

### Выводы

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод, что руководители, начальники служб управления высшего и среднего звена в своей повседневной деятельности должны учитывать кадровую составляющую рисков.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Игнатов, С.А. Организационно-экономические методы управления рисками: автореф. ... дис. канд.

эконом. наук. – Ростов-на-Дону, 2007. – С. 11-19.

2. Иода, Е.В. Управление рисками предприятия/Е.В. Иода. – Тамбов: Изд-во Тамбовского гос. тех. унив-та, 2003. – С. 62-124.

3. Мамаева, Л.М. Управление рисками: учеб. пособие./Л.М. Мамаева – М: Изд-во Дашков и К<sup>о</sup>, 2004. – С. 55-56.

4. Лапуста, М.Г. Риски в предпринимательской деятельности/М.Г. Лапуста. – М. – Изд-во Финансы и статистика, 1998. – С. 368-388.

УДК 627.514

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 26.04. 2012

## ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ИНЖЕНЕРНЫХ РЕШЕНИЙ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ОГРАДИТЕЛЬНЫХ ДАМБ ПОЛЬДЕРНЫХ СИСТЕМ ПОЛЕСЬЯ

Я.М. Шупилов, канд. техн. наук, доцент, А.А. Зеленовский, канд. эконом. наук, доцент,  
Н.Г. Королевич, канд. эконом. наук, доцент (БГАТУ)

### Аннотация

*Предложен метод экономической оценки инженерных решений при реконструкции оградительных дамб. Рассмотрены варианты наращивания дамб в зависимости от обеспеченности максимального уровня воды на пойме для средней части р. Припять.*

*The method of economic assessment of engineering decisions during the reconstruction of dikes is proposed. Different variants relating to topping of dikes depending on the maximum water level in the middle part of the river Pripyat have been considered.*

### Введение

Потребность в увеличении производства молока, мяса и других продуктов животноводства в 60-80 годы прошлого столетия вызвала необходимость вовлечения в интенсивный сельскохозяйственный оборот новых земель, в том числе и пойменных, которые осущались путем строительства польдерных систем. Всего в Беларуси для защиты земель от притока поверхностных вод построено свыше 3,9 тысяч километров дамб. До проведения широкомасштабных мелиоративных работ площадь пойменных земель в Полесье составляла 600 тыс. га. К настоящему времени с применением незатапливаемых польдеров с механическим водоподъемом мелиорировано более 220 тыс. га. Основной задачей на пути совершенствования эксплуатации польдерных систем является своевременное и полное выполнение комплекса работ по капитальному, аварийному, текущему ремонту и техническому уходу за мелиоративной сетью и расположенными на ней сооружениями.

Оградительные дамбы – главный элемент польдерной системы, от параметров поперечного сечения которых и, главным образом, высоты в конечном итоге зависит эффективность их эксплуатации. Увеличение высоты дамбы приводит к замораживанию госу-

дарственных и кооперативных средств, вложенных на их переустройство.

### Основная часть

Высота оградительных дамб на мелиоративных системах при осушении пойм рек назначается исходя из условия, какой процентной обеспеченности расход должно пропустить русло реки и поймы при весеннем паводке. Поэтому, чем больше величина пропускаемого расхода, тем меньше абсолютное значение расчетного процента обеспеченности и выше высота дамбы, и наоборот. Для незатапливаемых дамб расчетным является максимальный весенний паводок. Глубина воды на пойме в это время зависит от величины пропускаемого расхода, ширины поймы, состояния поверхности (шероховатости), продольных уклонов поймы и пр. О максимальных глубинах воды на пойме р. Припять в периоды весенних половодий с различной обеспеченностью максимального уровня можно судить [1] по данным табл.1.

Наибольшие глубины воды отмечены в нижней части поймы, а наименьшие – в верхней и средней, где для 1% и 25% обеспеченности максимального уровня, соответственно, не превышали 1,66 и 1,00 м, с разницей на отдельных водомерных постах не более

**Таблица 1. Максимальные глубины воды на пойме р. Припять в периоды весенних половодий, м**

Наименование водомерных постов	Обеспеченность максимального уровня			
	1%	5%	10%	25%
Любязь	1,32	1,17	1,04	0,82
Б. Диковичи	0,91	0,74	0,62	0,44
Пинск	1,26	1,12	1,03	0,96
Коробы	1,66	1,41	1,29	1,00
Туров	1,50	1,25	1,12	0,84
Петриков	2,59	1,95	1,70	1,35
Мозырь	3,73	3,14	2,77	2,12
Чернобыль	2,78	2,41	2,20	1,81

0,66 м. Для водомерного поста «Пинск» разница не превышает 0,3 м.

