

ОБОСНОВАНИЕ ВНЕСЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ЗЕМЛЯХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ С ЯРКО ВЫРАЖЕННЫМ РЕЛЬЕФОМ МЕСТНОСТИ

Елена Владимировна Недикова, доктор экономических наук,
зав. кафедрой землеустройства и ландшафтного проектирования
Светлана Владимировна Масленникова, ассистент кафедры землеустройства
и ландшафтного проектирования

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

В условиях ограниченности ресурсов у российских сельскохозяйственных товаропроизводителей, а также учитывая, что земли сельскохозяйственного назначения имеют различную крутизну местности, проведены исследования с целью оптимизации вложения финансовых средств в те или иные мероприятия, которые в последующем обеспечат сельскохозяйственным предприятиям получение максимальной прибыли при безусловном соблюдении экологических требований. Для оптимизации вложения финансовых средств была разработана экономико-математическая модель по обоснованию внесения минеральных удобрений на примере К(Ф)Х «Воля» Чаплыгинского района Липецкой области. Для пропашного севооборота, размещаемого на плодородных почвах полей со спокойным рельефом первого и второго классов, минеральные удобрения будут распределяться между озимой пшеницей, ячменем и сахарной свеклой. Аналогичные модели разработаны для полевого и почвозащитного севооборотов. Рассчитано, что достижение максимально возможной прибавки урожайности наблюдается только по сахарной свекле и кукурузе на зерно, что обусловлено наивысшим уровнем рентабельности использования минеральных удобрений на их посевах (уровень рентабельности – соответственно 96,5 и 35,9%) на территориях первого, второго и частично третьего классов. Таким образом, разработанная экономико-математическая модель позволит оптимизировать учет состояния почв на территориях разных классов рельефа, определить ассортимент необходимых удобрений, объемы их приобретения, способы применения и дозы внесения с целью обеспечения получения максимально возможной дополнительной прибыли от их использования на землях сельскохозяйственного назначения с различным уклоном местности.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: земли сельскохозяйственного назначения, уклон местности, ассортимент используемых удобрений, обоснование внесения удобрений, экономико-математическая модель, рентабельность.

In the context of limited resources among Russian agricultural commodity producers and taking into consideration the fact that lands used for agricultural purposes have various steepness of terrain, the authors conducted studies aimed at optimizing financial investments into various measures which will subsequently allow agricultural enterprises to obtain the maximum profit on condition of full compliance with environmental requirements. In order to optimize investments of financial resources the authors have developed an economic and mathematical model to substantiate the application of mineral fertilizers on the example of the Volya peasant farm enterprise in Chaplyginsky district of Lipetsk Oblast. For arable crop rotation allocated on fertile soils in the fields with smooth relief of the first and second classes, fertilizers will be distributed between winter wheat, barley and sugar beet. Similar models are developed for field and soil-protecting crop rotation. It was calculated that maximum possible yield increase can be achieved only for sugar beet and grain maize, which is due to the highest level of profitability of applying fertilizers to crops (the level of profitability is 96.5 and 35.9%, respectively) in territories of the first, second, and partially third class. Thus, the developed economic and mathematical model will allow optimizing the inventory of soils in the territories of different relief classes, determining the range of necessary fertilizers, their amounts to be procured, methods and rate of application in order to ensure the maximum possible additional profit from their use on agricultural lands with different surface slope.

KEY WORDS: lands used for agricultural purposes, surface slope, range of applied fertilizers, rationale for applying fertilizers, economic and mathematical model, profitability.

В условиях ограниченности ресурсов у российских сельскохозяйственных товаропроизводителей, а также учитывая, что земли сельскохозяйственного назначения располагаются на территориях, имеющих различную крутизну, проведены иссле-

дования с целью оптимизации вложения финансовых средств в те или иные мероприятия, которые в последующем обеспечат сельскохозяйственным предприятиям получение максимальной прибыли при безусловном соблюдении экологических требований. Авторами была разработана экономико-математическая модель по внесению минеральных удобрений исходя из наличия денежных средств, запланированных на их приобретение, на основании учета состояния почв на территориях разных классов рельефа, позволяющая определить ассортимент минеральных удобрений, объемы их приобретения, способы применения и дозы внесения таким образом, чтобы обеспечить получение максимально возможной дополнительной прибыли от использования удобрений на землях сельскохозяйственного назначения с различным уклоном местности.

