

ВЫБОР ПОКАЗАТЕЛЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ СПОСОБОВ ОРОШЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

А.П. Лихацевич, доктор технических наук, член-корреспондент НАН Беларуси

Г.В. Латушкина, кандидат технических наук

РУП «Институт мелиорации»

Г. Минск, Беларусь

Аннотация

Установлено, что использование общих экономических показателей возделывания растениеводческой продукции (себестоимость, рентабельность и прибыль) не позволяет уверенно выбирать способ орошения и конструкцию оросительной системы. Неоднозначность в обосновании выбора можно устранить, используя показатель экономической эффективности орошения, равный отношению выручки от реализации прибавки урожая, полученной от орошения, к общим затратам, понесенным на получение этой прибавки (на содержание оросительной системы, проведение орошения, на уборку, транспортировку, доработку, хранение и реализацию прибавки урожая).

Ключевые слова: дождевание, капельный полив, себестоимость, чистая прибыль, рентабельность, эффективность орошения

Abstract

A.P. Likhatchevich, G.V. Latushkina

THE CHOICE OF INDICATOR FOR EVALUATING THE EFFICIENCY OF IRRIGATION METHOD IN AGRICULTURE

The use of economic indicators of cultivation of crop products (cost, margin and profit) does not allow us to choose irrigation method and irrigation system design confidently. Indicator of economic efficiency of irrigation gives an accurate answer. It is the ratio of revenue from the sale of yield increase obtained by irrigation to the overall costs incurred to obtain this gain (the maintenance of the irrigation system, irrigation process, cleaning, transportation, handling, storage and sale of yield increase).

Keywords: sprinkling, drip irrigation, cost price, net profit, profitability, irrigation efficiency

Введение

Многочисленные научные исследования, проведенные в Беларуси (Институт мелиорации, Институт овощеводства, БГСХА, БГАТУ, областные опытные станции), и производственный опыт многих хозяйств убедительно свидетельствуют о том, что в Республике Беларусь орошение влаголюбивых культур экономически оправдано. Особенно высокую эффективность дает орошение овощных культур. По оценке специалистов, отсутствие орошения в республике приводит к ежегодному недобору от 30 до 50% урожая овощей.

Значительный эффект может дать орошение кормовых культур, обеспечивающих основу кормовой базы животноводства. Наблюдения подтверждают, что на минеральных почвах в условиях Беларуси почти ежегодно возникает дефицит почвенной влаги. В течение вегетации суммарная длительность периодов с недостаточной влажностью почвы в среднем составляет 40...90, а в засушливые годы достигает 100 и более суток. По причине недостатка влаги на юге республики значительно снижается урожай (особенно на легких почвах) многолетних трав и дру-

гих кормовых культур, из-за чего теряется большое количество молочной продукции, нерационально используются земельные ресурсы. Например, в опытах Института мелиорации при орошении прибавки урожая многолетних трав составляли в среднем 1,0...1,5 т к.ед./га сухой массы при общем урожае в 6-7 т к.ед./га.

Эффективность орошения на практике во многом зависит от способа и техники полива. В течение последних десятилетий произошли существенные изменения на рынке оросительного оборудования. Помимо дождевания в Беларуси для орошения овощных, плодово-ягодных и других культур стал применяться капельный полив, который хотя и несколько дороже чем дождевание, но создает лучшие условия для получения более высокой прибавки урожая. Поэтому при выборе способа орошения появилась альтернатива, которую приходится решать сельхозпроизводителям, планирующим использовать орошение для повышения эффективности растениеводства.

Объекты и методы исследований

В настоящее время выбор способа орошения для вновь строящихся и реконструируемых ороси-

тельных систем на постсоветском пространстве осуществляется по результатам сравнительной оценки ожидаемой эффективности производства растениеводческой продукции на орошаемых землях, для чего традиционно используются следующие экономические показатели [1]:

- себестоимость продукции орошаемого земледелия;
- чистая прибыль от возделывания растениеводческой продукции;
- рентабельность растениеводства.

Среди этих показателей не выделяется какой-либо главный. Рекомендуется использовать их в комплексе, чтобы получить объективный вывод о преимуществе того или иного способа искусственного полива.

