

## УЧЕТ ФАКТОРА ВРЕМЕНИ, НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ И РИСКОВ ПРИ РАСЧЕТАХ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНВЕСТИЦИЙ В МЕЛИОРАЦИЮ

И. Д. Никитин, З. Н. Артемьева, Е. Е. Григорашенко

*ЗАО «Северный НИИ гидротехники и мелиорации»*

*п. Новоселье, Ломоносовский р-н, Ленинградская обл. 188507*

*E-mail: sevnii@yandex.ru*

*Поступила в редакцию 13 марта 2014 г., принята к печати 28 апреля 2014 г.*

Статья посвящена различным аспектам учета фактора времени в инвестиционном и инновационном проектировании мелиораций на сельскохозяйственных землях, в том числе в системе точного земледелия.

Вопрос об учете фактора времени рассмотрен применительно к ситуации, когда о параметрах проекта нет полной информации и расчет происходит в условиях неопределенности и риска.

**Ключевые слова:** фактор времени, инвестиционное проектирование, неопределенность, риски, мелиорация земель, дифференциальная земельная рента.

### ВВЕДЕНИЕ

Определение эффективности инвестиций в мелиорацию земель возможно только по результатам сельскохозяйственного производства. При этом результатом инвестиций является сохранение или повышение плодородия земель, которое, как свойство земельного участка, может получить стоимостную оценку.

В расчетах эффективности инвестиций в мелиорацию земель необходимо учитывать фактор времени, так как здесь особенно характерна разновременность затрат, результатов и эффектов, осуществление их в течение всего периода реализации проекта (часто до 50 и более лет).

Фактор времени проявляется при мелиорации земель и в других аспектах, наиболее важными из которых являются динамичность агроэкономических показателей производства, сезонность производства и реализации продукции, физический и моральный износ основных фондов, обуславливающий тенденции снижения плодородия, роста затрат на эксплуатацию систем и сокращения сроков замены или реконструкции систем.

Согласно «Методическим рекомендациям...» (2000), утвержденным Госстроем России, Министерством экономики РФ и Министерством финансов, критерием оценки эффективности проекта является чистый дисконтированный доход, интегральный дисконтированный эффект или чистый остаточный доход по методу остаточных стоимостей.

При этом учитывается некоторая вероятность таких ситуаций, как возможное некачественное выполнение мелиоративных работ, нарушение требований системы земледелия, изменение уровня интенсивности ведения сельскохозяйственного производства, а также неполнота и неточность сведений о результатах мелиоративных мероприятий, возможные отклонения показателей от средней величины, используемой для определения эффективности. Это относится к нормативам капитальных вложений в мероприятия по повышению плодородия, затратам на производство сельскохозяйственной продукции, нормативам основных фондов и оборотных средств для ведения производства на мелиорированных землях, урожайности сельскохозяйственных культур.

### 1. Фактор времени в прогнозировании денежных потоков при мелиорации земель

Учет разновременности затрат и результатов при определении эффективности инвестиционных проектов производится на основе анализа денежных потоков.

При этом используется накопленный денежный поток, характеристиками которого являются накопленный приток, накопленный отток и накопленное сальдо (накопленный эффект), определяемые на каждом шаге расчетного периода как сумма соответствующих характеристик денежных потоков.

Размеры денежных поступлений и платежей, связанных с финансовой деятельностью, распределяются по шагам (стадиям)

осуществления мероприятия, при этом производится дисконтирование денежных потоков – приведение их разновременных значений к ценности на определенный момент времени (момент приведения –  $t^0$ ). Дисконтирование применяется к денежным потокам, выраженным в текущих или дефлированных ценах.

Основным экономическим нормативом, используемым при дисконтировании, является норма дисконта ( $E$ ), выражаемая в долях единицы или в процентах в год.

Дисконтирование денежного потока на  $m$ -ом шаге осуществляется путем умножения его значения  $\Phi_m$  (сумма на шаге  $m$ ) на коэффициент дисконтирования  $\alpha_m$ , рассчитываемый по формуле:

$$\alpha_m = \frac{1}{(1 + E)^{t^m - t^0}}, \quad (1)$$

где  $E$  – норма дисконта;  $t^m$  – момент начала шага в годах;  $t^0$  – момент приведения в годах.