В 60-80-х годах прошлого столетия на мелиоративных объектах Полесья высота построенных внутрихозяйственных дамб составляла от 0,8 до 2,0 м и межхозяйственных – от 1,1 до 4,0 м [2]. В зависимости от характера использования дамбы ширина по гребню изменяется от 3 до 8 м. Дамбы с шириной по гребню более 6 м в большинстве случаев используют в качестве дорог.

Объемы земляных работ и капитальные вложения на 1 км дамбы, как правило, находятся в прямой зависимости от параметров ее поперечного сечения. Такой же характер зависимости прослеживается и при расчетах объемов земляных работ и капитальных вложений на гектар мелиорируемой площади. В основании и теле дамб используют как минеральные, так и торфяные грунты.

Геометрические параметры и затраты на строительство оградительной дамбы, возведенной из минерального грунта на пойдерной системе «Парахонск» Пинского района площадью 6 тыс. га, приведены в табл. 2.

В процессе переустройства инженерной защиты затопляемых территорий возникает задача выбора оптимальных параметров противопаводковых соору-

**Таблица 2. Техническая характеристика оградительной дамбы на пойдерной системе «Парахонск» и затраты на ее строительство**

Наименование показателей	Значения показателей
Параметры оградительной дамбы:	
высота, м	2
ширина по верху, м	3 – 6
коэффициент заложения внешнего откоса	2 – 3
коэффициент заложения внутреннего откоса	1,75 – 2,5
общая длина, км	46,93
общий объем тела дамбы, тыс. м <sup>3</sup>	813,51
Капитальные затраты (общая сумма), тыс. у.е.	270,6

жений. Затраты на переустройство оградительных дамб зависят от многих условий. Среди них немаловажное значение имеют параметры поперечного сечения существующего сооружения, наличие в достаточном количестве местного грунта с требуемыми строительными свойствами, удельный вес привозного грунта в объеме тела дамбы и расстояние перевозки, применяемые машины и механизмы, технологические схемы реконструкции.

Для построенных дамб возможным вариантом наращивания является продольный способ с отсыпкой и уплотнением грунта в призме, примыкающей к насыпи существующей дамбы. Ширина наращиваемой части насыпи зависит от высоты и крутизны откосов, параметров строительных и транспортных средств. Минимальную ширину отсыпаемых слоев при механизированном выполнении земляных работ продольным способом принимают на 0,5-1 м больше ширины используемых механизмов (автосамосвала, бульдозера, катка и т.п.).

Гарантией предохранения земель польдера от затопления в результате перелива и прорыва дамбы является её соответствующим образом подобранная высота, которую определяют с учетом расчетного статического горизонта воды на пойме, стеснения потока реки оградительными дамбами, ветрового нагона и наката волны, а также осадки тела и основания дамбы. Величина конструктивного запаса по высоте незатопляемых дамб принимается равной 0,5 м.

С учетом приведенных рассуждений в качестве расчетных вариантов насыпи при наращивании призм грунта, определяющих превышение отметки гребня над поверхностью уровня воды на пойме, приняты размеры поперечного сечения дамбы, приведенные в табл. 3. Отметки гребня дамбы соответствуют максимальным уровням водомерного поста «Пинск» с глубинами воды на пойме р. Припять – 0,96; 1,03; 1,12 и 1,26 м в периоды весенних половодий с обеспеченностями максимального уровня водоприемника – 25, 10, 5, и 1%, представляющих собой математическое ожидание или вероятность таких паводков.

Экономическим критерием решения задачи по выбору оптимальных параметров поперечного сечения реконструируемой оградительной дамбы являлся минимум приведенных с учетом фактора времени, суммы средних за многолетний период ежегодных затрат на создание защитного сооружения и ущерба, который снижается в результате принимаемых мер, в расчете на единицу площади польдера:

$$Z+Y \rightarrow \min, \quad (1)$$

где Z – приведенные с учетом фактора времени средние за многолетний период ежегодные удельные затраты на возведение, наращивание и эксплуатацию дамбы, у.е./га-год; Y – приведенный с учетом фактора времени средний за многолетний период расчетный ежегодный удельный ущерб, у.е./га-год.