В качестве примера с использованием названных показателей оценим эффективность дождевания и капельного полива моркови и кукурузы в условиях Беларуси. При этом учтем, что в ряде хозяйств еще с советских времен сохранилась дождевальная техника (дождевальные машины типа «Фрегат», «Днепр», «Кубань» или др.). За многие десятилетия использования эти машины полностью амортизированы, следовательно, все затраты на орошение в этом случае сводятся только к оплате труда машинистов насосных станций, операторов полива, ежегодному ремонту оросительного оборудования, оплате за воду и электроэнергию. Без особых детальных расчетов можно уверенно предположить, что на таких полях нет экономического резона устанавливать новую дождевальную технику или переходить на систему капельного полива до тех пор, пока эти дождевальные машины не износятся окончательно.

Иное дело, когда систему полива только предстоит строить. Дождевание сегодня – это новая техника – надежные, но очень недешевые машины. Именно с таким дождеванием сравним капельное орошение по экономическим показателям. Сначала в качестве орошаемой культуры рассмотрим морковь, которая по своим ценовым характеристикам находится примерно в середине обширного ассортимента овощных культур.

Наиболее часто на практике применяются три принципиально различающиеся системы капельного полива [2]:

1. Оросительная система с трубками однолетнего использования при неглубокой укладке их в почву (на глубину 1-3 см). Толщина стенки трубки однолетнего использования составляет всего 6 mils (1 mil = 1/1000 дюйма, или 0,0254 мм). Система используется только в течение одного года, после чего утилизируется.

2. Оросительная система с трубками многолетнего использования при неглубокой их укладке (на глубину 1-3 см) с ежегодными расконсервацией, монтажом, демонтажом, консервацией. Обычная толщина стенки для трубки многолетнего использования колеблется в пределах 15-16 mils. Срок эксплуатации, трубки многолетнего использования при неглубокой укладке составляет 3-6 лет.

3. Оросительная система с трубками многолетнего использования при глубокой подпочвенной их укладке (на глубину 30-35 см). Толщина стенки такой трубки колеблется от 16 до 35 mils. Срок эксплуатации трубки многолетнего использования при глубокой подпочвенной укладке возрастает до 15-25 лет. Такая оросительная система монтируется однократно на весь период использования. Именно на таких системах обычно применяется полная автоматизация полива, включая программирование режимов орошения и питания.

У всех этих систем разные стоимости и сроки эксплуатации. Поэтому для большинства сельхозпроизводителей сложно быстро определиться с выбором одного из вариантов систем капельного полива.

Для обоснования выбора способа орошения используем сравнительные расчеты по ожидаемой экономической эффективности для указанных вариантов систем капельного полива и для варианта с дождеванием. Сравнение выполним для поля с ровной поверхностью без уклонов, расположенного непосредственно у водосточника. Цены на продукцию, материально-технические ресурсы и оплату труда примем по состоянию на 2013-2014 гг. Для более удобного сравнения различных вариантов с зарубежными аналогами расчет выполним в условных единицах (долларах США) на 1 га.

Результаты и обсуждение

Эксплуатационные расходы на систему капельного полива (в пересчете на один год эксплуатации) включают в себя монтаж-демонтаж системы, расходы по ежегодному ремонту и заработную пла-

ту операторов-поливальщиков (с начислениями). Все варианты конструкций включают в себя фильтры автоматической промывки, но в последнем варианте предусмотрим полную автоматизацию (в том числе и программирование включений полива и питания растений).

В таблице 1 приведена сравнительная оценка экономики возделывания моркови для условий южного региона, выполненная для хозяйства, не имеющего оборудованного овощехранилища, но планирующего орошение и делающего выбор между капельным поливом и дождеванием с приобретением современной широкозахватной дождевальной машины типа «Reinke». При оценке стоимости оросительной техники и затрат на ее эксплуатацию использованы данные экономического расчета по производствен-

ным показателям [2], которые соответствуют условиям Беларуси. Выплата банковского процента от кредита, взятого на строительство систем, рассчитана исходя из ставки 28% годовых, начисляемых на остаточную стоимость основных средств.

Как видим (таблица 1), переход на капельное орошение не означает существенного увеличения затрат по всем позициям. Некоторые затраты растут, но есть и статьи затрат, которые уменьшаются. Так, например, уменьшается потребность поля с капельным орошением в воде. Кроме того, сами растения моркови при капельном орошении имеют лучшие условия, достаточные для гарантированного формирования урожая в 65-70 т/га и даже более. При дождевании планируемый урожай несколько ниже – 50-60 т/га.