В тех случаях, когда произведение  $E \times \Delta_m$  (где  $E$  – норма дисконта, выраженная в долях единицы в год,  $\Delta_m$  – продолжительность  $m$ -го шага, выраженная в годах) превышает 0,1–0,15, рекомендуется использовать для дисконтирования каждого элемента денежного потока не только коэффициент дисконтирования ( $\alpha_m$ ), но и коэффициент распределения ( $y_m$ ).

Для оценки эффективности инвестиционных проектов необходимо выбрать процедуру дисконтирования и агрегирования приведенных в сопоставимый вид затрат и результатов, исходя из потребности инвестора в получении наибольшей непрерывной нормы доходности ( $r$ ) из альтернативных и доступных ему направлений инвестирования. Устанавливаем, что единица дохода в начальный момент (0) эквивалентна  $e^{rt}$  в момент времени  $t$ .

Модели эффективности инвестиционных проектов в современных условиях определены согласно теории оценки эффективности инвестиционных проектов (Виленский и др., 2001).

Доходы в момент  $t$  приводятся к начальному моменту (0) путем умножения на коэффициент дисконтирования  $\alpha(t)$ :

$$\alpha(t) = e^{-rt}, \quad (2)$$

где  $r$  – непрерывная норма дисконта.

Величина критериального показателя интегрального дисконтированного эффекта для дискретного потока рассчитывается по формуле:

$$\Phi_{\text{инт}} = \sum_{n=1}^m \Phi_n e^{-rt_n}, \quad (3)$$

где  $\Phi_{\text{инт}}$  – интегральный дисконтированный эффект;  $\Phi_n$  – эффект на  $n$ -ом шаге.

Непрерывная норма дисконта ( $r$ ) не равна годовой норме дисконта ( $E$ ).

Чтобы формулы расчета интегрального эффекта давали тождественный результат для денежного потока, где все платежи и поступления осуществляются с интервалом в 1 год, необходимо, чтобы выполнялось соотношение  $1 + E = e^r$ . Следовательно,  $r < E$ , но если  $E$  невелико, то разница между  $E$  и  $r$  является незначительной.

При расчетах эффективности мелиорации земель допускается суммирование формул двух частей денежного потока – дискретного, связанного с инвестициями в повышение плодородия, и непрерывного, отражающего операции по производству и реализации сельскохозяйственной продукции:

$$\Phi_{\text{инт}} = \sum_{n=1}^m \frac{\Phi_n}{(1 + E)^t} + \int_0^T \frac{\Phi(t) dt}{(1 + E)^t}, \quad (4)$$

где  $\Phi_{\text{инт}}$  – интегральный дисконтированный эффект в стоимостном выражении;  $t$  – момент времени в годах (в интервале от 0 до  $m$ );  $\Phi_n$  – эффект на  $n$ -ом шаге, в денежном выражении;  $E$  – годовая норма дисконта, коэффициент;  $\Phi(t)$  – функция накопленного эффекта;  $T$  – горизонт расчета, равный номеру шага расчета, условно принятого за последний.

Дисконтированный денежный поток может быть выражен через среднегодовой эффект ( $\Phi_m^{\text{cp}}$ ), при этом коэффициент дисконтирования не меняется, но уточняется коэффициентом распределения среднегодовых потоков  $\bar{y}_m$ , рассчитанным по формуле:

$$\bar{y}_m = \frac{1 - e^{-r\Delta_m}}{r} = \frac{1 - (1 + E)^{-\Delta_m}}{\ln(1 + E)} \quad (5)$$

При мелиорации земель и их использовании в качестве критерия эффективности инвестиций и производства рекомендуется использовать не чистый дисконтированный доход, а дисконтированную величину диф-

ференциальной земельной или мелиоративной ренты. Дифференциальная земельная и мелиоративная рента определяются на единицу площади как разница между ценой сельскохозяйственной продукции и полными издержками на ее производство.

Замена дисконтированного чистого дохода по проекту его модификацией – дисконтированной земельной рентой – позволяет решить вопрос приведения к сопоставимому виду эффектов в проектах длительного или бесконечного действия, к которым относятся проекты мелиорации земель и повышения их плодородия.

Проект мелиорации земель, как правило, не предусматривает ликвидации объекта на протяжении всего периода сельскохозяйственного использования земель. Объект (мелиоративные системы, сооружения и т.д.) может быть реконструирован или модернизирован.

