

Днестр-Стрвяжской, Солокийской и других осушительных систем. Научно-исследовательский институт земледелия и животноводства западных районов УССР совместно с отделом эксплуатации и использования мелиорируемых земель института Львовгипроводхоза разработал и систему агрометеорологических способов обработки земли, агротехники, возделывания сельскохозяйственных культур на осушенных землях. Полученные разработки использованы планирующими сельскохозяйственными органами при агрономическом обосновании и проведении двойной мелиорации в зоне осушаемых земель Малого Полесья, при перераспределении воды во времени, регулировании водно-воздушного режима земель с помощью подачи воды в засушливые периоды, с максимальной аккумуляцией и использованием естественных запасов влаги, которые обеспечивают высокие и устойчивые урожаи.

1. Білоус Й. М., Чернюк Л. Ф. До питання визначення оптимальних режимів вологи в кореневмісному шарі меліорованих суглинкових ґрунтів в умовах Передкарпаття // Передгір'я і гірське землеробство. 1982. Вип. 27. С. 10—13.
2. Білоус Й. М. Вплив рівневого режиму ґрунтових вод на фологію активного шару ґрунту і врожайність сільськогосподарських культур у зоні земель періодичного перезволоження // Ефективне використання осушених земель західних областей України. Львів: Вища шк. Вид-во при Львів. ун-ті, 1977. С. 71—75.
3. Добрянський В. С., Білоус Й. М., Бурдан В. М. Вплив природних факторів та агрометеорологічних заходів на врожайність сільськогосподарських культур в умовах Передкарпаття // Передгір'я і гірське землеробство. 1983. Вип. 28. С. 11—13.
4. Терещенко К. П., Білоус Й. М., Самсонюк Г. І. Вплив гідрометеорологічних факторів на режим рівня ґрунтових вод у зоні осушення // Питання меліорації та ефективного використання осушених земель Українського Полісся. Львів: Вища шк. Вид-во при Львів. ун-ті, 1976. С. 89—91.

Поступила в редколлегию 22.01.86

УДК 631.452:631.6.02

Ф. Н. ЛИСЕЦКИЙ, канд. геогр. наук,
В. Д. КОВТУН, мл. науч. сотр., Одес. ун-т

ЛАНДШАФТНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ОРОСИТЕЛЬНОЙ МЕЛИОРАЦИИ ЭРОДИРОВАННЫХ ПОЧВ ПРИ КОНТУРНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ТЕРРИТОРИИ

Пути реализации крупномасштабных задач Продовольственной программы СССР, определенные XXVII съездом КПСС, предусматривают значительное повышение устойчивости земледелия на основе увеличения плодородия почв и внедрения интенсивных технологий возделывания сельскохозяйственных культур. Для расчлененных территорий степной и лесостепной зон основные требования к созданию устойчивой природно-хозяйственной системы земледелия интенсивного и в то же время почвозащитного пользования в наибольшей мере могут быть удовлетворены при почвозащитной системе контурно-мелиоративного земледелия (ПЗСК-МЗ) [5, 6, 8]. В основе этой системы лежит единая противоэрозионно-обводнительная сеть, которая в соответствии с ландшафтной

структурой позволяет расчленить эродируемые водосборы и тем самым добиться равновесия между водосборной площадью, количеством осадков, противоэрозийной устойчивостью почв и другими факторами [6]. В степной и лесостепной зоне противоэрозийная организация территории помимо основной своей функции — предотвращения смыва и размыва почв — призвана обеспечить эффективное регулирование поверхностного стока и задержание оптимального количества воды, т. е. быть почвоохранной [5]. По возможности полное задержание стока рубежами первого порядка и микролиманами, расположенными вдоль них, обеспечивает сохранение на склоне продуктов смыва (мелкозема, воднорастворимых гумусовых веществ, удобрений). Наряду с этим, применение оросительной мелiorации на склоновых, а также эродированных землях рассматривается нами (в комплексе с другими мероприятиями) как определяющий фактор воспроизводства утраченного почвенного плодородия в экономически приемлемые сроки.