Таблица 1 – Структура себестоимости возделывания моркови при дождевании и капельном орошении, долл./га

СТРУКТУРА ЗАТРАТ	ДОЖДЕВАНИЕ	СИСТЕМЫ КАПЕЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ		
		трубки однолетнего использования	многолетние трубки с неглубокой укладкой	многолетние трубки с укладкой глубоко в почву
Затраты на содержание оросительной системы	521,3	1057,1	992,6	981,2
Стоимость посевного материала, удобрения, и средства защиты растений	613,5	613,5	613,5	613,5
Административные расходы и оплата труда (кроме затрат на орошение)	14,4	14,4	14,4	14,4
ГСМ (включая насосную станцию и поливную технику)	138,3	93,8	93,8	93,8
Стоимость поливной воды (включая электроэнергию на подачу до поля)	361,2	337,5	337,5	337,5
Уборка, перевозка, доработка, хранение, услуги сторонних организаций	9800	11900	11900	11900
Себестоимость урожая	11448,7	14016,3	13951,8	13940,4
Планируемый урожай, т/га	56	68	68	68
Стоимость реализации урожая (при цене 250 долл./т)	14000	17000	17000	17000
Себестоимость моркови (долл./т)	204,4	206,1	205,2	205,0
Чистая прибыль (долл./га)	2551,3	2983,7	3048,2	3059,6
Рентабельность производства (%)	22,3	21,3	21,8	21,9

Соотношение затрат на минеральные удобрения по вариантам полива также принимается примерно одинаковым [2]. Безусловно, потребность растений в элементах питания пропорциональна планируемому урожаю. Причем при капельном орошении почти все питание растений идет с поливной водой, для чего используются только полностью растворимые удобрения, которые стоят дороже, чем традиционные «нитрофоски». Однако выполненные расчеты планов применения удобрений под различные поля и практика минерального питания при капельном орошении свидетельствуют о том, что общая сумма затрат по этой статье расходов на гектар капельного полива почти не отличается от дождевания или интенсивного выращивания на богаре [2].

Этому есть не только практическое подтверждение, но и логическое объяснение – гораздо более высокая усвояемость элементов питания (как из почвы, так и из удобрений) наблюдается при фертигации (таким термином называется внесение удобрений с поливной водой). Во-первых, общеизвестно, что корневая система орошаемых растений, усваивающая удобрительные растворы, сосредоточена в основном возле капельниц (источника воды), и именно в это место поступают удобрения; во-вторых, поскольку удобрения подаются дробно, малыми порциями, в соответствии с динамикой потребления их растениями, это практически исключает их потери; и в третьих, постоянное поддержание оптимальной влажности в корнеобитаемой зоне является важнейшим фактором улучшения усвоения элементов питания. Ведь известно, что как пересыхание почвы, так и ее переувлажнение всегда ведет к проблемам с усвоением элементов питания, а значит, и к недобору урожая.

Таблица 1 наглядно показывает соотношение экономических показателей возделывания моркови при дождевании и при капельном орошении. При ставке банковского кредита для приобретения оросительного оборудования в 28% годовых система капельного полива многолетнего использования (с укладкой многолетних трубок глубоко в почву) эффективнее по размеру получаемой чистой прибыли. Вместе с тем, более низкую себестоимость и более высокую рентабельность имеет система дождевания. Таким образом, при заявленных исходных показателях, как следует из таблицы 1, полученные результаты расчета себестоимости, рентабельности и чистой

прибыли от производства орошаемой растениеводческой продукции не дают однозначного ответа на интересующий нас вопрос – какую же конструкцию оросительной системы следует выбрать в рассматриваемом случае.

Несовершенство выполненного расчета состоит в том, что приведенная выше оценка эффективности орошения на основе определения общих экономических показателей имеет недостаток: ее результаты существенно зависят от общих затрат, напрямую не связанных с орошением, которые в значительной части могут перекрывать затраты на орошение. Например, приведенные в таблице 1 затраты на уборку, перевозку, доработку, хранение урожая и услуги сторонних организаций на порядок превышают отчисления на содержание оросительной системы и проведение поливов. Поэтому использование только общих экономических показателей возделывания растениеводческой продукции (себестоимость, рентабельность и прибыль) при выборе способа орошения и конструкции оросительной системы (таблица 1) не дает возможность уверенно ответить на вопрос – какая конструкция оросительной системы будет наиболее эффективной в конкретном случае.