При ограничении расчетного периода определения эффективности инвестиций в мелиорацию 7–10 годами необходимо учесть последствия, которые проявятся после расчетного периода. Период реализации проекта после расчетного в литературе называется «хвостом» или послеплановым периодом, а проблема учета указанного периода в расчетах эффективности – проблемой «хвоста».

Данную проблему предлагается решать методом определения остаточной стоимости объекта, для чего вводится дополнительный шаг определения эффекта от проекта. Если

продолжительность шага бесконечна, то дисконтированная величина эффекта на нем равна:

$$\int_{t_n}^{\infty} e^{-rt} d\Phi(t) = \frac{\Phi_n^{cp} \alpha_n}{r} = \frac{\Phi_n^{cp} \alpha_n}{\ln(1+E)}. \quad (6)$$

Основная проблема реализации данного метода – определение денежных потоков в конце периода, который может составлять 50–70 и более лет.

Наиболее эффективным решением проблемы является определение дисконтированной величины цены земли, включающей в себя цену мелиоративной системы, оценку искусственного плодородия, достигнутого за счет мелиорации и окультуривания, путем капитализации дифференциальной земельной ренты, прогнозируемой на конец расчетного периода.

При этом дисконтированная земельная рента и ее капитализация определяются через коэффициент  $E_d$ , равный ожидаемой альтернативной эффективности инвестиций, а дисконтированная мелиоративная рента – через коэффициент  $E_m$  равный минимально допустимой их эффективности.

При определении перспективных показателей эффективности сельскохозяйственного производства на мелиорированных землях учитывается период освоения, за которой может быть достигнут оптимальный уровень эффективного плодородия при осушении и окультуривании земель и их интенсивном освоении (табл. 1).

Таблица 1. Динамика урожайности сельскохозяйственных культур на осушенных землях в период их интенсивного освоения и коэффициенты к баллам оценки плодородия почв

Типы почв	Годы освоения		
	1	2	3
Минеральные:			
ранее используемые	$\frac{70-80}{0,8}$	$\frac{80-90}{0,9}$	$\frac{100}{1,0}$
вновь освоенные	$\frac{50-60}{0,6}$	$\frac{70-80}{0,8}$	$\frac{80-90}{0,9}$
Вновь освоенные низинного типа болот	$\frac{60-70}{0,7}$	$\frac{80-90}{0,9}$	$\frac{100}{1,0}$
Минеральные и торфяно-болотные после реконструкции осушительной сети	$\frac{70-85}{0,9}$	$\frac{85-100}{0,95}$	$\frac{100}{1,0}$

Числитель – урожайность (в % к проектной), знаменатель – коэффициент к баллам бонитета. Данные СевНИИГиМ и Минсельхоза РСФСР (1992).

## 2. Дифференциация коэффициентов дисконтирования затрат и результатов

Норма дисконта ( $E$ ) является заданным на основании внешних факторов основным экономическим нормативом, используемым при оценке эффективности проектов.

В отдельных случаях значение нормы дисконта может быть различным для шагов расчета (переменная норма дисконта).

Учитывается постоянное падение нормы дисконта по мере увеличения срока реализации мероприятий из-за тенденции нормы дисконта к снижению во времени, уменьшения рисков долгосрочного инвестирования, сближения норм дисконта российских коммерческих структур с более низкими нормами для развитых стран.

Коэффициент дисконтирования уточняется с применением коэффициента распределения. Если затраты, результаты или эффекты осуществляются в начале интервала, коэффициент их распределения равен единице ( $Y = 1$ ).

Если затраты, результаты или эффекты осуществляются равномерно на интервале, расчетная формула для коэффициента их распределения принимает вид:

$$Y_m \approx 1 - \frac{E \times \Delta_m}{2}. \quad (7)$$

Если затраты, результаты или эффекты осуществляются в конце интервала, коэффициент распределения равен:  $Y_m = (1+E)^{-\Delta_m}$ .

При проведении мероприятий по воспроизводству плодородия притоки и оттоки реальных денежных средств существенно различаются: оттоки осуществляются, в основном, в начале шага и равномерно в течение шага, притоки – в конце. Рекомендуется применение к притокам и оттокам реальных денежных средств различных значений коэффициентов распределения.