**Таблица 3. Технические характеристики оградительной дамбы при различном проценте обеспеченности максимального уровня воды водоприемника**

Характеристики оградительной дамбы	Обеспеченность максимального уровня воды водоприемника, %			
	25	10	5	1
Высота, м	2	2,07	2,16	2,3
Ширина по верху, м	3	6	6	6
Ширина по низу, м	12	15,32	15,72	16,35
Коэффициент заложения внешнего откоса	2,5	2,5	2,5	2,5
Коэффициент заложения внутреннего откоса	2	2	2	2
Общая длина, км	46,93	46,93	46,93	46,93
Объем тела дамбы выше дневной поверхности, тыс. м <sup>3</sup>	703,95	1035,32	1100,86	1206,22
Объем тела дамбы ниже дневной поверхности, тыс. м <sup>3</sup>	109,56	165,65	176,14	192,99
Общий объем тела дамбы, тыс. м <sup>3</sup>	813,51	1200,97	1277,00	1399,21

Оценка инженерных решений по реконструкции выполнялась на основе анализа зависимости (1) на примере оградительной дамбы на польдерной системе «Парахонск» и условиями, соответствующими условиям функционирования польдеров в Пинском районе Брестской области. В расчете величины  $Z$  и  $U$  приняты функционально зависимыми от объема противопаводковой призмы грунта, определяющей отметку гребня защитной дамбы.

При установлении приведенных средних ежегодных затрат  $Z$  в формуле (1) для рассматриваемых вариантов реконструкции существенное значение имеют величины единовременных капитальных вложений  $K$  и приведенных средних ежегодных издержек  $I$ , за рассматриваемый промежуток времени  $T$ , в расчете на единицу площади польдера.

В расчетах принято, что отметка гребня существующей дамбы, используемая в качестве аналога, с шириной по гребню 3 м, соответствует 25%-й обеспеченности максимального уровня водоприемника, а величина единовременных капитальных вложений – величине затрат на возведение дамбы-аналога на польдерной системе «Парахонск». По остальным рассматриваемым вариантам единовременные капитальные вложения приняты равными первоначальной величине капитальных затрат на возведение дамбы-аналога и дополни-

тельных капитальных вложений на ее реконструкцию с измененными размерами поперечного сечения.

Единовременные капитальные вложения  $K$  определялись по величине общего объема насыпи и стоимости 1 м<sup>3</sup> грунта, укладываемого в насыпь. Стоимость 1 м<sup>3</sup> грунта в теле дамбы принималась в зависимости от условий его разработки, транспортировки и укладки.

Для каждого варианта расчета рассмотрены случаи со следующими условиями производства работ:

- тело дамбы отсыпается из резерва со стороны источника затопления при одной перекидке грунта экскаватором. Стоимость укладки 1 м<sup>3</sup> грунта принята 0,35 у. е.;

- для отсыпки тела дамбы из резерва со стороны источника затопления требуется двойная перекидка грунта, например, когда разрабатываемый экскаватором грунт отсыпается в резерв, ранее использованный для возведения существующей дамбы, с последующей перекидкой в насыпь. Стоимость укладки 1 м<sup>3</sup> грунта принята 0,7 у. е.;

- насыпь отсыпается из грунта, доставляемого автотранспортом из сосредоточенных карьеров, при дальности возки 2 и 4 км со стоимостью укладки 1 м<sup>3</sup> грунта – 1,5 и 2,5 у. е. соответственно.