Выбор конструкции оросительной системы по показателю экономической эффективности орошения

Устранить неоднозначность в обосновании выбора конструкции оросительной системы можно, используя предложенный нами *показатель экономической эффективности орошения* [3]:

$$\lambda_{эф} = \frac{c \cdot \Delta Y_{пл}}{s \cdot \Delta Y_{пл} + \Sigma Z}, \quad (1)$$

где $\lambda_{эф}$ – показатель экономической эффективности орошения; c – цена реализации возделываемой продукции, руб./т; $\Delta Y_{пл}$ – планируемая среднесезонная прибавка урожая от орошения, т/га; s – сельскохозяйственные издержки, связанные с прибавкой урожая от орошения (на уборку, транспортировку, доработку, хранение и реализацию), руб./т; ΣZ – суммарные затраты на проведение орошения, руб./га.

Суммарные затраты на проведение орошения включают постоянные ежегодные выплаты на содержание оросительной системы и ежегодные переменные затраты, зависящие от режима орошения, определяемого текущими погодными условиями:

$$\Sigma Z = Z_{пост} + Z, \quad (2)$$

где $Z_{пост}$ – постоянные ежегодные выплаты на содержание оросительной системы, не зависящие от применяемого режима орошения (расконсервация-консервация, ежегодное техническое обслуживание оросительной системы), руб./га; Z – ежегодные переменные затраты, зависящие от режима орошения, определяемые текущими погодными условиями, руб./га.

Постоянные ежегодные выплаты на содержание оросительной системы равны

$$Z_{пост.} = Z_{обсл.} + A + B, \quad (3)$$

где $Z_{обсл.}$ – постоянные ежегодные затраты на обслуживание оросительной системы (расконсервация-консервация, ежегодное техническое обслуживание), руб./га; A – ежегодная выплата амортизационных отчислений за оросительную систему, руб./га; B – ежегодная выплата банковского кредита, взятого на строительство оросительной системы, руб./га.

Переменные затраты, зависящие от режима орошения, включают

$$Z = \frac{c_w \cdot M}{\eta} + Z_{гсм} + Z_{эл.} + Z_{п} \quad (4)$$

где c_w – стоимость воды, забираемой из водоисточника для проведения орошения, руб./м³; M – норма орошения (нетто) культуры в средний год (со средне-многолетними погодными условиями) для рассматриваемого способа орошения, м³/га; η – коэффициент полезного действия оросительной системы, учитывающий потери поливной воды при проведении орошения (от водоисточника до поля), зависит от способа орошения и конструкции оросительной системы; $Z_{гсм}$ – среднегодовые суммарные затраты средств на топливно-смазочные материалы, руб./га; $Z_{эл.}$ – затраты на электроэнергию, руб./га; $Z_{п}$ – оплата за проведение поливов и текущих ремонтов (зарботная плата обслуживающему персоналу, включая насосную станцию и оросительную технику, затраты на ремонты, регламентное техническое обслуживание оросительной системы во время проведения поливов, со всеми налогами), руб./га.

Переменные затраты можно определить по идентичной (4) формуле

$$Z = \frac{M}{\eta} \left(c_w + \frac{c_{п}}{Q} \right) \quad (5)$$

где $c_{п}$ – суммарные затраты средств на 1 час работы всей оросительной системы (электроэнергия, топливно-смазочные материалы, заработная плата обслуживающему персоналу, включая насосную станцию и оросительную технику, затраты на ремонты, техническое обслуживание оросительной системы во время полива, со всеми налогами), руб./ч; Q – расход воды, подаваемый за один час в оросительную систему из водоисточника, м³/ч.

Структура показателя (1) соответствует отношению выручки, полученной от орошения (от реализации прибавки урожая), к общим затратам, понесенным на получение прибавки урожая (на содержание оросительной системы и проведение орошения, а также на уборку, транспортировку, доработку, хранение и реализацию прибавки урожая). Преимущество такой структуры показателя состоит в том, что отношение (1) позволяет количественно оценивать эффективность любого способа орошения, учитывая сельскохозяйственные издержки и затраты, связанные только с орошением. Строго говоря, показатель экономической эффективности орошения функционально связан с рентабельностью прибавки урожая от орошения.