В «непрерывном времени» коэффициент дисконтирования затрат, результатов и эффектов, осуществляемых в конечном интервале времени  $(0, t)$ , рассчитывается по формуле:

$$\alpha_m = \frac{1}{(1+E_0)^{\Delta_0} + \dots + (1+E_m)^{\Delta_m}}, \quad (8)$$

где  $E_m$  – нормы дисконта соответственно на 0-м, ... m-м шагах;  $\Delta_m$  – длительность шагов в годах или долях года.

Как правило, при оценке мероприятий по мелиорации земель в расчетном периоде должен быть выделен шаг большей длительности – период использования результатов мероприятия. При этом рекомендуется относить коэффициент дисконтирования к началу шага.

Норма дисконта отражает скорректированную с учетом инфляции минимально приемлемую доходность вложенного капитала при допустимых на рынке альтернативных безрисковых направлениях вложений инвестиций.

При определении эффективности мероприятий по воспроизводству плодородия земель высокий депозитный процент по вкладам не определяет реальную норму дисконта.

Вложения средств в улучшение земель сельскохозяйственного назначения и повышение их плодородия не подвержены инфляционным рискам, а полученная в результате недвижимости инвестиционно связана с ожиданием устойчивого роста стоимости.

Для оценки коммерческой эффективности каждый землевладелец (землепользователь) сам оценивает реальную (с учетом налогов, рисков) норму годового дохода на вложенный капитал на основе доступных на рынке альтернативных направлений вложений со сравнимым риском. Таким образом определяется индивидуальная норма дисконта, зависящая от региональных условий сельскохозяйственного производства, наличия земель мелиоративного фонда, ситуации на рынке сельскохозяйственной продукции.

При обосновании нормы дисконта должно быть предусмотрено вложение части положительного сальдо суммарного денежного потока в депозиты или ценные бумаги (включение в дополнительные фонды), т.е. реинвестирование средств.

В дополнительные фонды должны включаться средства из амортизации и чистой прибыли, предназначенные для компенсации отрицательных значений сальдо суммарного денежного потока на отдельных будущих шагах расчета (например, для проведения капитального ремонта мелиоративных систем, возобновления затрат по обеспечению определенного уровня плодородия почв и т.д.) или для достижения на них приемлемого значения финансовых показателей.

Включение средств в дополнительные фонды рассматривается как отток.

Притоки от указанных средств рассматриваются как часть внереализационных притоков инвестиционного проекта (от операционной деятельности).

При использовании земли как средства труда применяются производственные фонды с различным экономически целесообразным сроком службы, имеющие различный характер воспроизводства, – фонды мелиоративных систем с длительным сроком службы, фонды мелиорации неинвентарного характера со значительной величиной ликвидной стоимости в виде затрат, которые нет необходимости возобновлять и т.д.

Все это находит отражение при определении предельной величины затрат на воспроизводство плодородия земель (альтернативной стоимости плодородия), соответствующей оценке земельных ресурсов.

Норматив дисконтирования (норма дисконта) при определении эффективности мероприятий по воспроизводству плодородия земель должен быть увеличен или уменьшен в зависимости от ожидаемого срока службы данных фондов из-за неравноценности суммы результатов и затрат при различных сроках службы производственных фондов, в т.ч. фондов мелиорации, и из-за возможного депонирования суммы амортизационных отчислений, если это не нашло отражения в денежных потоках.

Если накопленные суммы амортизации (реновация, средства на воспроизводство мероприятий по обеспечению уровня плодородия почв) не включаются в дополнительные фонды, их влияние как источника дополнительных доходов от мероприятия может быть учтено при установлении норматива дисконтирования в зависимости от срока службы фондов мелиорации и сроков действия мероприятий по воспроизводству плодородия почв.

Норму дисконта, не включающую поправки на риск (безрисковая норма дисконта), рекомендуется определять на уровне минимально допустимой будущей доходности вкладываемых средств, устанавливаемой в зависимости от депозитных ставок банков первой категории надежности (после исключения инфляции), а также (в перспективе)

ставки LIBOR по годовым еврокредитам, освобожденной от инфляционной составляющей и прогнозируемой в перспективе в размере 2,5–3,5% (коммерческая норма дисконта).

При установлении социальной (общественной) и бюджетной нормы дисконта учитываются минимальные требования общества к эффективности проектов. Возможно использование минимального коэффициента дисконтирования, равного темпу роста населения и приемлемой величине прироста его благосостояния (около 7–8% в год).

Учитывается прогнозируемый рост альтернативной стоимости земель как природного ресурса и затрат общества на обеспечение использования и сохранение данного ресурса.