Обоснование внесения минеральных удобрений на землях сельскохозяйственного назначения было проведено на примере К(Ф)Х «Воля» Чаплыгинского района Липецкой области, у которого имеется возможность выделить на приобретение минеральных удобрений всего 300 тыс. руб. Объем удобрений планируется распределить в каждом из трех севооборотов (пропашной, полевой, почвозащитный) в равных долях (по 100 тыс. руб.). Для пропашного севооборота, размещаемого на плодородных почвах полей со спокойным рельефом первого и второго классов, минеральные удобрения будут распределяться между озимой пшеницей, ячменем и сахарной свеклой.

Для запроектированного полевого севооборота на землях третьего и четвертого классов минеральные удобрения будут распределяться между озимой пшеницей, ячменем, просом, горохом, кукурузой на зерно и подсолнечником.

В почвозащитном севообороте на пахотных землях на склонах пятого класса удобрения будут распределяться между ячменем и многолетними травами на зеленый корм (2-го года) и на сено (3-го года).

К(Ф)Х «Воля» имеет возможность приобрести следующие виды минеральных удобрений: азотные (аммиачная селитра и сульфат аммония), фосфорные (суперфосфат простой и двойной), калийные (калийная соль и хлористый калий).

Для создания равных условий в каждом севообороте берется средний размер площади под сельскохозяйственные культуры, задействованные в них. Так, в полевом севообороте площадь посева озимой пшеницы, ячменя, сахарной свеклы составит 97 га. Внесение минеральных удобрений в этом случае под пар не предусматривается, так как трудно оценить экономический эффект от данных мероприятий. В пропашном севообороте средний размер поля составит 102 га, в почвозащитном – 35 га.

Система неизвестных данной экономико-математической задачи представлена основными, дополнительными и вспомогательными переменными. Для описания экономико-математической модели будут использоваться следующие условные обозначения:

K – количество видов сельскохозяйственных культур, k – порядковый номер вида сельскохозяйственной культуры;

R – количество способов использования минеральных удобрений, r – порядковый номер способа внесения;

J – количество видов минеральных удобрений, j – порядковый номер вида удобрения.

По условиям задачи моделируется использование шести видов минеральных удобрений ($J = 6$), вносимых тремя способами ($R = 3$) под три сельскохозяйственные культуры (K_1 и $K_3 = 4$) для полевого и почвозащитного севооборотов, под шесть культур ($K_2 = 4$) – для пропашного севооборота.

За основные переменные принимаются X_{krj} – дозы внесения j -го вида минеральных удобрений способом r на 1 га посева k -ой сельскохозяйственной культуры, ц.

Дополнительными переменными были:

X_k – прибавка урожая с 1 га посева k -ой сельскохозяйственной культуры, ц;

X_j – потребность в удобрении j -го вида, ц.

Вспомогательные переменные:

X^v – сумма выручки от реализации полученной прибавки урожая, тыс. руб.;

X^u – сумма затрат на приобретение минеральных удобрений, тыс. руб.;

X^w – сумма затрат на транспортировку и внесение минеральных удобрений, тыс. руб.;

X^p – сумма затрат на уборку, транспортировку и подработку прибавки урожая, тыс. руб.

На неизвестные наложены девять групп ограничений:

- по обеспечению компенсации выноса из почвы питательных веществ;

- по установлению верхних пределов доз внесения удобрений;

- по лимитированию прибавок урожая;

- по определению потребности в минеральных удобрениях;

- по определению затрат на приобретение удобрений;

- по определению затрат на транспортировку и внесение удобрений;

- по определению затрат на уборку прибавки урожая;

- по определению выручки от реализации прибавки урожая;

- по лимитированию средств на приобретение удобрений.

Рассмотрим более подробно группу ограничений по обеспечению компенсации выноса из почвы питательных веществ на примере экономико-математической модели для пропашного севооборота, расположенного на землях спокойного рельефа, который описывается следующим образом:

$$\sum_{k \in K} \sum_{j \in J} a_{ij} h_{ikj} X_{krj} \geq w_{ik} X_k \quad (i \in I),$$

где X_{krj} – доза внесения j -го вида удобрения способом r под k -ую культуру, ц;

X_k – суммарная прибавка урожая по k -ой культуре, ц;

a_{ij} – содержание питательного вещества i -го вида в j -ом удобрении;

h_{ikj} – коэффициент использования питательного вещества i -го вида из j -го удобрения k -ой сельскохозяйственной культурой;

w_{ik} – вынос питательных веществ i -го вида k -ой культурой.

