агрегатов для проведения эффективной посевной работы.

Таким образом, в условиях возрастающей конкуренции и высоких цен на подавляющее число ресурсов хозяйствования, огромное значение приобретают ЭММ. Неоднократно было установлено, что управленческие решения, основанные на выверенных расчетах, приводят к желаемому результату. Прогрессивное время, в котором мы живем, требует внедрения ЭММ во многие отрасли экономики, в том числе и АПК, для реализации различных проектов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шертимова К. Е., Тулеметова А. С., Байнеева П. Т. Современные механизмы повышения инновационного потенциала АПК РК // Вестник КазУЭФМТ. – 2021. – № 4 (45). – С. 137.
2. Нурсапина К. У., Кенжин Ж. Б. Материально-техническая база зернового производства Республики Казахстан: современное состояние и перспективы // Проблемы агрорынка. – 2021. – № 4 (4). – С. 207.

3. Yezekyan T., Marinello F., Armentano G., Trestini S., Sartori, L. Modelling of harvesting machines' technical parameters and prices // Agriculture. – 2020. – Т. 10. – № 6. – С. 1-12.
4. Доскалиева Б. Б., Байдалинова А. С. Развитие АПК как основа продовольственной безопасности Казахстана // Вестник КазУЭФМТ. – 2020. – № 3 (40). – С. 36.
5. Асанова Г. А., Сагинбаева М. Б., Темирова А. Б., Нургалиева Ж. Е. Разработка модели повышения деловой активности личных подсобных хозяйств в Республике Казахстан // Вестник КазУЭФМТ. – 2021. – № 3 (44). – С. 80.
6. Гельманова З. С., Мажитова С. К. Оценка вклада цифровизации в экономический рост // Вестник КазУЭФМТ. – 2022. – № 1 (46). – С. 110.
7. Отчет ТОО «Белес» (2021) // <http://www.beles.kz>

REFERENCES

1. Shertimova K.E., Tulemetova A.S., Bainejeva P.T. Sovremennye mehanizmy povysheniya innovacionnogo potenciala APK RK [Modern mechanisms for increasing the innovative potential of the agro-industrial complex of the Republic of Kazakhstan] // Vestnik KazUEFIT. – 2021. – № 4 (45). – S. 137 [in Russian]
2. Nursapina K.U., Kenzhin Zh.B. Material'no-tehnicheskaja baza zernovogo proizvodstva Respubliki Kazahstan: sovremennoe sostojanie i perspektivy [Material and technical base of grain production in the Republic of Kazakhstan: current state and prospects] // Problems of AgriMarket. – 2021. – № 4 (4). – S. 207 [in Russian]
3. Yezekyan T., Marinello F., Armentano G., Trestini S., Sartori, L. Modelling of harvesting machines' technical parameters and prices // Agriculture. – 2020. – Vol. 10. – № 6. – P. 1-12.
4. Doskaliyeva B.B., Baidalinova A.S. Razvitiye APK kak osnova prodovol'stvennoj bezopasnosti Kazahstana [Development of the agro-industrial complex as the basis of food security in Kazakhstan] // Vestnik KazUEFIT. – 2020. – № 3 (40). – S. 36 [in Russian]
5. Assanova G.A., Saginbayeva M.B., Temirova A.B., Nurgaliyeva Zh.E. Razrabotka modeli povysheniya delovoj aktivnosti lichnyh podsobnyh hozjajstv v Respublike Kazahstan [Development of a mechanism for interaction between the parties of a model for increasing the business activity of personal subsidiary farms in the republic of Kazakhstan] // Vestnik KazUEFIT. – 2021. – № 3 (44). – S. 80 [in Russian]
6. Gelmanova Z.S., Mazhitova S.K. Ocenka vklada cifrovizacii v jekonomicheskij rost [Assessment of the contribution of digitalization to economic growth] // Vestnik KazUEFIT. – 2022. – № 1 (46). – S. 110 [in Russian]
7. The report by Limited Liability Partnership «Beles» (2021) [in Russian] Retrieved from <http://www.beles.kz>

Айдынов З.П., Нурсапина К.У., Кенжин Ж.Б., Карабасов Р.А.