Очевидно, что наилучшим будет являться тот способ орошения и та конструкция оросительной системы, для которых будет получено наибольшее значение показателя экономической эффективности полива. Соответственно, при $\lambda_{эф} > 1$ орошение не окупается, т.е. не выгодно.

Определим по формуле (1) значения показателей экономической эффективности орошения для рассматриваемых вариантов конструкции оросительной системы (таблица 2). Во второй колонке таблицы 2 для наглядного представления алгоритма расчета и облегчения вычислений указаны буквенные обозначения и расчетные формулы по каждому показателю. Расчет выполним по имеющимся исходным данным (таблица 1).

Для соблюдения принципа единственного различия площадь орошения по всем вариантам примем равной площади, орошаемой одной дождевальнoй машиной «Reinke» (70 га). На такой же площади планируем орошение одной из трех систем капельного полива (однолетняя трубка с неглубокой укладкой, многолетняя трубка также с неглубокой укладкой и многолетняя трубка с укладкой в почву на глубину 30-35 см).

Таблица 2 – Расчет показателей эффективности возделывания моркови на разных конструкциях оросительной системы

ПОКАЗАТЕЛИ	БУКВЕННЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ	ЕДИНИЦА ИЗМЕРЕНИЯ	ДОЖДЕВАНИЕ	Капельный полив			БЕЗ ОРОШЕНИЯ
				однолетняя трубка	многолетняя на глубину	трубка	
1	2	3	4	5	6	7	8
Постоянные ежегодные затраты на содержание оросительной системы (ОС)							
Постоянные ежегодные затраты на обслуживание оросительной системы (ОС)	Зобсл.	\$/га	69,8	276,2	298,9	74,3	-
Амортизационные расходы	A	\$/га	203,3	564,3	324,3	217,1	-
Выплата банковского кредита	B	\$/га	198,2	165,0	317,8	638,2	-
Сумма постоянных затрат на содержание ОС	$Z_{\text{пост.}} = Z_{\text{обсл.}} + A + B$	\$/га	471,3	1005,5	941,0	929,6	-
Среднегодовое потребление воды на орошение							
Оросительная норма (нетто)	$M_{\text{нт}}$	м ³ /га	850	700	700	700	-
КПД оросительной системы	η	-	0,85	0,95	0,95	0,95	-
Оросительная норма (брутто)	$M_{\text{бр}} = M_{\text{нт}} / \eta$	м ³ /га	1000	737	737	737	-
Среднегодовое потребление воды на проведение поливов							
Стоимость воды, забираемой из водосточника	$C_{\text{в}}$	\$/м ³	0	0	0	0	-
Затраты на ГСМ	$Z_{\text{ГСМ}}$	\$/га	138,3	93,8	93,8	93,8	-
Стоимость электроэнергии	$Z_{\text{эл}}$	\$/га	361,2	337,5	337,5	337,5	-
Оплата за проведение поливов и текущих ремонтов	$Z_{\text{п}}$	\$/га	50,0	51,6	51,6	51,6	-
Сумма переменных затрат на орошение	$Z = C_{\text{в}} M_{\text{бр}} + Z_{\text{ГСМ}} + Z_{\text{эл}} + Z_{\text{п}}$	\$/га	549,5	482,9	482,9	482,9	-
Стоимость подачи воды на полив	$(C_{\text{в}} + C_{\text{пл}}(Q)) = Z / M_{\text{бр}}$	\$/м ³	0,550	0,655	0,655	0,655	-
Суммарные (перем.+пост.) затраты на орошение	$\Sigma Z = Z + Z_{\text{пост.}}$	\$/га	1020,8	1488,4	1423,9	1412,5	-
Показатели сельхозпроизводства							
Планируемый урожай	$U_{\text{пл}}$	т/га	56	68	68	68	40
Плановая прибавка урожая	$\Delta U_{\text{пл}}$	т/га	16	28	28	28	0
Цена реализации продукции	C	\$/т	250	250	250	250	250
Выручка от реализации продукции	$C \cdot U_{\text{пл}}$	\$/га	14000	17000	17000	17000	10000
Затраты на уборку, доработку и хранение урожая	s	\$/т	175,0	175,0	175,0	175,0	175,0
Затраты на семена, агротехнику и адм. расходы	$S_{\text{сх}}$	\$/га	627,9	627,9	627,9	627,9	627,9
Экономические показатели							
Себестоимость возделывания моркови	$C = s \cdot U_{\text{пл}} + S_{\text{сх}} + \Sigma Z$	\$/га	11448,7	14016,3	13951,8	13940,4	7627,9
Себестоимость продукции	$C / U_{\text{пл}}$	\$/т	204,4	206,1	205,2	205,0	190,7
Прибыль общая	$P = C \cdot U_{\text{пл}} - C$	\$/га	2551,3	2983,7	3048,2	3059,6	2372,1
Рентабельность возделывания моркови	$R = (P / C) \cdot 100\%$	%	22,3	21,3	21,8	21,9	31,1
Себестоимость орошения	$C_{\Delta U} = s \cdot \Delta U_{\text{пл}} + \Sigma Z$	\$/га	3820,8	6388,4	6323,9	6312,5	-
Чистая прибыль от орошения	$P_{\Delta U} = C \cdot \Delta U_{\text{пл}} - C_{\Delta U}$	\$/га	179,2	611,6	676,1	687,5	-
Показатель экономической эффективности орошения	$\Lambda_{\text{эф}} = C \cdot \Delta U_{\text{пл}} / C_{\Delta U}$	-	1,047	1,096	1,107	1,109	-