Коэффициент дисконтирования для расчета общественной эффективности мелиораций определен в размере 0,03, равном коэффициенту капитализации рентного дохода при кадастровой оценке земель (Методические рекомендации по государственной кадастровой оценке земель сельскохозяйственного назначения, М., 2005)

Средняя расчетная величина коэффициента дисконтирования доходов от мелиорации (или положительного сальдо денежных потоков при реализации программы мелиорации) составит 0,05, доходов от интенсификации сельскохозяйственного производства – 0,07.

При оценке эффективности мероприятий по воспроизводству плодородия земель и интенсификации земледелия следует учитывать инфляцию.

Для пересмотра процентной ставки в зависимости от инфляции рекомендуется определить реальную процентную ставку и ее увеличение в соответствии с инфляцией по формуле И. Фишера:

$$p_{om} = \frac{p_{nm} - i_m}{1 + i_m} \quad (9)$$

где  $p_{om}$  – реальная процентная ставка за один шаг начисления процентов;  $p_{nm}$  – номинальная процентная ставка за один шаг начисления процентов;  $i_m$  – темп инфляции (темпы прироста цен), средний за шаг начисления процентов (все показатели в долях единицы)

Норматив дисконтирования должен быть определен в зависимости от ожидаемого срока службы производственных фондов из-

за неравноценности суммы затрат и результатов при различных сроках службы данных фондов.

Коэффициент дисконтирования затрат и результатов, зависящий от срока службы производственных фондов, определяется с учетом амортизации (погашения) капитала по формуле сложных процентов:

$$E_{дв} = \frac{E_{дм}(1 + E_{дм})^t}{(1 + E_{дм})^t - 1}, \quad (10)$$

где  $E_{дв}$  – коэффициент дисконтирования затрат и результатов, зависящий от срока службы производственных фондов;  $E_{дм}$  – мини-

мальный коэффициент дисконтирования;  $t$  – срок службы производственных фондов, лет.

Если накопленные суммы амортизации (реновация, средства на воспроизводство мероприятий по обеспечению уровня плодородия почв) не включаются в расчетах при оценке объектов мелиорации в специальные дополнительные фонды, их влияние как источника дополнительных доходов от мероприятий по воспроизводству плодородия может быть учтено при установлении норматива дисконтирования в зависимости от срока службы фондов мелиорации (табл. 2) и банковской процентной ставки за кредит.

Таблица 2. Возможные ежегодные выплаты в погашение капитала или по займу в процентах

Ставка процента за кредит (е)	Срок реализации мероприятий, лет								
	5	7	10	12	15	20	25	30	50
1,0	21,0	14,9	10,6	8,9	7,2	5,5	4,5	3,9	2,6
2,0	21,2	15,4	11,1	9,5	7,8	6,1	5,1	4,5	3,2
3,0	21,8	16,0	11,8	10,1	8,4	6,7	5,8	5,1	3,2
4,0	22,2	16,5	12,3	10,7	9,0	7,4	6,4	5,9	4,6
5,0	22,8	17,2	12,9	11,2	9,6	8,0	7,1	6,5	5,5
6,0	23,6	18,0	13,6	11,9	10,3	8,7	7,8	7,3	6,4
7,0	24,5	18,7	14,2	12,6	11,0	9,4	8,6	8,1	7,2
8,0	25,0	19,3	14,9	13,3	11,7	10,2	9,4	8,9	8,2
9,0	25,7	19,8	15,6	14,0	12,4	11,0	10,2	9,7	9,1
10,	26,4	20,5	16,3	14,7	13,1	11,7	11,0	10,6	10,1
12,0	27,8	21,9	17,7	16,1	14,7	13,4	12,7	12,4	12,1
15,0	29,8	24,0	19,9	18,4	17,1	16,0	15,5	15,2	15,0
20,0	33,4	27,7	23,8	22,5	21,4	20,5	20,2	20,1	20,0

### 3. Оценка рисков и неопределенности при воспроизводстве плодородия почв

В расчетах эффективности мероприятий по воспроизводству плодородия почв и интенсификации земледелия по умеренно-пессимистическому сценарию неопределенность учитывается как возможность возникновения таких условий, которые приведут к негативным последствиям при проведении мероприятия. К ним в т.ч. относятся неполнота и неточность информации об условиях проведения мероприятий и их результатах, а также возможные отклонения данных показателей от средней величины.

