

В целом в р. Кура многолетний тренд не наблюдается, а в р. Араз существует тенденция уменьшения. Это еще раз доказывает, что бассейн р. Араз больше подвержен антропогенному воздействию по сравнению с р. Кура. В связи с падением промышленного производства с

конца 1980-х годов, соответственно, наблюдается относительное уменьшение загрязнителей в речной воде.

Статья подготовлена в рамках проекта НАТО/ОБСЕ "Совместный мониторинг рек Южного Кавказа" (номер проекта SfP 977991).

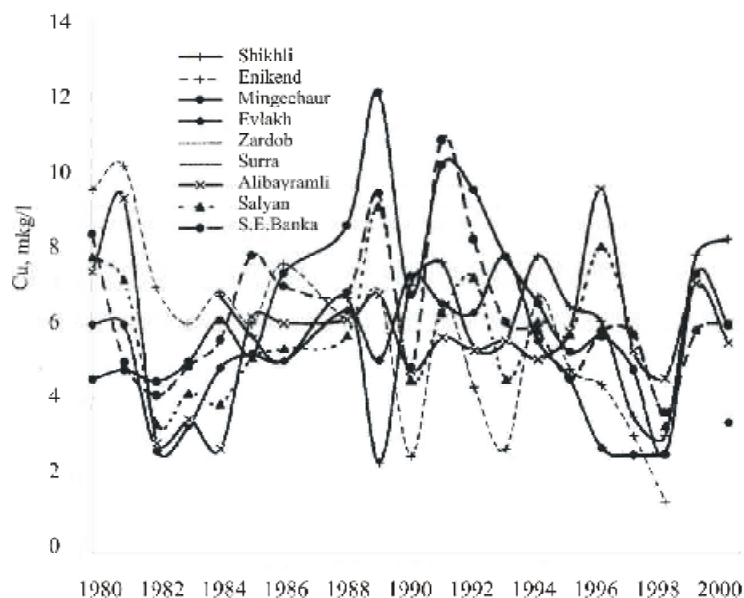


Рис. 5. Изменение среднегодовой концентрации меди в пунктах мониторинга р. Кура.

Центр исследования физической
окружающей среды
Института радиационных проблем
Национальной Академии наук Азербайджана

Дата поступления
26 марта 2007 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алиев Ф. Ш. Подземные воды Азербайджанской Республики, использование ресурсов и геоэкологические проблемы. – Баку: Чашыоглы, 2000.
2. Водные ресурсы Закавказья. – Л.: Гидрометеиздат, 1988.
3. Ежегодники качества вод на территории деятельности Азербайджанского УГКС и Госкомгидромета Азербайджана за 1980-2000 гг. – Баку, 2000.
4. Мамедов Р. Г. Водный фактор. Политика устойчивого развития. – Баку, 2000.
5. Мамедов Р. Г. Водоресурсный потенциал развития Азербайджана. – Баку, 1990.
6. Мамедов Р. Г., Гаджиев Б. В. Энергоемкость орошения. – Баку, 1997.
7. Рустамов С. Г., Кашкай Р. М. Водные ресурсы Азербайджанской ССР. – Баку: Елм, 1989.

В. М. СТАРОДУБЦЕВ, В. А. БОГДАНЕЦ

О ФОРМИРОВАНИИ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА НА ОСУШЕННОМ ДНЕ АРАЛЬСКОГО МОРЯ

Опустынивание огромной территории осушенного дна Аральского моря привлекает широкий интерес как с точки зрения формирования новых ландшафтов со специфическим почвенным покровом, так и с позиций накоп-

ления массы растворимых солей, пыли и песка, выносимых ветром на смежные населенные территории [13-16]. Образующаяся песчано-солевая пустыня, в свою очередь, усиливает процессы опустынивания ландшафтов вок-

руг бывшего моря на расстояние не менее 500 км [1,3,10 и др.].

Площадь Аральского моря в 1960 г. оценивалась в 68400 км² (вместе с островами), а объем воды - 1100 км³ и уровень +53,5 м. Вследствие быстрого снижения уровня в 1987-1989 гг. произошло разделение акватории моря на два водоема - Малый Арал и Большой Арал. В дальнейшем в Малый Арал поступали воды Сырдарьи, а в Большой Арал - Амударьи. От полного высыхания Малое море было спасено увеличением притока речных вод Сырдарьи после 1991 г. (периода сокращения орошаемых площадей в бассейне), а также сооружением плотины в проливе Берга [12-14].