АУЫЛШАРУАШЫЛЫҚ ЖҰМЫСТАРЫНДА МАШИНА ПАРКІН ТЕХНИКАЛЫҚ ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУДІҢ ОҢТАЙЛЫ МОДЕЛІН ҚҰРУ ЖОЛДАРЫ

Андатпа

Бұл ғылыми мақалада қолданудың өзектілігі негізделген, сонымен қатар экономикалық тиімді шешімдер қабылдау кезінде экономикалық-математикалық модельді көрнекі есептеу қарастырылған. Зерттеудің мақсаты егіс кезеңіндегі «Белес» фермасының машина-трактор паркінің оңтайлы құрамын анықтау болды. Мақсатқа жету үшін авторлар шаруашылық жүргізуші субъектілердің қызметін талдау және болжау кезінде қолданылатын экономикалық-математикалық модельді есептеді, сондай-ақ алынған нәтижелердің тұрақтылығын талдады. Есептеулер Microsoft Office Excel негізінде «шешім іздеу» бағдарламасында жасалды. Алынған есептік деректерге сәйкес, егу, тырмалау, әртүрлі тереңдіктерді культивациялау және домалату бойынша барлық қажетті жұмыстар толық көлемде орындалды. Құрылған модельдің параметрлерін есептеу кезінде келесі нәтижелер белгіленді: тырмалау үшін «ДТ-75» техникасының бір бірлігін, 6-8 см тереңдікке культивациялау үшін – «МТЗ-80» техникасының екі бірлігін, 10-14 см тереңдікке культивациялау үшін – «МТЗ-80 техникасының бір бірлігін пайдалану қажет, домалату үшін бір бірлікті «Т-40» техникасын пайдалану ұсынылады. Бұл ретте егін егуге 1 млн 92 мың 519 теңге жұмсалады. Қопсытқыш пен роликтің агрегаттары жұмыс процесіне толық қатысады – 100%, ал тырмалар – 91,3%. Осылайша, алынған нәтижелерге сәйкес, экономикалық-математикалық

модельді қолдану тактикалық, стратегиялық, ағымдағы жоспарлаудың сапасын едәуір арттыруға, қосымша ресурстарды тартпай-ақ жақсы нәтиже алуға мүмкіндік беретіні анықталды.

Aydynov Z., Nursapina K., Kenzhin Zh., Karabasov R.

**WAYS TO BUILD AN OPTIMAL MODEL FOR THE TECHNICAL SUPPORT OF
THE MACHINERY IN AGRICULTURAL OPERATIONS**

Annotation

This research paper substantiates and considers a visual calculation of the economic-mathematical model in the course of making economically profitable decisions. The purpose of the study was to determine the optimal composition of the machine-tractor fleet of the farm «Beles» in the sowing period. To achieve the aim, the authors calculated the economic-mathematical model intended to analyze and forecast economic entities activities, and looked into the stability of the obtained results. The calculations were made in the program «Search for Solution» based on Microsoft Office Excel. According to the data obtained, all the necessary work for sowing, harrowing, cultivation of different depths and packing were carried out in full. Finally, the following was found: for harrowing it is necessary to use one unit of technics «DT-75», for cultivation at the depth of 6-8 cm – two units of technics «MTZ-80», for cultivation at the depth of 10-14 cm – one unit of technics «MTZ-80», and for press one unit of technics «T-40» is recommended. At that 1 million 92 thousand 519 tenge would be spent for seeding. Machines of cultivator and roller are involved in the process of works in full – 100%, and harrow – 91.3%. Thus, according to the results, it was found that the use of economic-mathematical model can significantly improve the quality of tactical, strategic, and current planning, in order to get the best effect without additional resources.