Согласно полученным результатам расчета наиболее выгодной конструкцией оросительной системы, рекомендуемой для орошения моркови в южном регионе Беларуси, является оросительная система капельного полива с многолетней трубкой, уложенной глубоко в почву.

На каждый вложенный в орошение рубль на этом варианте можно получить больше дополнительной выручки, чем на других вариантах, а именно – 1,11 рубля ($\lambda_{эф}=1,11$), в то время как на варианте с дождеванием дополнительная выручка составит только 1,05 рубля на рубль вложений ($\lambda_{эф}=1,05$).

Как видим, вывод, основанный на показателях экономической эффективности орошения (таблица 2), существенно уточняет вывод, полученный традиционным способом – по общей себестоимости, рентабельности возделывания моркови и ожидаемой чистой прибыли (таблица 1). Система капельного полива многолетнего использования (с укладкой многолетних трубок глубоко в почву) оказалась эффективнее, несмотря на то, что при дождевании имеем более низкие затраты на содержание оросительной системы и проведение поливов, а также более низкую себестоимость продукции и более высокую рентабельность растениеводства.

Следует отметить, что самую низкую себестоимость растениеводства и наиболее высокую рентабельность возделывания моркови будем иметь на варианте без орошения (таблица 2). Однако на данном варианте существенно ниже чистая прибыль. Поэтому можно сделать вывод, что при выборе на-

правлений интенсификации производства овощной продукции показатели себестоимости и рентабельности могут служить только в качестве вспомогательных. Для окончательного вывода о приемлемости рассматриваемого направления интенсификации необходимо знать размер ожидаемой чистой прибыли и объективно оценивать возможности хозяйства осуществлять все выплаты, необходимые для получения этой прибыли.

Для полной оценки преимуществ того или иного способа полива проведем анализ экономических показателей для другой культуры – кукурузы – с получением разных урожаев (таблица 3). Уточним, что в конце 2013 года стоимость реализации зерна кукурузы в Беларуси составляла около 266 долл./т. В расчете используем результаты анализа, приведенные в [4], с учетом приобретения специального оборудования для монтажа и демонтажа капельных трубок.

В соответствии с данными таблицы 3 при небольшой разнице между урожаями зерна кукурузы на вариантах полива чистая прибыль и рентабельность производства зерна кукурузы выше, а себестоимость ниже на варианте с дождеванием. Отсюда следует вывод, что при незначительном различии между урожаями при дождевании и капельном орошении (примерно до 10%) выбор способа полива можно останавливать на дождевании. Однако при росте прибавки урожая на варианте с капельным орошением по сравнению с дождеванием приоритеты смещаются к капельному способу полива (таблица 3).