В 2002 г. общая площадь моря (Большого и Малого Арала) составляла лишь 21000 км² (рис. 1), а в 2005 г.- 17000 км² (менее 25% от начальной площади). Соответственно, объем воды в море в 2005 г. составил 105 км³ (менее 10%), из них 80 км³ - в Большом Арале и около 25 км³ - в Малом Арале [12]. К тому же Большой Арал неумолимо движется к разделению уже на 3 части - Малый Арал, Восточный (мелководный) и Западный (глубоководный) плесы Большого Арала (рис. 2).

Соленость Аральского моря (Большого Арала) довольно быстро увеличивается по мере его иссушения, что существенно влияет

на засоление почв осушенного дна моря. Так, по данным Гидрометеослужбы Казахстана, в 1960-1965 гг. соленость воды еще составляла около 10 г/л, а к середине 1990-х годов она уже превысила 45 г/л. В то же время непосредственно у побережья она была намного выше. Например, по нашим данным, уже в 1989-1990 гг. минерализация воды у восточного побережья вблизи устья Сырдарьи составляла 57-79 г/л, а у створа Каскакулан - до 110 г/л [6,9,15]. А у южного побережья Большого Арала к 2000г. она равнялась уже 70 г/л [7]. В 2005 г. минерализация морской воды в Большом Арале составила 90 г/л в западном плесе и 160 г/л - в восточном [12].

Исключительное экологическое значение имеют процессы засоления донных осадков и формирующихся почв обсыхающего дна моря на площади более 5 млн.га. В северной и восточной частях моря преобладают более тяжелые (суглинистые), а в южной и юго-восточной - легкие отложения (песчаные и супесчаные). Кроме того, в первые десятилетия высыхания моря обнажались более легкие донные отложения, а в последние годы - более тяжелые. Соответственно, и процессы соленакопления наиболее интенсивно происходят в суглинистых и глинистых донных отложениях и почвах, и менее интенсивно - в легких (песчаных и супесчаных) [6].

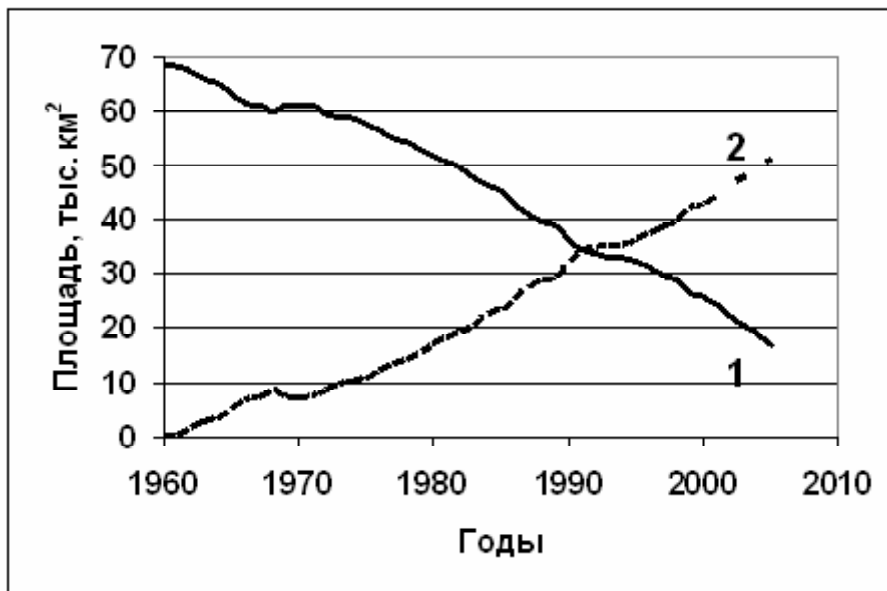


Рис. 1. Изменение площади акватории и осушенного дна Аральского моря. (1 - акватория Арала, 2 - осушенное дно).