Согласно расчетным зависимостям общей величины энергетических затрат на почвообразование Q , которые установлены В. Р. Волобуевым [1], дополнительное количество влаги при орошении приведет и к существенному росту величины Q : в степной зоне при оросительной норме $2000 \text{ м}^3/\text{га}$ (с учетом непроизводительных потерь воды) с 22 до $27 \text{ ккал}/\text{см}^2$ в год. При сходных значениях термических ресурсов в пределах лесостепной и степной зон использование орошения предопределяет возможность более глубокого воздействия влаги на формирование гумусового профиля почв степной зоны. Известно, что гумус нижних, особенно карбонатных, слоев чернозема связан, помимо корнеоппада, и с аккумуляцией водно-растворимых продуктов разложения, образующихся в верхней части гумусового горизонта. При орошении миграционная подвижность водно-растворимых гумусовых веществ несколько усиливается. В частности, как показывает установленная нами зависимость предельной мощности гумусового горизонта $H_{\text{г(пр)}}$ от величины Q , отмеченные выше изменения Q при условии поступления в почву оптимального количества органического вещества могут привести к увеличению зонального значения $H_{\text{г(пр)}}$ почв степной зоны на 24—26 см. Очевидно, что орошение может ускорить также восстановление гумусового горизонта эродированных почв, что обуславливается отсутствием в них равновесия составляющих процесса гумусообразования. Специально проведенные нами эксперименты, а также анализ работ других авторов, позволяют заключить, что в эродированных почвах более интенсивно протекает биохимическая трансформация поверхностных остатков, выше гумификация органического вещества и степень обогащения питательными веществами, чем в неэродированных.

В пределах склоновых водосборов дифференцированный подход к рациональному использованию и воспроизводству почвенных ресурсов может быть осуществлен на основе выделения

ландшафтных полос. При ландшафтной типизации контуры, включая в себя однородные сочетания основных ландшафтоформирующих факторов (почвы, рельефные характеристики, условия увлажнения, микроклиматические особенности) и гомогенность распределения ресурсных оценок продуктивности, определяют границы рабочих участков. Такой подход позволяет снизить негативное влияние усложненной структуры почвенного покрова склонов на эффективность использования почвенных ресурсов. Поэтому ландшафтные контуры можно рассматривать как природную основу формирования элементарных единиц агроэкосистем.

В настоящей статье приведены результаты изучения сопряженного функционирования ландшафтных полос опытного участка и намечены принципиальные направления проектирования оросительной мелиорации на эродированных почвах. Полевые исследования проводили в Овидиопольском районе Одесской области (Нижнеднестровская оросительная система). Опытный участок представлял собой склон восточной экспозиции общей длиной 200 м и средним уклоном 2,4°. Почва — чернозем южный слабогумусированный, по гранулометрическому составу тяжелосуглинистый иловато-крупнопылеватый, несмытый на водоразделе, намывтый у подножья склона и разной степени смытости в пределах склона (табл. 1). Особенности ландшафтных полос на склоне изучали на основе всесторонней характеристики соответствующих почв, интегрально отражающих параметры и режим функционирования однородного участка. В 1985 г. проводили наблюдения за влажностью слоя почвы 60 см, объемной массой, температурой на поверхности почвы. В целях сопоставления суммарных различий влажности почв (по результатам определений в шести слоях) использовали кластерный анализ [3]. Близость влажностного режима почв оценивали на основе расчета евклидовой дистанции по средним значениям влажности и дисперсиям. Сравнение средних значений влажности по отдельным слоям разных почв и темпера-

Таблица 1. Характеристика почв опытного участка

Номер разреза	Укло-ны, град	Рассто-яние от водо-раздела, м	Мощность горизонта А, см	Глубина вскипания от НСІ, см	Мощность гумусо-вого горизонта А+ВВ, см	Среднее содержа-ние гумуса в слое 0—50 см, %	Степень смытости (намывтости)
1		37	42	59	59	2,75	Несмытая
2	1,5	112	31	46	43	2,80	Слабосмытая
3	3	135	—	0	29	1,70	Сильносмытая
4	6,8	147	—	0	33	1,35	»
5	4,9	156	—	0	32	1,71	»
6	4,8	165	—	0	95	2,60	Смыто-намы- тая
7	0,3	181	—	До 50 и С 85	320	3,09	Намытая мощная