Поскольку в качестве критерия оптимальности в данной задаче была выбрана максимизация суммы дополнительного чистого дохода (разница между выручкой от реализации полученной прибавки урожая и затратами на приобретение, транспортировку и внесение минеральных удобрений и на уборку, транспортировку и подработку прибавки урожая), то целевая функция примет вид

$$Z_{\max} = X^v - X^u - X^w - X^p,$$

где X^v – сумма выручки от реализации полученной прибавки урожая;

X^u – сумма затрат на приобретение минеральных удобрений;

X^w – сумма затрат на транспортировку и внесение минеральных удобрений;

X^p – сумма затрат на уборку, транспортировку и подработку прибавки урожая.

Целевая функция может быть записана следующим образом:

$$Z_{\max} = X_{55} - X_{52} - X_{53} - X_{54}.$$

Реализация разработанной экономико-математической модели осуществляется с помощью надстройки Поиск решения пункта меню Сервис Microsoft Excel.

Аналогичные модели разработаны для полевого (96 переменных и 75 ограничений) и почвозащитного (33 переменных и 35 ограничений) севооборотов.

СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ОБЩЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

При заданных для К(Ф)Х «Воля» условиях для полевого севооборота рекомендует-ся внесение удобрений только под кукурузу на зерно.

Для земель со склонами пятого класса, где планируется расположить почвозащит-ный севооборот, внесение удобрений будет осуществляться под все задействованные в севообороте культуры. При основном внесении под ячмень будут применяться аммиачная селитра, суперфосфат двойной и калийная соль, при посеве и подкормке – смесь аммиач-ной селитры и суперфосфата двойного. Для многолетних трав второго и третьего года предусмотрена только подкормка аммиачной селитрой и суперфосфатом двойным.

В итоге общая потребность в сульфате аммония для почв первого и второго клас-сов – 63,9 т, суперфосфата двойного – 29,5 т, хлористого калия – 21,3 т. Потребность в аналогичных минеральных удобрениях для полевого севооборота составит соответственно 65,5, 29,0 и 21,5 т. Для земель со склонами пятого класса будет необходимо 33,7 т амми-ачной селитры, 3,5 т суперфосфата простого, 20,2 т суперфосфата двойного и 39,4 т ка-лийной соли.

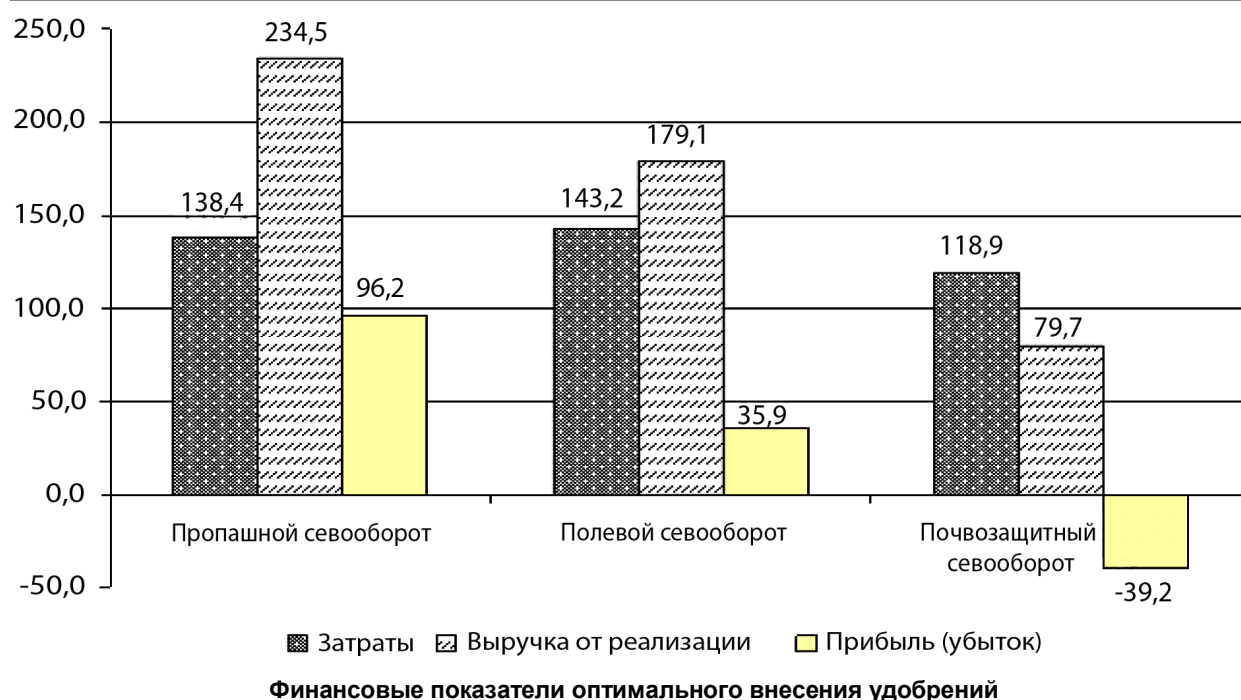
Для закупки минеральных удобрений в данных объемах и ассортименте будут ис-пользованы все денежные средства, выделенные на приобретение удобрений (100 тыс. руб. для каждого севооборота).