Процесс накопления солей в почвах схематически имеет несколько этапов. У новой береговой линии в полосе шириной 2-4 км и более в течение 1-2 лет формируются маршевые солончаки. Их поверхность покрыта пухлым слоем солей и является важным источником их поступления в атмосферу. На территории,

обсохшей уже 3-5 лет назад, маршевые солончаки сменяются приморскими. Они имеют солевую корку на поверхности и густо зарастают однолетними солянками, что способствует уменьшению выдувания солей ветром с бывшего морского дна. Через 5-7 лет процессы аккумуляции солей уже существенно различают-

ся в зависимости от механического состава почв. Сильнее засоляются и слабее зарастают многолетними солянками суглинистые почвы. Но они имеют прочную корку на поверхности, препятствующую эоловой деструкции. Супесчаные поверхности засоляются меньше. И лишь песчаные поверхности в этот период подвержены сильной дефляции с образованием барханов. Через 10-15 лет на бывшем дне моря уже формируются такыровидные засоленные почвы и солончаки, а также участки песчаных барханов.

Засоление почв осушенного дна у восточного побережья (створ Каскакулан) наиболее сильное и изменяется с удалением от уреза воды. В маршевых солончаках (зона осушки 1-2-го года) преимущественно накапливаются сульфаты и хлориды натрия. Их количество в

солевой корке достигает 4-16%, а в нижележащем профиле почвогрунта - 1-3%. Максимальное количество солей накапливается в поверхностной корке приморских солончаков - до 21% (осушка 3-5-го года). А в последующие годы количество солей на поверхности почв уменьшается до 2-4%. Соответственно и запасы солей в почвогрунтах увеличиваются в слое 0-30 см от 90-100 т/га в маршевых солончаках до 130-210 в приморских и далее от моря уменьшаются до 70-90 т/га в такыровидных засоленных почвах. Но в слое 0-100 см запасы солей в почвах осушенного дна устойчиво превышают 300 т/га на любом расстоянии от моря. Естественно, что с дальнейшим снижением уровня моря и увеличением минерализации морских и грунтовых вод все эти величины возрастут.

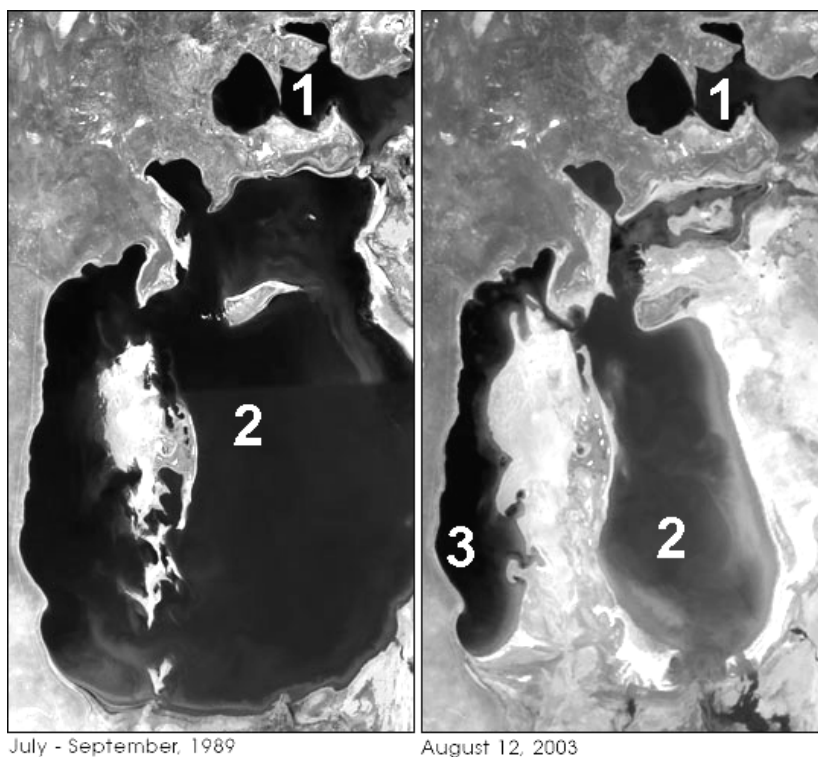


Рис. 2. Разделение Аральского моря на 2 части в 1987-1989 гг. (левый рисунок) и приближающееся разделение на три части (правый рисунок). Снимки НАСА/Earth Observatory.

