

УДК 911.52:031.67

В. Ф. Сирик

ВЛИЯНИЕ ОРОШЕНИЯ НА МИГРАЦИЮ ВЕЩЕСТВ В ЛАНДШАФТАХ КРЫМСКОГО ПРИСИВАШЬЯ

До прихода в Крым днепровской воды по Северо-Крымскому каналу степные ландшафты развивались под действием климатических факторов и других физико-географических особенностей местности (рельефа, почвогрунтов, растительности, грунтовых вод). За период с 1963 г. по 1999 г. площадь орошаемых земель в Крыму увеличилась с 69 до 401 тыс. га. Широкое развитие орошения на больших площадях почти всегда сопровождается повышением инфильтрации влаги в почву и дополнительным питанием грунтовых вод. Это приводит к нарушению естественных биогеохимических циклов, что иногда приводит к резким трудноуправляемым последствиям как на орошаемых, так и на прилегающих землях, что отражается в повышении уровней грунтовых вод, подтоплении территорий, вторичном засолении, осолонцевании земель, ухудшении физико-механических и водно-физических свойств почв, грунтов и др. Орошение содействует повышению суммарного испарения сельскохозяйственных культур, снижению температуры и повышению влажности воздуха и почвы, что способствует изменению микроклимата поливных земель и уменьшает риск развития дефляционных процессов.

Оба процесса (испарение и инфильтрация) оказывают наибольшее влияние на преобразование водно-солевого баланса ландшафтов.

С инфильтрационными водами выщелачиваемые из почвы и пород соли поступают в грунтовые воды, которые в дальнейшем выклиниваются в русло реки или другие водоприемники естественным путем или через искусственные дренажные системы. Значительная часть солей, выщелоченных из почвы, достигает водоприемников по коллекторно-дренажной сети. В условиях Крымского Присивашья основным водоприемником коллекторно-дренажных вод является залив Азовского моря Сиваш. Миграция солей по коллекторно-дренажной сети происходит в растворенном состоянии, в виде ионов. Наиболее важное значение для ландшафтов Крымского Присивашья имеет миграция по коллекторам анионов CO_3 , HCO_3 , Cl , SO_4 и катионов Ca , Mg , Na , K . Суммарная минерализация этих вод – 3-10 г/л, а сбросных вод с рисовых чеков – 1-3 г/л, что приводит к распреснению Сиваша (минерализация которого – 50-70 г/л), являющегося природной сырьевой базой для химической промышленности [1].

Подъем уровня грунтовых вод обусловил строительство дренажных систем, площадь которых в Крыму в настоящее время составляет более 185 тыс. га. Для

отвода дренажно-сбросных вод было расчищено и построено более 800 км коллекторов. Количество главных коллекторов (ГК), впадающих в Сиваш, составляет 20 шт. Главные коллекторы, заложенные в руслах небольших речек и по днищам балок, являются динамичным стержнем, который совместно со всей водосборной площадью, где расположены также орошаемые и дренажные площади, представляет собой ландшафтно-геохимические районы с однонаправленным вещественным потоком в сторону Сиваша. В главные коллекторы большая часть воды поступает с орошаемых и дренируемых зерно-кормовых севооборотов. Другой главной составляющей суммарного объема дренажно-сбросных вод, поступающих в Сиваш, являются воды с рисовых севооборотов. Многолетняя динамика суммарного стока дренажно-сбросных вод в Сиваш показана в таблице 1.

Таблица 1. Динамика суммарного стока дренажно-сбросных вод, впадающих в Сиваш с оросительных систем Крыма (по данным А. Г. Вовк, И. К. Супряги, В. Ф. Сирик)

Показатель	Годы												
	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1998
Зерно-кормовые севообороты	194,7	209,3	294,6	264,6	264,5	254,2	348,6	289,4	346,5	336,7	340,0	371,4	564,5
Рисовые севообороты	–	–	341,9	254,7	256,2	235,4	235,6	250,4	203,6	199,2	200,0	–	416,3
Суммарный сток	–	–	636,5	519,3	520,7	489,6	584,2	539,8	550,0	535,9	540,0	–	980,8

Как видно из таблицы, с течением времени эксплуатации рисовых севооборотов суммарный объем стока дренажно-сбросных вод восточной части Крымского Присивашья постепенно уменьшается. Основными причинами уменьшения стока дренажно-сбросных вод являются: совершенствование технологического состояния систем, улучшение водоучета, водораспределения и режима орошения.