При экономической оценке мероприятий по воспроизводству плодородия по отдельным инвестиционным объектам (проектная или мониторинговая оценка) факторы риска и неопределенности могут быть представлены в форме вероятностей отдельных сценариев производственно-экономической

ситуации или интервалов изменения указанных вероятностей.

Проверка устойчивости при оценке мероприятий по воспроизводству плодородия земель заключается в определении степени риска при проведении мероприятий. Риск при обеспечении эффективности мероприятий по воспроизводству плодородия измеряется дисперсией показателей, определяющих эффективность (прирост производства продукции, размер инвестиций, цена реализации и др.).

Для определения общего влияния данных показателей на эффективность используется метод вариации следующих параметров: нормативных инвестиционных затрат; урожайности сельскохозяйственных культур, продуктивности угодий; издержек сельскохозяйственного производства; прогнозов общего индекса инфляции, индекса цен и спроса на земельные ресурсы.

Согласно «Методическим рекомендациям...», инвестиционный проект считается устойчивым, если значение внутренней нормы доходности достаточно велико (не менее 25–30%), значение нормы дисконта не превышает уровня для малых и средних рисков

(до 15%), а индекс доходности дисконтированных затрат превышает 1,2.

В соответствии с указанным выше ориентировочная величина поправок на риск получения предусмотренных проектом доходов в растениеводстве составит:

Уровень риска	Факторы риска	Величина поправок на риск
Низкий	Величина капитальных вложений в повышение плодородия почв	3–5%
Средний	Увеличение производства с.-х. продукции за счет повышения плодородия, устойчивость производства	8–10%
Высокий	Рост цен на с.-х. продукцию, увеличение спроса на земельные ресурсы	12–18%
Очень высокий	Положительный эффект от инновационных мероприятий в земледелии и мелиорации	20–25%

Поправки на риск, связанный с техническими, технологическими и организационными решениями конкретного проекта, а также случайными колебаниями объемов сельскохозяйственного производства, цен на продукцию и ресурсы, определяются с учетом реализуемости и обоснованности проекта, детальности проработки проектных решений.

В случаях, когда какая-либо информация о вероятностях сценариев отсутствует (известно только, что они положительны и в сумме составляют 1), расчет ожидаемого интегрального эффекта производится по формуле:

$$\mathcal{E}_{ож} = \lambda \mathcal{E}_{max} + (1 - \lambda) \cdot \mathcal{E}_{min} \quad (11)$$

где  $\mathcal{E}_{max}$  и  $\mathcal{E}_{min}$  – наибольший и наименьший интегральный эффект по рассмотренным сценариям;  $\lambda$  – специальный норматив для расчета неопределенности эффекта, отражающий систему предпочтений соответствующего хозяйственного субъекта в условиях неопределенности; рекомендуется методиками по оценке эффективности инвестиционных проектов на уровне 0,3.

Оценка факторов риска и неопределенности при проведении мероприятий по воспроизводству плодородия почв необходима по причине возможного возникновения следующих ситуаций: резкого отклонения климатических параметров года от средних и аварийного выхода из строя мелиоративных систем и сооружений; изменения условий реализации сельскохозяйственной продукции; изменения ситуации на рынке трудовых и финансовых ресурсов; непрогнозируемого

изменения альтернативной стоимости трудовых ресурсов.

Кроме того, следует иметь в виду вероятность возникновения таких ситуаций как некачественное выполнение мелиоративных работ, нарушение требований системы земледелия на мелиорированных землях, изменения финансового положения хозяйства и уровня интенсивности ведения сельскохозяйственного производства.

При оценке эффективности мероприятий по повышению плодородия для отдельных категорий земель (по регионам) или для отдельных инвестиционных объектов предусматривается разработка методов оценки с учетом количественных характеристик неопределенности и обеспечение информацией о возможных сценариях реализации мероприятий, вероятности их осуществления и колебаниях значений основных технико-экономических показателей при каждом из сценариев.

Для каждого конечного сценария проведения инновационных мероприятий, если известны (заданы) вероятности их осуществления, ожидаемый интегральный эффект мероприятия рассчитывается по формуле математического ожидания:

$$\mathcal{E}_{ож} = \sum_k \mathcal{E}_k \times P_k, \quad (12)$$

где  $\mathcal{E}_{ож}$  – ожидаемый интегральный эффект от мероприятий;  $\mathcal{E}_k$  – интегральный эффект при k-ом варианте сценария;  $P_k$  – вероятность реализации данного сценария.