Территория, примыкающая к руслу Сырдарьи (створ Каратерень), ранее отличалась более слабым засолением почв. Но после отделения Малого Арала от Большого минерализация морской воды у побережья возросла и засоление почв усилилось. Тем не менее, запасы солей в почвах здесь меньше и они сильно варьируют - от 20-115 т/га в слое 0-30 см до 90-215 т/га в слое 0-100 см. Еще слабее засолены песчаные и супесчаные почвогрунты юго-восточного побережья моря, часто перевеянные ветром (створ Босай). По результатам исследований Института почвоведения Академии наук

Казахстана, в легких почвах количество солей часто ниже порога токсичности. При близком залегании грунтовых вод на поверхности песчаных почв может формироваться слабая солевая корочка или выцветы солей, а в более глубоких и тяжелых по механическому составу слоях засоление может быть от слабого до сильного. Несколько иные почвы формируются в северной и северо-западной части обсыхающего морского дна (побережье Малого Арала). Здесь преобладают серо-бурые малоразвитые почвы в комплексе с солончаками, бугристо-грядовыми песками и участками песчано-

ракушечных отложений. В целом соленакопление в этих почвах менее интенсивное.

Сопоставление результатов наших наземных исследований почв с космическими изображениями позволило выделить цветковые признаки, использованные в дальнейшем для дешифрирования почвенного покрова осушенного дна. Схематически почвенный покров осушенного дна Аральского моря показан на карте, составленной на основе дешифрирования космического снимка 2002 г. (рис. 3). Дальнейшие изменения почвенного покрова будут оценены нами по космическим снимкам НАСА за последующие годы.

Соответственно, площади почвенных контуров (комплексов и сочетаний почв и пород) приведены в таблице. По нашим подсчетам, в 2002 г. площадь осушенного дна Арала составила 4 млн. 563 тыс.га, в том числе площади песков незакрепленных, слабозакрепленных и песчаных малоразвитых почв достигали

1 млн. 469 тыс.га, такыровидных пустынных почв разной степени засоленности - 869 тыс.га, серо-бурых пустынных почв - 403, а солончаков - 1 млн. 821 тыс.га. При этом площадь маршевых и приморских солончаков, служащих источником ветрового выноса солей, составила 923 тыс.га.

Совершенно очевидно, что накапливающиеся на поверхности почв и в их профиле воднорастворимые соли становятся объектом переноса ветром на смежные территории. Количественные оценки пылесолепереноса до сего времени существенно различаются. Часть исследователей называют максимальные величины - от 120 млн. т осадков, "подверженных эоловому выносу" со дна Арала [8] до 100 млн. т в год - по оценке ЮНЕП [1].

Некоторые ученые Узбекистана и Российской Федерации оценивают пылесолевой вынос в 15-75 млн.т в год [2,5,10 и др.], а Казахстана - даже в 7,3 млн.т в год [3]. В последние