тур по характерным точкам склона проводили с помощью критерия t Стьюдента, а дисперсий — посредством критерия F Фишера для 5 %-ного уровня значимости. Методика проведения лабораторных исследований (определение структурно-агрегатного, гранулометрического, микроагрегатного состава, удельной массы, полной (ПВ) и наименьшей (НВ) влагоемкости, содержания гумуса) и их повторность — общепринятые. В целях оценки эффективного плодородия почв опытного участка и контроля последующих изменений под влиянием орошения нами проведен вегетационный опыт с ячменем — сравнительно хорошим индикатором почвенного плодородия. Полиэтиленовые сосуды (20×20 см) наполняли почвой слоя 0—30 см характерных разрезов склона (см. табл. 1) и выращивали в них ячмень сорта «Одесский-82» (по 25 растений на сосуд). В первой серии сосудов поддерживалась средняя влажность наиболее важного периода вегетации (май — июль), во второй — оптимальная влажность из расчета 60 % НВ. Повторность опытов двух-трехкратная. Обработка результатов двухфакторного опыта проведена с помощью дисперсионного анализа.

В пределах склона по гранулометрическому составу слоя 0—30 см наиболее отличаются сильноосмытые почвы (разрез 3—5), которые содержат меньше илистой фракции и больше мелкопылеватых частиц, чем другие почвы. Микроструктуренность выражена хорошо и менее изменчива: фактор дисперсности не превышает 7—8 %. Структурно-агрегатный состав почвы при сухом просеивании показывает, что относительно несмытой почвы содержание фракций менее 3 мм увеличивается к почвам нижних частей склона, достигая максимальных значений в разрезах 5 и 6, и вновь снижается в разрезе 7. Связано это не только с влиянием припахиваемой почвообразующей породы — лесса —, но и с аккумуляцией продуктов смыва. Наименее гумусированная почва на склоне (разрез 4) содержит наибольшее количество частиц менее 0,25 мм (59 % при мокром просеивании), что в условиях орошения будет способствовать коркообразованию. При орошении значительно усиливается роль агрофизических характеристик пахотного слоя, и прежде всего, содержания водопрочных агрегатов и плотности почвы. Критерий водопрочности, рассчитанный согласно работе [7], имеет низкие значения для почв разрезов 4 и 5 (2,1—2,4), а высокие — для разрезов 2, 3, 7 (3,1—3,9). За вегетационный период объемная масса слоя 0—30 см была выше в разрезе 1 и 7 (1,2 г/см³) и ниже в разрезах 3 и 4 (1,12 г/см³), а общая пористость находилась в оптимальных пределах (55—58 %), за исключением разреза 1, где она оценивалась (по Качинскому) как удовлетворительная.

В условиях ПЗСК-МЗ возможен учет микроразональных особенностей природных комплексов. По нашему мнению, использование в проектировании микроразональных и, в первую очередь, микроклиматических характеристик ландшафтных полос является важнейшей предпосылкой успешного выполнения требования адап-

тивности зональной системы земледелия к условиям ландшафтной зоны. Это положение подкрепляется и результатами специальных исследований [4], при которых установлена соразмерность изменений агроклиматических ресурсов под влиянием местного климата и микроклимата с изменениями при переходе от одной климатической зоны к другой. С целью определения существенных особенностей, которые могут быть учтены на этапе проектирования оросительной мелиорации склоновых земель, нами изучен гидротермальный режим опытного участка. Обработка результатов сопряженных определений температур в отдельные сроки вегетационного периода не позволила установить достоверных различий по отдельным элементам склона. Объясняется это тем, что основной фактор дифференциации температурных различий — уклон — часто затушевывается мультипликативным влиянием других факторов (ветер, облачность, влажность почвы и др.). В результате при большой величине дисперсии невозможно выявить различий по среднему значению температур. Поэтому вычленение влияния уклона было проведено на основе изучения суточного хода температур (2—3.10.85). Анализ данных, полученных через каждый час, показывает, что в период с 17³⁰ до 6³⁰ различия температур на поверхности почвы для отдельных элементов склона незначительны. К полудню (с 10³⁰ до 13³⁰) температурные различия дифференцируются в наибольшей степени, достигая между некоторыми смытыми почвами 4—6 °С. В этой связи время суток с 17 до 6 часов может считаться оптимальным для проведения поливов, так как позволяет назначать поливные нормы, рассчитанные по характеристикам водоудерживающей способности почв, не прибегая к корректирующим поправкам на увеличение непроизводительного расхода воды в контурах с большей величиной испаряемости в дневное время. Помимо этого, как указывается в работе [2], полив в жаркое время суток приводит к увеличению активной щелочности почв и появлению соды.