Таблица 3 – Экономические показатели возделывания зерна кукурузы при дождевании и капельном орошении

СТРУКТУРА ЗАТРАТ	Дождевальная машина «Reinke»	СИСТЕМЫ КАПЕЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ		
		трубки однолетнего использования	многолетние трубки с поверхностной укладкой	многолетние трубки с укладкой глубоко в почву
Себестоимость урожая, долл./га	2132	2743,6	2679,1	2667,7
При урожай зерно, т/га	13	14	14	14
Выручка от реализации (долл./га)	3458	3724	3724	3724
Чистая прибыль (долл./га)	1326	980,4	1044,9	1056,3
Рентабельность (%)	62,2	35,7	39,0	39,6
При урожай зерно, т/га	11	16	16	16
Выручка от реализации (долл./га)	2926	4256	4256	4256
Чистая прибыль (долл./га)	794	1512,4	1576,9	1588,3
Рентабельность (%)	37,2	55,1	58,9	59,5

Таблица 4 – Расчет показателей эффективности возделывания кукурузы на разных конструкциях оросительной системы

ПОКАЗАТЕЛИ	Буквенные обозначения	Ед. изм.	Дождевание	Капельный полив		Без орошения
				однолетняя трубка неглубоко	многoletняя трубка на глубине	
Постоянные ежегодные затраты на содержание оросительной системы (ОС)						
Постоянные ежегодные затраты на обслуживание оросительной системы (ОС)	Z _{обсл.}	\$/га	69,8	276,2	298,9	0
Амортизационные расходы	A	\$/га	203,3	564,3	324,3	0
Выплата банковского кредита	B	\$/га	198,2	165,0	317,8	0
Сумма постоянных затрат на содержание ОС	Z _{пост.} = Z _{обсл.} + A + B	\$/га	471,3	1005,5	941,0	0
Среднепоголетнее потребление воды на орошение						
Оросительная норма (нетто)	M _{нт}	м³/га	1000	800	800	0
КПД оросительной системы	η	-	0,85	0,95	0,95	0
Оросительная норма (брутто)	M _{бр} = M _{нт} /η	м³/га	1176	842	842	0
Среднепоголетние затраты на проведение поливов						
Стоимость воды, забираемой из водоисточника	C _в	\$/м³	0	0	0	0
Затраты на ГСМ	Z _{ГСМ}	\$/га	138,3	93,8	93,8	0
Стоимость электроэнергии	Z _{эл}	\$/га	361,2	337,5	337,5	0
Оплата за проведение поливов и ремонтов	Z _п	\$/га	55,2	56,8	56,8	0
Сумма переменных затрат на орошение	Z = C _в M _{бр} + Z _{ГСМ} + Z _{эл} + Z _п	\$/га	554,7	488,1	488,1	0
Стоимость подачи воды на полив	(C _в + C _п /Q) = Z/M _{бр}	\$/м³	0,471	0,580	0,580	0
Суммарные (перем.+пост.) затраты на орошение	ΣZ = Z + Z _{пост.}	\$/га	1026	1493,6	1429,1	0
Показатели сельхозпроизводства						
Планируемый урожай	У _{пл}	т/га	12	15	15	8
Плановая прибавка урожая	ΔУ _{пл}	т/га	4	7	7	0
Цена реализации продукции	c	\$/т	266	266	266	266
Выручка от реализации продукции	c У _{пл}	\$/га	3192	3990	3990	2128
Затраты на уборку, доработку и хранение урожая	s	\$/т	48	48	48	48
Затраты на семена, агротехнику и адм. расходы	S _{сх}	\$/га	530	530	530	530
Экономические показатели						
Себестоимость возделывания кукурузы	C = s У _{пл} + S _{сх} + ΣZ	\$/га	2132	2743,6	2679,1	914
Себестоимость продукции	C/У _{пл}	\$/т	177,7	182,9	178,6	114,3
Прибыль общая	П = cУ _{пл} - C	\$/га	1060	1246,4	1310,9	1214
Рентабельность возделывания кукурузы	R = (П/C)100%	%	49,7	45,4	48,9	132,8
Себестоимость орошения	C _{оу} = s ΔУ _{пл} + ΣZ	\$/га	1218	1829,6	1765,1	-
Чистая прибыль от орошения	П _{оу} = cΔУ _{пл} - C _{оу}	\$/га	-154	32,4	96,9	-
Показатель экономической эффективности орошения кукурузы	Λ _{эф} = cΔУ _{пл} /C _{оу}	-	0,874	1,018	1,055	-

Следовательно, согласно результатам анализа можно отметить, что основную роль в раскладе экономических показателей при выборе способа орошения играет величина ожидаемой прибавки урожая. Очевидно, что для окупаемости капельного орошения необходима существенно большая прибавка урожая, чем для окупаемости дождевания.