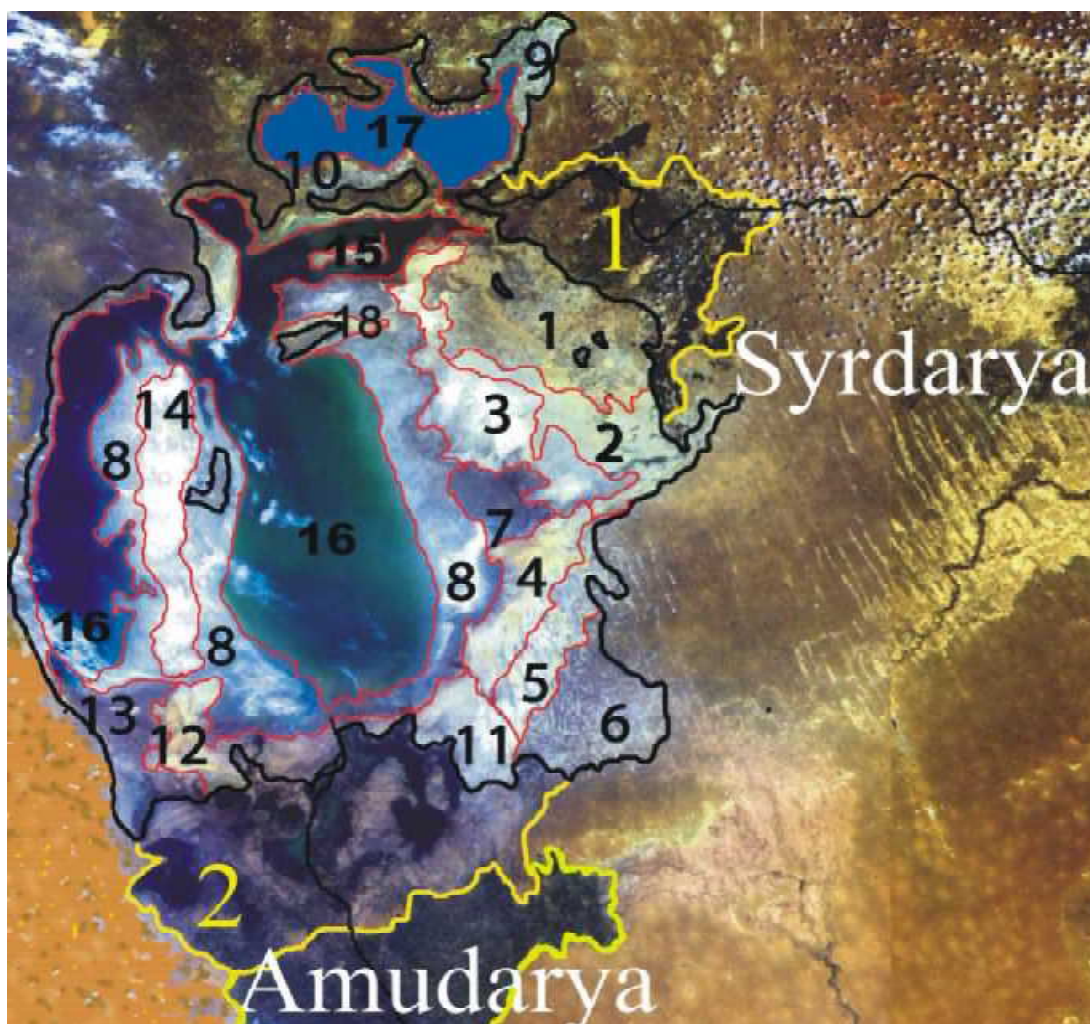


Рис. 3. Картограмма почвенного покрова осушенного дна Аральского моря по состоянию на 2002 г.

Условные обозначения: черные линии ограничивают сушу, красные линии – границы почвенных контуров на осушенном дне моря, желтые линии – границы опустыненной дельты Сырдарьи (1) и опустыненная часть дельты Амударьи (2); черные цифры 1-18 - номера почвенных контуров и акватории моря.

Почвенный покров осушенного дна Аральского моря (га) в 2002 г.

Контуры	Преобладающие почвы и породы	Площади контуров, га
1	Такыровидные засоленные почвы в комплексе с песками (20%) и солончаками обыкновенными (10%)	534457
2	Пески в комплексе с такыровидными почвами (30%) и солончаками обыкновенными (10%)	253561
3	Солончаки обыкновенные в комплексе с песками (30%) и такыровидными почвами (20%)	330169
4	Пески в комплексе с такыровидными почвами (20%) и солончаками обыкновенными (10%)	208452
5	Пески в комплексе с такыровидными почвами (10%) и солончаками обыкновенными (10%)	177698
6	Пески в комплексе с такыровидными почвами (10%)	258344
7	Солончаки (в бывших лагунах) в комплексе с песками (10%)	112769
8	Солончаки маршевые и приморские в комплексе с песками (10%) и такыровидными почвами (10%)	1153630
9	Пески в комплексе с солончаками обыкновенными (20%) и серо-бурыми почвами (20%)	89533
10	Серо-бурые почвы в комплексе с песками (20%) и солончаками обыкновенными (10%)	550170
11	Пески в комплексе с солончаками обыкновенными (30%) и такыровидными почвами (20%)	167448
12	Пески в комплексе с такыровидными почвами (30%) и солончаками обыкновенными (20%)	200250
13	Солончаки (в бывших лагунах) в комплексе с песками (10%) и такыровидными почвами (10%)	205716
14	Солончаки обыкновенные в комплексе с песками (20%) и такыровидными почвами (10%)	256981
15	Пески в комплексе с такыровидными почвами (20%) и солончаками обыкновенными (10%)	27996
16	Водная поверхность (Большой Арал)	1952648
17	Водная поверхность (Малый Арал)	324636
18	Пески в комплексе с такыровидными почвами (20%) и солончаками (10%)	35538
Всего		6840000

годы количество выносимых с осушенного дна песка, пыли и солей оценивают минимальными величинами. Так, В.А.Рафиков и Р.К.Камбаров [7] называют величины от нескольких сотен тысяч до 20-30 млн.т в год в зависимости от климатических условий года. Содержание растворимых солей в выносимой массе также оценивается по-разному - от 0,5-1,5% [3, 7 и др.] вблизи источника пылесолевого выноса до почти 50% - на расстоянии около 500 км [4]. Исследованиями и наблюдениями из космоса подтверждена дальность переноса пыли и солей в ощутимых количествах на 500 км и более. В частности, на территории Бухарской области выявлено выпадение в среднем 300-400 кг/га пыли, причем в ее составе растворимых солей было 150-200 кг/га [4]. Этими же наблюдениями установлено, что около половины этих солей принесено со стороны Арала, а половина - вклад местных источников.