Таблица 2. Обобщенные результаты суточного хода температур (2—3.10.85) на поверхности почвы

Номер точки	Средняя температура, °С (n=25)	Разница, °С	Среднее квадратическое отклонение
1	15,82		10,40
2	15,68	0,14	10,22
3	15,34	0,34*	9,76
4	15,10	0,24*	9,61
5	14,93	0,17	10,16
6	16,16	1,23**	11,49
7	15,55	0,61*	10,78

Примечание. Разница значима с веро-
ятельностью: *—0,95; **—0,99.

Оценка разности температур суточного хода между соседними точками (табл. 2) показала, что различия не существенны лишь между парами, характеризующими сходные условия рельефа — 1 и 2, 4 и 5. На 1 %-ном уровне значимости установлены различия в суточном ходе температур точек 5 и 6. Таким образом, по термическому фактору в пределах склона может быть намечено четыре рубежа, которые в целом дифференцируют почвы различных степеней смытости. Согласно проведенным нами предварительным расчетам, разница в вели-

чине испаряемости за вегетационный период, обусловленная температурными различиями почв склона, может достигать в отдельных контурах 70 мм.

Особенности влажностного режима почв были установлены по данным наблюдений за период май — июль (восемь определений), когда существовали условия для перераспределения влаги по склону. Результаты кластерного анализа позволили сделать следующие выводы. Верхние 2/3 склона, включающие несмытую, слабосмытую и часть контура сильносмытых почв (до резкого (с 3° до 6,8°) изменения уклона), характеризуются близкими значениями влажности в отдельных слоях почвы при их совокупном сравнении по расстоянию в евклидовом пространстве (табл. 3). Сильносмытые почвы (разрезы 4 и 5) однотипны по условиям увлажнения. Смыто-намытая почва на переходе к тальвегу (разрез 6) и намытая почва (разрез 7), резко отличаясь между собой и от других почв, относятся к разным кластерам на высоком уровне пороговых расстояний.

Таблица 3. Результаты расчетов евклидовой дистанции при сравнении значений влажности (числитель) и дисперсий (знаменатель) в отдельных почвах

Номер разреза	1	2	3	4	5	6
1	—					
2	<u>1,68</u> 6,06					
3	<u>1,56</u> 4,50	<u>2,51</u> 6,57				
4	<u>3,49</u> 6,98	<u>5,02</u> 7,23	<u>3,07</u> 5,06			
5	<u>1,89</u> 4,83	<u>3,42</u> 6,84	<u>1,96</u> 3,32	<u>2,04</u> 3,55		
6	<u>9,27</u> 7,50	<u>7,74</u> 6,78	<u>9,66</u> 4,90	<u>12,38</u> 6,70	<u>10,92</u> 6,37	
7	<u>19,23</u> 29,37	<u>17,66</u> 25,71	<u>19,63</u> 29,10	<u>22,13</u> 30,77	<u>20,90</u> 31,25	<u>10,61</u> 30,12

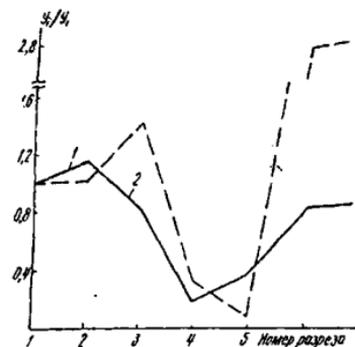
Результаты расчетов евклидова расстояния по дисперсиям (см. табл. 3) показывают достаточное своеобразие режима влажности для точек наблюдений, отражающих характерные почвенно-геоморфологические условия (разрезы 1, 2, 6, 7). Почвы, связанные наиболее однородными условиями перераспределения влаги по склону (разрезы 3—5), выделяются в единый кластер на самом низком уровне пороговых расстояний.