Оценим эффективность способов искусственного полива, используя предложенный нами показатель экономической эффективности орошения (1). Расчет выполним на планируемый урожай зерна кукурузы в 12 т/га при дождевании и на 15 т/га при капельном орошении (таблица 4).

Как вытекает из вычислений, наиболее выгодной конструкцией оросительной системы для орошения кукурузы в Беларуси является оросительная система капельного полива с многолетней трубкой, уложенной глубоко в почву. На каждый вложенный в орошение рубль на этом варианте можно получить больше дополнительной выручки, чем на других вариантах, а именно – 1,062 рубля ($\lambda_{эф}=1,062$), в то время как на варианте с дождеванием орошение оказалось убыточным ($\lambda_{эф}=0,874 < 1,0$).

Как видим, расчет дополнительных экономических показателей, относящихся только к орошению – себестоимости и чистой прибыли, получаемой только от поливов, – дает весьма ценную информацию, которая никак не вытекает из традиционной общей экономической оценки себестоимости, чистой прибыли и рентабельности производства продукции орошаемого земледелия. Например, если судить по себестоимости орошения, то она ниже при дождевании. Но этот способ орошения оказывается вообще экономически неэффективным, хотя общая рентабельность на этом варианте составляет 49,7%, что несколько выше, чем на лучшем варианте капельного полива (49,6%) и вполне приемлемо с точки зрения оценки производства в целом (таблица 4).

Таким образом, при выборе направлений интенсификации растениеводства показатели общей себестоимости и рентабельности могут служить только в качестве вспомогательных. Окончательный выбор способа орошения и конструкции оросительной системы следует базировать на показателе экономической эффективности и ожидаемой чистой прибыли от орошения.

В заключение еще раз подчеркнем, что в полученном раскладе экономических показателей весомую роль играют исходные данные: величина прибавки урожая, рыночная стоимость возделываемой продукции, сельскохозяйственные издержки на про-

изводство и затраты на орошение. Экономическая оценка альтернативных технологий возделывания растениеводческой продукции очень индивидуальна, ее результаты существенно зависят от конкретных условий. Чтобы не ошибиться в принятии столь серьезного решения, как выбор способа орошения и конструкции оросительной системы, каждый руководитель аграрного проекта должен иметь на столе максимально детализированные экономические расчеты и уметь прогнозировать конъюнктуру рынка на годы вперед.

Выводы

Использование общих экономических показателей возделывания растениеводческой продукции (себестоимость, рентабельность и прибыль) при выборе способа орошения и конструкции оросительной системы не всегда дает возможность убедительно ответить на вопрос – какая конструкция оросительной системы наиболее эффективна в конкретном случае. Неоднозначность в обосновании выбора конструкции оросительной системы можно устранить, используя показатель экономической эффективности орошения, равный отношению выручки от реализации прибавки урожая, полученной от орошения, к общим затратам, понесенным на получение этой прибавки (на содержание оросительной системы, проведение орошения, на уборку, транспортировку, доработку, хранение и реализацию прибавки урожая).

При выборе направлений интенсификации производства овощной продукции показатели себестоимости и рентабельности могут служить только в качестве вспомогательных. Для окончательного вывода необходимо знать размер ожидаемой чистой прибыли, получаемой от рассматриваемого направления интенсификации, и объективно оценивать возможности хозяйства осуществлять все выплаты, необходимые для получения этой прибыли.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Оросительные системы. Правила проектирования: ТКП 45-3.04. - 178 - 2009 (02250). – Введ. 01.07.2010. – Минск, 2010. – 74 с.
2. Дудка, В. Экономика выращивания кукурузы на капельном орошении. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.avgust.com/newspaper/topics/detail.php?ID=4574>. Дата доступа 17.09.2015 г.
3. Лихацевич, А.П. Экономическая оценка способов орошения сельскохозяйственных культур / А.П. Лихацевич // Аграрная экономика. – 2016. – № 4 (251). – С. 31-38.
4. Лихацевич, А.П. Выбор способа орошения сельскохозяйственных культур / А.П. Лихацевич, Г.В. Латушкина, А.А. Левкевич // Мелиорация. – 2015. - № 2 (74). С. 34-47.