Но в настоящее время, в 1998 г., объемы дренажно-сбросных вод с рисовых севооборотов резко увеличились. Это связано с нехваткой горюче-смазочных материалов у потребителей воды для целей орошения и – соответственно – с уменьшением повторного использования сбросных вод с рисовых севооборотов, с ухудшением водно-физических свойств почв (увеличением фильтрации), ухудшением водораспределения и режима орошения.

В многолетнем плане объем стока дренажно-сбросных вод с зерно-кормовых севооборотов постепенно нарастает. Причиной увеличения объемов стока является строительство новых дренажных систем с зерно-кормовых севооборотов. Формирование объемов дренажно-сбросных вод на орошаемых землях происходит под влиянием объективных и субъективных причин.

К объективным факторам можно отнести:

- развитие орошения на территориях с исходно высокозалегающими уровнями грунтовых вод (выше 5 м);
- орошение почв с высокими фильтрационными свойствами;

- орошение территорий с почвенным покровом, где большой удельный процент (30-50%) приходится на сильнозасоленные почвы и солончаки, в связи с чем требуется поддержание систематического или периодического промывного режима орошения;

- возделывание сельскохозяйственных культур, требующих высоких оросительных норм (например, рис).

К субъективным факторам относятся:

- невыполнение рекомендованных режимов орошения сельскохозяйственных культур;

- низкая организация водопользования на разных уровнях;

- несовершенство техники и способов полива, наличие открытой (в земляных руслах) оросительной сети.

С передачей оросительной воды на поле в системе «Поливная вода – почвогрунты (зона активного обмена) – грунтовые воды» начинается миграция водно-растворимых солей, главная масса которых поступает в дренажно-сбросные воды и отводится за пределы орошаемого поля или целого севооборота. Одновременно с этим в почвогрунтах идет перераспределение солей в вертикальном и горизонтальном направлениях. А. Н. Перельман [2] под миграцией солей понимал любое перемещение в подземной воде и системах, образуемых подземными водами с породами и другими средами. На скорость миграции элементов влияют внутренние и внешние факторы.

Из внутренних факторов на скорость миграции наибольшее влияние оказывают валентность и ионные радиусы. Чем больше валентность элементов, тем более труднорастворимые соединения они образуют, в связи с чем миграционная способность этих элементов снижается. По миграционной способности катионы и анионы располагаются в ряд $K^+, Na^+, Ca^{2+}, Mg^{2+}$, анионы $Cl^-, SO_4^{2-}, HCO_3^-, CO_3^{2-}$ (К. Е. Питьева [3]).

Именно в этом порядке происходят качественные и количественные изменения в породах, грунтовых и дренажно-сбросных водах Крымского Присивашья. Так, по данным А. Б. Липатова [4], в первых порциях фильтрата, полученного при промывке солончака, доля хлоридов составляла 90-95% от суммы выносимых солей, а в конце – около 20%. Относительное содержание сульфатов за это время возросло с 5-10% в начале промывки до 75-80% в конце.

При изучении миграционных потоков веществ в Крымском Присивашье были выделены ландшафтно-геохимические районы – участки территории с однонаправленными вещественно-миграционными потоками, определяемые тесной динамической сопряженностью составляющих эти районы урочищ (см. рис. 1).

Ландшафтно-геохимические районы:

1. Гидроморфный Присивашский степной полынно-злаковый на каштановых солонцеватых почвах со средневзвешенной водной миграцией солей по главному коллектору ГК-20 в сумме 4,3 г/л с преобладающим выносом в Сиваш сульфатов среди анионов и натрия среди катионов.
2. Гидроморфно-плоско-равнинный Присивашский степной полынно-злаковый на каштановых солонцеватых почвах в комплексе с солонцами со средневзвешенной водной миграцией солей по коллектору СК-1 в сумме 5,5 г/л с преобладанием сульфатов 2,4 г/л среди анионов и натрия 1 г/л среди катионов.
3. Гидроморфный Присивашский степной полынно-злаковый на каштановых солонцеватых почвах в комплексе с солонцами со средневзвешенной водной миграцией солей по главному коллектору ГК-21 в сумме 6,5 г/л с резким преобладанием сульфатов 3 г/л среди анионов и натрия 1,2 г/л среди катионов.
4. Гидроморфный Присивашский степной полынно-злаковый на каштановых солонцеватых почвах в комплексе с солонцами и солончаками со средневзвешенной водной миграцией солей по главному коллектору ГК-3 в сумме 4 г/л с преобладанием сульфатов среди анионов 1,6 г/л и кальция 0,6 г/л среди катионов.
5. Гидроморфный Присивашский степной полынно-злаковый на каштановых солонцеватых почвах в комплексе с солонцами со средневзвешенной водной миграцией солей по главному коллектору ГК-4 в сумме 3,9 г/л с преобладанием сульфатов среди анионов 1,4 г/л и кальция 0,8 г/л среди катионов.
6. Гидроморфный Присивашский степной полынно-злаковый на каштановых солонцеватых почвах в комплексе с солонцами и южных черноземах со средневзвешенной водной миграцией солей по главному коллектору ГК-5 в сумме 4,8 г/л с преобладанием хлора среди анионов 1,6 г/л и натрия среди катионов.
7. Гидроморфный Присивашский степной полынно-злаковый на каштановых солонцеватых почвах в комплексе с солонцами со средневзвешенной водной миграцией солей по главному коллектору ГК-6 в сумме 5,6 г/л с преобладанием сульфатов среди анионов и натрия среди катионов.
8. Гидроморфный Присивашский степной полынно-злаковый на каштановых солонцеватых почвах в комплексе с солонцами и солончаками со средневзвешенной водной миграцией солей по главному коллектору ГК-7 в сумме 6 г/л с преобладанием хлора среди анионов и натрия среди катионов.
9. Гидроморфный Присивашский степной полынно-злаковый на каштановых солонцеватых почвах в комплексе с солонцами со средневзвешенной водной миграцией солей по главному коллектору ГК-10 в сумме 5,4 г/л с преобладанием хлора среди анионов и натрия среди катионов.
10. Гидроморфно-плоско-равнинный Присивашский степной полынно-злаковый на каштановых солонцеватых почвах в комплексе с солонцами со средневзвешенной водной миграцией солей по главному коллектору ГК-11 в сумме 8,3 г/л с преобладанием хлора среди анионов и натрия среди катионов.
11. Гидроморфно-элювиальный Присивашский степной преимущественно на лугово-черноземных почвах со средневзвешенной водной миграцией солей в сумме 2,4 г/л с преобладанием сульфатов среди анионов и натрия среди катионов.

12. Гидроморфный плоско-равнинный Присивашский на каштановых солонцеватых почвах в комплексе с солонцами и солончаками, отведенный под выращивание риса, со средневзвешенной водной миграцией солей по оградительным сбросам в сумме от 2 г/л до 3,4 г/л с преобладанием сульфатов и хлора среди анионов и натрия среди катионов.

13. Гидроморфный Присивашский степной преимущественно на каштановых солонцеватых почвах в комплексе с солонцами и лугово-черноземных со средневзвешенной водной миграцией солей по главному коллектору ГК-9 в сумме 3,5 г/л с преобладанием сульфатов среди анионов и натрия среди катионов.

14. Гидроморфный Присивашский степной на черноземных почвах со средневзвешенной водной миграцией солей по главному коллектору ГК-12 в сумме 5 г/л с преобладанием хлора и сульфатов среди анионов и натрия среди катионов.

15. Гидроморфно-элювиальный Присивашский степной на севере и предгорный на юге преимущественно на черноземах со средневзвешенной водной миграцией солей по главному коллектору ГК-13 в сумме 3,1 г/л с преобладанием сульфатов и хлора среди анионов и натрия среди катионов.

16. Гидроморфно-элювиальный Присивашский степной на севере и предгорный на юге, полынно-злаковый с каштановыми в комплексе с солонцами на севере и черноземными почвами на юге района со средневзвешенной водной миграцией солей по главному коллектору ГК-23 в сумме 2,5 г/л с преобладанием сульфатов – 1 г/л среди анионов и натрия среди катионов – 0,4 г/л.