Начиная от водораздела (разрез 1), в результате сопоставления частных различий влажности (по критерию t) установлены существенные различия между всеми изученными слоями почв

только на границе точек 5 и 6, что позволяет считать эту границу на склоне наиболее резкой. Склоновые почвы (разрезы 3—6) ниже глубины 35 см имеют существенные различия во влажности за счет внутрипочвенного перераспределения.

Использование иерархической классификации по результатам кластерного анализа и оценок существенности различий отдельных слоев почвы позволяет в режиме влажности установить значимые изменения этого градиента и наметить границы контурных полос, определяющих дифференциацию оросительных норм с учетом перераспределения атмосферных осадков по склону.

Исследования, проведенные нами в степной зоне Причерноморья, показали, что поступление, трансформация и скорость восстановления органического вещества в почве существенно зависят не только от степени смывости, но и от положения на склоне. Это связано с действием определяющего фактора в данных физико-географических условиях — степени увлажнения, которая более точно дифференцирует микрозональную структуру склоновых ландшафтов. Устранение лимитирующего влияния влаги при оро-



Изменение относительного урожая зерна ячменя (Y_i/Y_1) на почвах склона по результатам вегетационного опыта. Увлажнение:

1 — фактическое (сплошная линия);
2 — оптимальное (штриховая)

шени, а также уменьшение роли особенностей ее перераспределения по склону при перестройке динамики водно-эрозионного процесса в условиях контурной организации территории выдвигают на первый план в обосновании границ рабочих участков (полос-контуров) учет инфильтрационной и водоудерживающей способности почв.

Почвы опытного участка по определениям в слое 0—30 см характеризовались величиной ПВ в пределах 42,7—51,1%. Наибольшую величину ПВ имеют почвы нижней части склона (разрезы 4—6) — 49,1—51,1%, наименьшую — 42,7—42,9% почвы из разрезов 2 и 3. Поливы в вегетационном опыте проводились из расчета 60% ПВ, т. е. верхний оптимальный порог увлажнения составлял 25,6—30,7%, что в целом соответствовало диапазону изменения наименьшей влагоемкости почв. Влажность, измеренная в мае — июле и поддерживаемая во второй серии вегетационных сосудов, находилась в пределах 63—67% НВ, т. е. была меньше нижнего оптимального порога увлажнения (для зерновых культур 70—80% НВ).

Результаты проведенного вегетационного опыта отражают закономерную зависимость урожая зерна ячменя от плодородия почвы, а через средние величины полевой влажности — и от положения почвы на склоне (см. рисунок). Почвы нижней части

склона (разрезы 6, 7), аккумулировавшие значительные запасы элементов плодородия и отличающиеся большей степенью увлажненности, чем почвы водораздела, все же не достигают их уровня эффективного плодородия. Однако на смыто-намытых и намытых почвах урожай зерна при оптимальном увлажнении в 1,46 раз больше, чем при увлажнении мая — июля. Снижение урожая зерна на почве из разреза 2 при оптимальном увлажнении, вероятно, связано с нарушением сбалансированности соотношения основных элементов питания, что привело к бурному росту побочной продукции. Повышение относительной эффективности орошения на почвах из разрезов 2 (по общему урожаю) и 3 (по зерну и общему урожаю) во многом связано с более высокой водопрочностью их агрегатов размером от 1 до 0,25 мм по сравнению с почвой водораздела, имеющей неудовлетворительное структурное состояние (по Долгову и Бахтину). Это определило в вегетационном опыте лучшие условия аэрации для почв из разрезов 2 и 3. Регулярное орошение, очевидно, резко снизило и физиологически оптимальный запас воздуха у почв, отличающихся наименее водопрочной структурой (разрезы 4 и 5). В целом результаты дисперсионного анализа по урожаю зерна показали, что условия оптимального увлажнения не устраняют различий в плодородии эродированных почв, а, напротив, даже более четко их выявляют. Поэтому при орошении склоновых земель целесообразно выращивать кормовые культуры и, прежде всего, многолетние травы, урожайность которых менее зависит от почвенного плодородия, а более — от различий во влагообеспеченности.