Непосредственно в зоне осушки моря на Муйнакском и Аккалинском полигонах выпадение пыли и солей исследовали в 1997-1999 гг. Толкачева Г.А. с сотрудниками [11]. За этот период среднее поступление сухих атмосферных выпадений (САВ) на поверхность почвы составляло 2554,2 кг/га в год, в том числе растворимых солей - 1402,7 кг/га в год. При этом содержание растворимых солей в САВ было наибольшим в зоне свежей осушки. Это подтверждает нашу оценку, что наибольший источник выноса солей - территории 1-5-летней осушки [9].

Возможные направления миграции солей и пыли с осушенного дна на смежные территории показаны на космических снимках НАСА (рис. 4).

Для формирования устойчивых ландшафтов и ослабления дефляции почв исключительное значение имеет их зарастание древесно-



Рис. 4. Ветровой перенос солей и пыли на юго-запад и юг от Аральского моря (снимки NASA/GSFC/MODIS).

кустарниковой растительностью. Этот процесс обычно стабилизируется через 15-20 лет после выхода морского дна на поверхность. Важным этапом ослабления экологического кризиса стало также сооружение перемычки между так называемым Большим и Малым Аралом, осуществленное с помощью Мирового Банка и других международных организаций [14]. Стало возможным частично возродить северную

часть Аральского моря. В 2005 г. уровень воды в Малом Арале поднялся до +41,8-42 м.абс, площадь его достигла около 3300 км², объем воды составлял 28-29,5 км³, а минерализация - от 5 до 15 г/л. В итоге экологическая ситуация здесь заметно улучшилась, но в районе Большого Арала деградационные процессы продолжают.

Национальный аграрный университет
Украины, Киев

Дата поступления
5 августа 2007 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аральское море: диагностическое исследование с целью разработки Плана действий по сохранению Аральского моря. -М.: ЮНЕП, 1992.
2. Богданова Н.М., Костюченко В.П. Процессы соленакопления на осушающемся дне Аральского моря и их связь с геоморфологическими и литологическими условиями // Изв. АН СССР, сер. географ., 1977, № 3.
3. Галаева О.С., Семенов О.Е. О мониторинге выноса песчано-солевого аэрозоля с осушенной части дна Аральского моря // Гидрометеорология и экология, 1997, № 2.
4. Жаббаров И.Д., Толкачева Г.А., Ковалевская Ю.И., Шардакова Л.Ю. Источники пылесолепереноса и загрязнение окружающей среды Бухарской области Узбекистана // Пробл. осв. пустынь, 2002, № 4.
5. Можайцева Н.Ф., Некрасова Т.Ф. Метод подсчета ветрового выноса солей с обсохшего дна Аральского моря // Пробл. осв. пустынь, 1995, № 6.
6. Попов Ю.М., Некрасова Т.Ф., Семенов О.Е., Стародубцев В.М. Антропогенные изменения почв Приаралья и их эколого-хозяйственное значение. -Алма-Ата, КазНИИНКИ, 1992.
7. Рафиков В.А., Камбаров Р.К. Новая пустыня "Аралкум" // Пробл. осв. пустынь, 2003, № 4.
8. Рябошапка А.Г., Лысак А.В. Расчет выпадения атмосферной примеси от площадного источника // Тр. ИПГ, 1978, вып. 39.
9. Стародубцев В.М. Засоление почвогрунтов обсыхающего дна Аральского моря у восточного побережья // Пробл. осв. пустынь, 1990, № 5.
10. Толкачева Г.А. К вопросу оценки возможных масштабов ветрового выноса солей с осушенной части и акватории Аральского моря // Тр. САНИГМИ им.В.А.Бугаева. -Ташкент: Главгидромет, 1995, вып. 15(232).
11. Толкачева Г.А., Ковалевская Ю.И., Шардакова Л.Ю.,