Удельные капитальные вложения (у.е./га) при реконструкции дамбы с различной высотой, соответ-

**Таблица 4. Удельные капитальные вложения для четырех вариантов реконструкции дамбы**

Обеспеченность максимального уровня на пойме, %	Высота дамбы, м	Площадь поперечного сечения, м <sup>2</sup>	Объем тела дамбы, м <sup>3</sup>	Удельные капвложения, у.е./га, при производстве работ с отсыпкой тела дамбы			
				из придамбового резерва с одной перекидкой грунта, затраты на 1 м <sup>3</sup> – 0,35 у.е.	из придамбового резерва с двойной перекидкой грунта, затраты на 1 м <sup>3</sup> – 0,7 у.е.	из сосредоточенного резерва, при транспортировке грунта автотранспортом, затраты на 1 м <sup>3</sup> – 1,5 у.е.	из сосредоточенного резерва, при транспортировке грунта автотранспортом, затраты на 1 м <sup>3</sup> – 2,5 у.е.
25	2,00	15,00	813,51	47,45	94,90	203,38	338,96
10	2,07	22,06	1200,98	70,06	140,11	300,24	500,41
5	2,16	23,46	1277,00	74,49	148,98	319,25	532,08
1	2,30	25,70	1399,21	81,62	163,24	349,80	583,01

ствующей обеспеченностям максимального уровня на пойме  $p=25, 10, 5$  и  $1\%$ , для различных способов производства работ, приведены в табл. 4.

Суммарные приведенные средние ежегодные эксплуатационные издержки в расчете на единицу площади поля за рассматриваемый промежуток времени определились суммой составляющих величин:

$$I_t = I_{в,t} + I_{кр,t} + I_{а,t} + I_{у,t}, \quad (2)$$

где  $I_{в,t}$  – средние годовые амортизационные отчисления на полное восстановление дамбы;

$I_{кр,t}$  – средние годовые отчисления на проведение плановых капитальных ремонтов;

$I_{а,t}$  – средние ежегодные отчисления на ремонт и восстановление дамбы (аварийные ремонты);

$I_{у,t}$  – средние ежегодные издержки на текущие ремонты и технические уходы.

Величина среднесрочного ущерба от наводнений, который изменяется в результате принятых мер, зависит от местных топографических, экономических и других условий.

Кроме прямого ущерба основным и оборотным фондам, расположенным непосредственно на затопляемых территориях, расчетная величина ущерба от наводнений может также включать [3]:

- ущерб, который несут предприятия, находящиеся вне зоны затопления с производством, зависимым от объектов, подверженных затоплению;

- ущерб от неэффективного использования затопляемых территорий, определяемый недополученным эффектом, который мог быть при надежной защите территории от наводнений;

- моральный и социальный ущерб, экономическая оценка которого выражается в ухудшении физического и психологического состояния людей.

Ввиду сложности учета, вторичный ущерб в расчетах не учитывался. Прямой ущерб определялся стоимостью восстановительного строительства, затратами на внеплановые капитальные ремонты, потерю урожая.

Срок службы земляных сооружений на полях составляет 80 лет, поэтому норма амортизационных отчислений на полное восстановление дамбы составит:  $a_в = 1/80 = 0,0125$ . При известном  $K$  и площади поля  $f$  величина ежегодных амортизационных отчислений на полное восстановление дамбы  $I_в$ , за рассматриваемый промежуток времени, находилась из зависимости

$$I_в = \frac{a_в K}{f}. \quad (3)$$

Плановые капитальные ремонты проводят с периодичностью 15 лет и включают следующие виды работ: восстановление до проектных отметок высоты дамб в местах разрушений, деформаций свыше 1 м, вызванных осадкой основания и тела насыпи; уширение гребня до размеров, соответствующих действующим нормативным документам и др. [4]. Средняя величина ежегодных

отчислений на проведение капитальных ремонтов по каждому из рассматриваемых вариантов на единицу площади поля определялась по зависимости

$$I_{кр} = \frac{a_{кр} K}{f}, \quad (4)$$

где  $a_{кр}$  – норма амортизационных отчислений на капитальный ремонт (в долях единицы от единовременных капиталовложений).

При затратах на капитальные ремонты земляных плотин 40% от первоначальной стоимости за весь срок службы [4], норма амортизационных отчислений на капитальный ремонт дамбы со сроком службы 80 лет принята  $a_{кр} = 0,40/80 = 0,005$ .

В аварийный ремонт входят непредвиденные и неотложные работы по ликвидации разрушений дамбы, вызванных паводками. Средние годовые издержки при проведении аварийных работ за расчетный период  $T$  эксплуатации дамбы на единицу площади поля  $f$  определялись по формуле:

$$I_а = \frac{a_m K}{f}, \quad (5)$$

где  $a_m$  – норма амортизационных отчислений на аварийные ремонты.