Использование минеральных удобрений по обоснованной в ходе решения задачи схеме по каждому из трех запланированных севооборотов позволит получить от реализа-ции прибавки урожая соответственно 234,5, 179,1 и 79,7 тыс. руб.

В результате суммарные затраты, учитывающие приобретение, транспортировку и внесение минеральных удобрений, а также уборку, транспортировку и первичную подработ-ку дополнительно полученной продукции, составят в пропашном севообороте 138,4 тыс. руб., в полевом – 143,2 тыс. руб. и в почвозащитном – 118,9 тыс. руб. (см. табл. и рис.).

Эффективность применения минеральных удобрений

Сельскохозяйственные культуры	Выручка от реализации, тыс. руб.	Затраты, тыс. руб.					Прибыль, тыс. руб.	Уровень рентабельности, %
		на приобретение минеральных удобрений	на транспортировку минеральных удобрений	на внесение минеральных удобрений	на уборку прибавки урожая	всего		
Пропашной севооборот								
Сахарная свекла	234,5	100,00	3,67	3,05	31,7	138,4	96,2	69,5
Полевой севооборот								
Кукуруза на зерно	179,1	100,0	3,7	4,4	35,1	143,2	35,9	25,1
Почвозащитный севооборот								
Ячмень	39,2	72,2	2,4	3,6	5,3	83,5	-44,3	-53,0
Многолетние травы 2-го года (на зеленый корм)	20,3	9,7	0,2	0,4	4,2	14,6	5,7	39,2
Многолетние травы 3-го года (на сено)	20,3	18,1	0,5	0,9	1,4	20,9	-0,7	-3,2
Итого по почвозащитному севообороту	79,7	100,0	3,1	4,9	10,9	118,9	-39,2	-33,0
Итого	493,34	300,00	10,50	12,30	77,70	400,50	92,8	23,2



Прибыль от применения дополнительного объема минеральных удобрений составит 96,2 тыс. руб. в пропашном севообороте и 35,9 тыс. руб. в полевом, а при внесении удобрений в почвозащитном севообороте будет получен убыток в размере 39,2 тыс. руб. из-за низких цен на кормовые культуры.

В итоге уровень рентабельности применения минеральных удобрений в целом по полевому севообороту достигнет 69,5%, по пропашному – 25,1%, по почвозащитному – 67,0%.

Достижение максимально возможной прибавки урожайности наблюдается только по сахарной свекле и кукурузе на зерно, что обусловлено наивысшим уровнем рентабельности использования минеральных удобрений на их посевах (уровень рентабельности – соответственно 96,5 и 35,9%) на территориях первого, второго и частично третьего классов.

Наименее привлекательными сельскохозяйственными культурами, с точки зрения применения удобрений, будут многолетние травы и ячмень, расположенные на склонах, поскольку внесение удобрений под них или низкорентабельно, или убыточно.

Таким образом, разработанная экономико-математическая модель позволит оптимизировать учет состояния почвы на разных классах рельефа, определить ассортимент используемых удобрений, объемы их приобретения, способы применения и дозы внесения с целью обеспечения получения максимально возможной дополнительной прибыли от использования удобрений на землях сельскохозяйственного назначения с различным уклоном местности.

Список литературы

1. Конокотин Н.Г. Эколого-экономическое обоснование противозерозионной организации территории : учеб. пособие / Н.Г. Конокотин. – Москва : ГУЗ, 1996. – 123 с.
2. Лопырев М.И. Каталог проектов агроландшафтов и земледелие (сохранение плодородия почв, территориальная организация систем земледелия, устойчивость к изменению климата) : науч.-практ. пособие / под ред. М.И. Лопырева. – Воронеж : Полиарт, 2010. – 164 с.
3. Недикова Е.В. Организационно-территориальные мероприятия оптимизации агроландшафтов – основа управления сельскохозяйственного природопользования. Регион: системы, экономика, управление. – Воронеж : ИПЦ «Научная книга», 2014. – № 3 (26). – С. 159-161.
4. Постолов В.Д. Оптимизация структуры угодий при устройстве агроландшафтов и проектировании систем земледелия / В.Д. Постолов, Е.В. Недикова, Н.А. Крюкова // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. – 2007. – № 5. – С. 13-16.