- Джумамуратов Т.Н. Сухие атмосферные выпадения на осушенном дне Аральского моря // Пробл. осв. пустынь, 2006. № 3.
12. Aladin N.V., Micklin P., Keyser D., Plotnikov I., Cretau J-F. Managing Aral Lake and their Basin for Sustainable Use. Beyond the River - Sharing Benefits and Responsibilities. SIWI. Stockholm, 2006.
 13. Glantz M.H. and Zonn I.S. The Aral Sea: Water, Climate, and Environmental Change in Central Asia. WMO no 982. Geneva: WMO, 2005.
 14. Pala C. \$85 Million Project Begins for Revival of the Aral Sea // The New York Times, 2003 (5 August).
 15. Starodubtsev V.M., Burlibaev M.Zh., Popov Yu.M. et al. Toxic salts accumulation in landscapes resulting from water management and amelioration // Proceedings of Sixth International Symposium and Exhibition on Environmental Contamination in Central and Eastern Europe and CIS. Prague. CD-Rom, n 450. ISBN 0-9748192-0-4, 2004.
 16. Starodubtsev V.M., Bogolyubov V.M., Petrenko L.R. Soil Desertification in the River Deltas (Part I). Kyiv: Nora-Druk, 2005.

Б. К. НОВРУЗОВА

ПОЛИВ ЗАТОПЛЕНИЕМ КАК ФАКТОР АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПОЧВЕННУЮ МИКРОФЛОРУ

Состав микробного комплекса и особенности его функционирования определяются обстановкой, складывающейся в естественной среде обитания. В ряде случаев естественное местообитание микроорганизмов существенно изменяется в результате деятельности человека.

Как известно, поливы затоплением создают в почве анаэробные условия и тем самым оказывают неблагоприятное влияние на развитие почвенных микроорганизмов, в частности грибов.

Нами изучено влияние зимних поливов затоплением на видовой состав и численность микромицетов на полях, отведенных для посева хлопчатника в условиях среднего течения Амударьи, где почвы в основном сероземного типа, в пойме – луговые и лугово-болотные различной степени засоления - содержат в себе значительное количество речных наносов. Основной причиной засоления почв считается высокое стояние уровня минерализованных грунтовых вод, что и наблюдается в зоне среднего течения Амударьи.

Луговые орошаемые почвы содержат основной земельный фонд, используемый в настоящее время под хлопчатник. Они распространены во всех районах при сравнительно глубоком залегании грунтовых вод (около 2,5-3,0 м), которые характеризуются ярко выраженным оттоком [2].

Тип почвы районов исследования - орошаемые луговые и лугово-аллювиальные. По механическому составу - легко- и среднесуглинистые, песчаные и супесчаные.

Агротехника. Под хлопчатником проводилась обычная вспашка на глубину 30 см с оборотом пласта и внесением органоминеральных удобрений на 30 см. До вспашки зимой с це-

люю рассоления почва подвергалась поливу затоплением два раза с перерывом 8 дней.

Образцы почв брали до и после полива затоплением.

Результаты исследований показали, что до полива затоплением видовой состав грибов более разнообразен и их численность выше, чем после полива (табл.).

Как видно из таблицы, виды родов *Alternaria*, *Actinomyces*, *Paecilomyces* и *Neocosmospora* оказались более чувствительными к анаэробным условиям и после полива затоплением они совершенно не обнаруживались.

Изоляты грибов, выделенные из исследованных почв до полива, отнесены к 35 видам из 11 родов. После затопления число обнаруженных видов грибов уменьшилось почти наполовину (до 16) и они относились к 6 родам (рис.).

Наиболее распространенными в исследованных почвах являются несовершенные гифальные грибы. На первом месте по частоте встречаемости среди гифомицетов стоят представители рода *Aspergillus* (41,37% от общего числа видов). Наиболее часто встречались *A.flavus*, *A.flavipes*, *A.niger* и *A.ustus*.

Грибы рода *Penicillium* составляют 27,58%, но частота встречаемости таких видов как *P.chrysogenum* и *P.funiculosum*, относительно высокая (соответственно, 66 и 33%).

Вышеперечисленные виды этих двух родов не исчезли и после полива затоплением, хотя частота их встречаемости снизилась.

Грибы рода *Alternaria* в исследованных почвах до затопления были представлены 4 видами, частота их встречаемости превышала 30%, то есть они относятся к часто встречающимся грибам. Но после полива затоплением,