17. Гидроморфный Присивашский степной полынно-злаковый с преимущественно каштановыми в комплексе с солонцами почвами со средневзвешенной водной миграцией солей по главному коллектору ГК-24 в сумме 3,4 г/л с преобладанием сульфатов среди анионов – 1,5 г/л и натрия среди катионов – 0,5 г/л.

18. Гидроморфно-элювиальный Присивашский полынно-злаковый с каштановыми почвами в комплексе с солонцами на севере района и черноземными почвами на юге со средневзвешенной водной миграцией солей по главному коллектору ГК-25 в сумме 2 г/л с преобладанием сульфатов среди анионов и натрия среди катионов.

19. Гидроморфно-элювиальный Присивашский степной на севере и горный на юге с каштановыми почвами в комплексе с солонцами и солончаками на севере и черноземными с бурыми горно-остепенными почвами на юге со средневзвешенной водной миграцией солей по главному коллектору ГК-26 в сумме 2,4 г/л с преобладанием сульфатов среди анионов и натрия среди катионов.

20. Гидроморфный Присивашский степной преимущественно с каштановыми почвами в комплексе с солонцами и черноземными остаточно-солонцеватыми почвами со средневзвешенной водной миграцией солей по главному коллектору ГК-27 в сумме 7,7 г/л с преобладанием сульфатов среди анионов и натрия среди катионов.

21. Гидроморфный Присивашский степной с каштановыми почвами и черноземными солонцеватыми почвами со средневзвешенной водной миграцией солей по главному коллектору ПК-29 в сумме 9,9 г/л с преобладанием хлора и сульфатов среди анионов и натрия среди катионов.

22. Гидроморфный Присивашский степной с каштановыми солонцеватыми в комплексе с солонцами и черноземными солонцеватыми почвами со средневзвешенной водной миграцией солей по главному коллектору ГК-30 в сумме 10,4 г/л с преобладанием хлора среди анионов и натрия среди катионов.

23. Гидроморфный Присивашский низинно-степной солянково-полынный на каштановых солонцеватых почвах в комплексе с солонцами с хлоридно-сульфатным типом засоления с водной миграцией солей в Сиваш.

24. Гидроморфный Присивашский низинно-степной солянково-полынный на каштановых солонцеватых почвах в комплексе с солонцами со смешанным типом засоления сульфатным основного фона и хлоридно-сульфатным в солонцах с водной миграцией солей в Сиваш.

25. Гидроморфный Присивашский низинно-степной солянково-полынный на каштановых солонцеватых почвах со смешанным сульфатно-хлоридным и хлоридным типом засоления с водной миграцией солей в Сиваш.

26. Гидроморфный Присивашский низинно-степной солянково-полынный на каштановых солонцеватых почвах со смешанным сульфатно-хлоридным, хлоридным и хлоридно-сульфатным типом засоления с водной миграцией солей в Сиваш.

Исследование миграционных потоков на данной территории дает возможность вывести некоторые закономерности. Главной закономерностью следует считать миграцию легкорастворимых солей ($NaCl$, $MgCl_2$, Na_2SO_4 и др.) по уклону с последующим выносом их вместе с дренажными водами в Сиваш. Таким образом, на водораздельных участках происходят процессы расселения, выносятся легкорастворимые соли, но в солевом балансе повышенных участков увеличивается количество труднорастворимых солей ($CaCO_3$, $MgCO_3$, $CaSO_4$, $MgSO_4$).

На пониженных участках при слабом дренировании накапливаются легкорастворимые соли, между этими крайними явлениями формируются геохимические ландшафты со смешанным засолением ($NaCl$, Na_2SO_4 , $CaSO_4$, $MgSO_4$ и др.).

Список литературы

1. Шищенко Г. Г., Супруга И. К., Сирик В. Ф. Влияние орошения на природную среду Степного Крыма // Вестник Киевского университета: География. – 1986. – Вып. 28. – С. 68-71.
2. Перельман А. И. Геохимия: Учебное пособие. – М.: Высшая школа, 1979. – 423 с.
3. Питьева К. Е. Гидрохимия. – М.: Изд. МГУ, 1978. – 325 с.
4. Липатов А. Б. Процессы засоления и расселения почв Крымского Присивашья при орошении и промывках: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Харьков, 1981. – 24 с.