Комплексный анализ важнейших статических параметров (степень смытости почв, запасы гумуса, агрофизические свойства, уровень плодородия при разном увлажнении) и режимов (влажности, термического), отразивших состояние и направленность изменений ландшафтной структуры ПТК, позволил обосновать границы однородных единиц агроэкосистем. Для создания ПЗСК-МЗ с последующим орошением опытного участка запроектирована параллельная нарезка пяти рабочих загонов (полос-контуров). Ширина первой полосы, включающей несмытые и часть слабосмытых почв, с учетом кратности захвата агрегатов составит 101,8 м, второй (слабосмытые почвы) — 32,4 м и последующих (между точками 3—4, 4—6, 6—7) — 10,8 м. Линейный рубеж первого порядка со стокорегулирующими элементами будет размещен на переломе рельефа, в зоне перехода к сильносмытым почвам. На конкретном участке целесообразно создание вала-канавы у нижней границы сильносмытых почв в связи с проектируемым землеванием третьего и четвертого контуров, отводом сбросных вод для повторного орошения в пруд-накопитель и понижением базиса эрозии при строительстве этого пруда после реплантации намытой почвы. Другие контуры будут разделены тремя рубежами регулирования в виде временных валков высотой 25 см. Возможность управления процессом воспроизводства почвенных ресурсов и оценки эффективности системы рассмотрены

нами ранее [9]. Полив на склонах может производиться одним из используемых ныне в орошаемом полеводстве способов полива: дождеванием, поверхностным и внутрипочвенным.

Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. Микрозональная структура склоновых ландшафтов в целом определяется границами традиционно картографируемых степеней смывтости, но может быть точнее дифференцирована по особенностям гидротермического режима. При использовании оросительной мелiorации целесообразность проектирования линейных рубежей по границам отдельных элементов склона определяет возможность более генерализованного учета ландшафтной структуры.

2. Эффективность выращивания зерновых культур на склоновых землях в условиях орошения зависит от уровня плодородия почв. Поэтому критерии оценки эффективности орошения на склонах должны быть различными: для ландшафтных полос приводо-раздельной подсистемы это принцип — минимум биомассы при максимуме основной продукции; для ландшафтных полос с эродированными почвами это принцип — максимум биомассы, определяющий интенсивное восстановление почвенного плодородия и агрофизических характеристик.

3. Использование орошения как почвовосстанавливающего приема должно основываться на разработке дифференцированных поливных норм, учитывающих микрозональные различия, а также величины суммарного водопотребления планируемых сельскохозяйственных культур, обладающих экологической адаптивностью к условиям ландшафтных полос и соответствующим почвовосстанавливающим эффектом.

1. Волобуев В. Р. Введение в энергетику почвообразования. М.: Наука, 1974. 127 с.
2. Гоголев И. Н., Биланчин Я. М. Докучаев и орошение черноземов // Черноземы Молдавии и их рациональное использование. Кишинев: Штиинца, 1983. С. 18—19.
3. Джеффферс Дж. Введение в системный анализ: применение в экологии. М.: Мир, 1981. 252 с.
4. Каринг П. Х. Сельскохозяйственная оценка местного климата и микроклимата // Географическая наука в осуществлении Продовольственной программы СССР. Л.: Наука, 1985. С. 133—134.
5. Каишанов А. Н. Научные основы почвоводоохранного земледелия на склонах // Почвозащитное земледелие на склонах. М.: Колос, 1983. С. 9—22.
6. Контурно-мелиоративное земледелие: Методические рекомендации. Новосибирск: ВАСХНИЛ. Сиб. отд-ние, 1982. 83 с.
7. Резут И. Б. Физика почв. М.: Колос, 1972. 366 с.
8. Швевс Г. И. Контурное земледелие. Одесса: Маяк, 1985. 55 с.
9. Швевс Г. И., Лисецкий Ф. Н. Оценка эффективности почвозащитной системы земледелия // Почвоводоохранное земледелие на сложных склонах. Новосибирск: ВАСХНИЛ. Сиб. отд-ние, 1983. С. 155—162.

Поступила в редколлегию 26.11.86