Величина  $a_m$  принималась функционально зависимой от числа ожидаемых (моделируемых) наводнений  $m$ , т.е.  $a_m = 0,001m$ .

Число моделируемых наводнений в каждом варианте расчета определялось в зависимости от величины обеспеченности расхода водоприемника  $p$  из выражения:

$$m = \frac{pT}{100}. \quad (6)$$

Комплекс работ по текущему ремонту и техническому обслуживанию дамб определяется годовыми планами работ. В расчетах требуемого объема работ (в стоимостном выражении) по полдерным системам эта величина может составлять 1,80 у.е./га-год.

Так как обеспеченность расхода водоприемника является стохастической (случайной) величиной, средний годовой расчетный ущерб от наводнений на единицу площади поля  $f$  определялся как математическое ожидание ущерба по формуле:

$$Y_i = \frac{\beta m Y_{i,max}}{100 f}, \quad (7)$$

где  $Y_{i,max}$  – максимальная величина ущерба от  $i$ -го наводнения;

$\beta$  – принимаемая в расчетах величина ущерба в процентах от максимального;

$m$  – число ожидаемых (моделируемых) наводнений.

Обоснование экономической эффективности инженерных решений при реконструкции дамб проводилось с учетом фактора времени. В отношении еди-



новременных капложений учета фактора времени не производилось, т.к. для всех сравниваемых вариантов принято, что реконструкция дамбы осуществлена в течение года.

Приведенные суммарные эксплуатационные издержки в расчете на единицу площади польдера за рассматриваемый промежуток, подсчитанные с учетом фактора времени, определялись по формуле:

$$I_t = \sum_{i=1}^{t=T} I_i (1 + E)^{\tau-t}, \quad (8)$$

где  $I_i$  – эксплуатационные издержки на единицу площади в год  $t$ ;

$T$  – расчетный промежуток времени;

$\tau$  – год приведения затрат (в расчетах  $\tau$  принято равным нулю, т.е. для всех сравниваемых вариантов в качестве года приведения затрат принят год реконструкции дамбы);

$E$  – принята ставка дисконтирования (коэффициент учета фактора времени, принят равным 0,08).

Аналогичным образом, с учетом фактора времени, рассчитывались суммарные приведенные величины ущерба за рассматриваемый промежуток времени на единицу площади польдера.

Непосредственное определение среднесовременного ущерба от наводнений вызывает наибольшую сложность в расчетах, поэтому ее максимальная величина принята равной 426 у.е./га, которая равна величине валовой продукции, полученной при использовании пойменных земель хозяйствами. Чтобы учесть возможные условия функционирования польдера, кроме принятой максимальной величины ущерба, в расчетах рассмотрены варианты ущерба, составляющие 5, 10, 25, 50 и 75% от максимального.

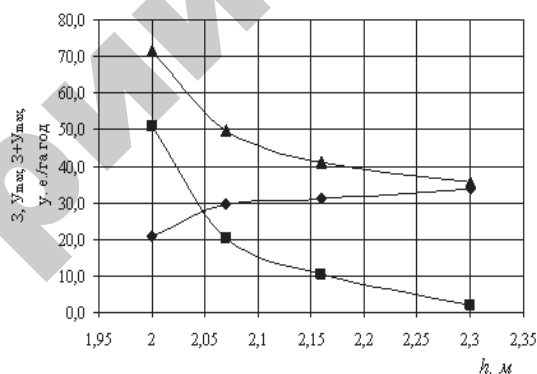
Сравнение вариантов по сумме капитальных вложений, ежегодных издержек и принятой величине ущерба проводилось за промежуток времени – 21 год, т.к. применение показателя суммарных расходов за меньший период могло повлечь за собой ошибочное решение [3]. Результаты расчетов приведенных ежегодных суммарных затрат и расчетных ущербов (табл. 5) позволяют судить об оптимальной высоте, а следовательно, и возможных оптимальных параметрах поперечного сечения оградительной дамбы.