Составление и анализ возможного множества сценариев реализации мероприятий

по повышению плодородия земель для категории земель или объекта (участка) проводится расчетно-конструктивным методом.

### ВЫВОДЫ

Особенности учета времени, неопределенности и рисков при установлении показателей эффективности инвестиций в мелиорацию земель определяются ограниченностью земельных ресурсов высокого уровня плодородия и продолжительностью реализации проектов мелиорации.

Замена дисконтированного чистого дохода на его модификацию – земельную ренту на единицу площади – и определение расчетной цены земли позволяют решить вопрос о

приведении к сопоставимому виду эффектов в проектах мелиорации длительного или бесконечного действия.

При расчетах эффективности инвестиций в мелиорацию необходимо учитывать тенденцию нормы дисконта к снижению во времени из-за уменьшения инфляционных рисков вложений в плодородие земель.

Норматив дисконтирования при определении эффективности мелиорации увеличивается или уменьшается в зависимости от ожидаемого срока службы фондов мелиорации и ввиду возможности рефинансирования накопленных сумм амортизационных отчислений.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Виленский П. Л., Лифшиц В. П., Смоляк С. А. 2001. Оценка эффективности инвестиционных проектов. Теория и практика. М. 832 с.
- Методические рекомендации по государственной кадастровой оценке земель сельскохозяйственного назначения. Утв. Приказом Минэкономразвития и торговли России от 01.07.2005 г. № 145. 2005. М.
- Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов. 2-я редакция. Утв. Минэкономики РФ, Минфин РФ и Госстроем РФ от 21.06.1999 г. № ВК 477. 2000. М. 263 с.
- Никитин И. Д., Артемьева З. Н., Григорашенко Е. Е., Карпенко О. А., Лохматов Е. М. 2010. Оценка земель мелиоративного фонда. Спб., ОАО «СевНИИГиМ». 338 с.
- Федоренко Н. П. (ред.). 1989. Комплексная оценка эффективности мероприятий, направленных на ускорение научно-технического прогресса. Методические рекомендации. М. 118 с.
- Экономика мелиорации земель Нечерноземной зоны РСФСР. Справочник. Л., 1978. 288 с.

УДК [631.43+004.65]

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИДРОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВЫ КАК КАПИЛЛЯРНО-ПОРИСТОГО ТЕЛА И УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДА МУАЛЕМА-ВАН ГЕНУХТЕНА: ТЕОРИЯ

**В. В. Терлеев<sup>1</sup>, М. А. Нарбут<sup>2</sup>, Топаж А. Г.<sup>3</sup>, В. Миршель<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> *Национальный исследовательский Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, Политехническая ул., 29, Санкт-Петербург, 195251, Россия*

<sup>2</sup> *Санкт-Петербургский государственный университет, Университетская наб., д.7-9, Санкт-Петербург, 199034, Россия*

<sup>3</sup> *Агрофизический научно-исследовательский институт, Гражданский пр-т, 14, Санкт-Петербург, 195220, Россия*

<sup>4</sup> *Leibniz Centre of Agricultural Landscape Research (ZALF), Eberswalder Strasse, 84, Muencheberg, 15374, Germany*

*E-mail: Vitaly\_Terleev@mail.ru*

*Поступила в редакцию 04 мая 2014 г., принята к печати 05 июня 2014 г.*

В рамках концепций о капиллярности и логнормальном распределении эффективных радиусов почвенных пор представлено теоретическое обоснование функции дифференциальной влагоемкости почвы и первообразной этой функции как характеристики водоудерживающей способности почвы в виде зависимости приведенной объемной влажности почвы от капиллярного давления влаги. С использованием данных функций и метода Муалема вычислено отношение гидравлической проводимости почвы к коэффициенту фильтрации влаги. Параметры почвенно-гидрофизических моделей интерпретированы. Предложены аппроксимации функций, описывающих водоудерживающую способность почвы и отношение гидравлической проводимости почвы к коэффициенту фильтрации влаги. Параметры аппроксимирующих функций оценены по физико-статистическим показателям почвы.

**Ключевые слова:** дифференциальная влагоемкость почвы, водоудерживающая способность почвы, гидравлическая проводимость почвы, капиллярность, логнормальное распределение эффективных радиусов почвенных пор.