Для варианта наращивания насыпи из придамбового резерва с одной перекидкой грунта экскаватором (табл. 5) показывает существенное изменение приведенных с учетом фактора времени суммы ежегодных затрат и ущерба ( $Z+Y$ ) в зависимости от высоты дамбы. Особенно это заметно для приведенного с учетом фактора времени расчетного ущерба  $Y$  для значений  $Y_{\max}$  и  $0,5 Y_{\max}$ , где изменение составляет соответственно 7,3 и 4,5 раза с увеличением высоты дамбы с 2 до 2,3 м. При уменьшении расчетного ущерба до  $0,1 Y_{\max}$  и  $0,05 Y_{\max}$  упомянутое снижение составит только 1,5 и 1,1 раза, что, однако, для принятых за-

трат 0,35 у. е. на  $1 \text{ м}^3$  грунта не позволяет рекомендовать высоту дамбы ниже 2,3 м.

В варианте наращивания насыпи из придамбового резерва с двойной перекидкой грунта экскаватором увеличение высоты дамбы вызывает не столь заметное снижение суммарных затрат и ущерба ( $Z+Y$ ) с изменением ее высоты, которое для значений  $Y_{\max}$  и  $0,5 Y_{\max}$  составило 4,7 и 2,9 раза соответственно, а для  $0,1 Y_{\max}$  – 1,1 раза, однако говорить о возможности снижения высоты дамбы с принятыми затратами 0,7 у. е. на укладку  $1 \text{ м}^3$  грунта также нельзя. Исключением в рассматриваемом варианте является случай с  $Y=0,05 Y_{\max}$ , когда значения ( $Z+Y$ ) увеличиваются с ростом высоты насыпи, что позволяет считать возможным отказ от ее наращивания.

Приведенные с учетом фактора времени ежегодные суммарные затраты на защитные мероприятия и ущерб  $Z+Y$ , средние за многолетний период, можно представить как функцию высоты оградительной дамбы  $h$ . Изменение поведения функции ( $Z+Y$ ) для вариантов возведения дамбы при доставке грунта из сосредоточенных карьеров, при стоимости  $1 \text{ м}^3$  грунта – 2,5 у. е. и максимальных потерях урожая можно видеть на рис. 1 (данные табл.5). По кри-



- ◆ приведенные с учетом фактора времени ежегодные затраты на защитные мероприятия, средние за многолетний период,  $Z$ , у. е./га год;
- приведенный с учетом фактора времени ежегодный расчетный ущерб, средний за многолетний период,  $Y_{\max}$ , у. е./га год;
- ▲ приведенные с учетом фактора времени ежегодные суммарные затраты на защитные мероприятия и ущерб, средние за многолетний период,  $Z+Y_{\max}$ , у. е./га год

Рисунок 1. Выбор оптимальной высоты  $h$  оградительной дамбы при доставке грунта из сосредоточенного резерва

терию минимума расчетных затрат,  $Z+Y \rightarrow \min$ , оптимальная высота дамбы для рассматриваемого случая составляет 2,3 м.

В случае доставки грунта в насыпь из сосредоточенных карьеров для максимального уровня с обеспеченностью  $p=25\%$ , когда потери урожая составляют менее  $0,1 Y_{\max}$ , а стоимость укладки  $1 \text{ м}^3$  грунта превышает 1,5 у. е. высоту насыпи следует оставить

**Таблица 5. Средние за многолетний период удельные капиталовложения, ежегодные суммарные издержки и расчетный ущерб, для четырех вариантов реконструкции дамбы**

Условие наращивания дамбы	Высота дамбы, м	Среднегодовые капвложения на возведение дамбы К, у.е./га-год	Ежегодные суммарные издержки И, у.е./га-год	Ежегодный максимальный расчетный ущерб, $U_{max}$ , у.е./га-год	$3+U_{max}$ , у.е./га-год	$3+0,5U_{max}$ , у.е./га-год	$3+0,25U_{max}$ , у.е./га-год	$3+0,1U_{max}$ , у.е./га-год	$3+0,05U_{max}$ , у.е./га-год
Из придамбового резерва, при одной перекидке грунта, затраты на $1 \text{ м}^3 - 0,35 \text{ у.е.}$	2,00	2,26	1,37	50,80	54,43	29,03	16,33	8,71	6,17
	2,07	3,34	1,51	20,32	25,17	15,01	9,93	6,88	5,86
	2,16	3,55	1,51	10,16	15,22	10,14	7,60	6,08	5,57
	2,30	3,89	1,55	2,03	7,47	6,45	5,94	5,64	5,54
Из придамбового резерва, при двойной перекидке грунта, затраты на $1 \text{ м}^3 - 0,7 \text{ у.е.}$	2,00	4,52	1,88	50,80	57,20	31,80	19,10	11,48	8,94
	2,07	6,67	2,16	20,32	29,15	18,99	13,91	10,87	9,85
	2,16	7,09	2,17	10,16	19,42	14,35	11,81	10,28	9,77
	2,30	7,77	2,24	2,03	12,04	11,03	10,52	10,21	10,11
Из сосредоточенного резерва, при транспортировке грунта автотранспортом, затраты на $1 \text{ м}^3 - 1,5 \text{ у.е.}$	2,00	9,68	3,04	50,80	63,53	38,13	25,43	17,81	15,27
	2,07	14,30	3,65	20,32	38,27	28,11	23,03	19,98	18,97
	2,16	15,20	3,68	10,16	29,04	23,96	21,42	19,89	19,39
	2,30	16,66	3,81	2,03	22,50	21,48	20,98	20,67	20,57
Из сосредоточенного резерва, при транспортировке грунта автотранспортом, затраты на $1 \text{ м}^3 - 2,5 \text{ у.е.}$	2,00	16,14	4,50	50,80	71,44	46,04	33,34	25,72	23,18
	2,07	23,83	5,51	20,32	49,66	39,50	34,42	31,38	30,36
	2,16	25,34	5,55	10,16	41,05	35,97	33,43	31,91	31,40
	2,30	27,76	5,78	2,03	35,57	34,56	34,05	33,75	33,65

без изменений, т.е. 2 м (табл. 5). Не эффективны по сумме капитальных вложений и ежегодных издержек для принятой величины ущерба варианты, когда насыпь наращивается до высоты 2,07 и 2,16 м, что соответствует обеспеченности максимального уровня  $p=10$  и 5%, а также для высоты насыпи после наращивания 2,3 м, т.е. при  $p=1\%$ .

Высота дамбы без наращивания, т.е. 2 м, соответствующая  $p=25\%$ , является эффективной и при более существенных потерях урожая, например,  $0,25U_{i \text{ max}}$ , когда стоимость  $1 \text{ м}^3$  грунта в дамбе составляет 2,5 у.е. Для этого случая возможно также и рассмотрение вариантов наращивания дамбы, так как приведенные с учетом фактора времени суммы затрат на наращивание высоты и эксплуатацию дамбы для величины потерь урожая  $0,25U_{i \text{ max}}$  близки по величине.

Таким образом, сравнение вариантов расчета для принятых затрат 0,35; 0,7; 1,5 и 2,5 у.е. на укладку  $1 \text{ м}^3$  грунта и возможных потерь урожая от  $0,1U_{i \text{ max}}$  до  $U_{i \text{ max}}$  позволяет считать, что в большинстве случаев оптимальной высотой дамбы при ее наращивании по минимуму приведенных затрат с обеспеченностью максимального уровня  $p$  на водомерном посту «Пинск» в большинстве случаев является высота, соответствующая меньшим значениям  $p$ , причем, наращивание насыпи до высоты 2,3 м, соответствующей  $p=1\%$ , является наиболее предпочтительным.

### Заключение

Вопрос реконструкции оградительных дамб должен решаться на основании технико-экономических вариантов расчета, разработка которых ведется с учетом возможной затопляемости во время весеннего половодья, надежности в эксплуатации, местных условий строительства, наличия биогенных грунтов и илов, технических возможностей строительной организации.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Русецкий, А.П. Затопляемые польдеры Белорусского Полесья/ А.П. Русецкий. – Мн.: ГУ «Учебно-методич. центр Минсельхозпрода», 2004. – 150 с.
2. Лыч, Г.М. Эффективность польдерного осушения пойменных земель Полесья/ Г.М. Лыч, Е.К. Нестеренко. – Мн.: Ураджай, 1985. – 135 с.
3. Экономика гидротехнического и водохозяйственного строительства/Д.С. Щавелева [и др.]; под общ. ред. Д.С. Щавелева. – М.: Стройиздат, 1986. – 423 с.
4. Классификация работ по техническому обслуживанию мелиоративных систем в Республике Беларусь: РД 1.04. – 01/ Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь. – Мн., 2004. – 14 с.