

3. Barayshchuk G.V. Effektivnost biologicheskikh preparatov pri vyrashchivanii posadochnogo materiala khvoynykh porod. (Effectiveness of biological agents in growing softwood planting material), Materials Scientific and Practical Conference "Actual Problems of Agricultural and Biotechnology", Moscow, «Zlatograf», 2004, pp. 3-4.
4. Victorov D.P. Malyi praktikum po fiziologii rastenii. (Small workshop on plant physiology: teaching aid for special biological Universities, 3rd ed. rev. and updated), M.: Higher School 183, P.135.
5. Domracheva L.I. Izuchenie effektivnosti biopreparata «Baikal EM1» v mikrovegetatsionnykh opytakh. (Study the efficiency of biopreparation "Baikal EM-1" in mikrovegetation experiments), Proceedings of the practical conference "60th anniversary of higher agricultural education on North-Eastern Nechernomorie", Kirov, 2004, Moscow Zlatograf 2004, P.65.
6. Kabanov V.K., Tsekov E.I. Stroganov B.P. Vliyanie NaCl na sodержanie i sintez nukleinovyykh kislot (Effect of NaCl on the content and synthesis of nucleic acids), Plant Physiol, 1973, V. 20, Issue 3, pp. 466-472.
7. Lakin G.F. Biometriya (Biometrics), Moscow: Higher School, 1990, P.284.
8. Metody agrokhimicheskikh, agrofizicheskikh i mikrobiologicheskikh issledovaniy v oroshaemykh khlopkovykh raionakh. Metody khimicheskikh analizov pochvy, primenyaemye v laboratorii massovykh analizov (Methods of agrochemical, agro-physical and microbiological researches in irrigated cotton regions. Methods of chemical analysis of the soil used in the laboratory of mass analyzes), Published by the Academy of Sciences of Uz SSR. Tashkent, 1999, Tashkent, 2005.
9. Metody pochvennoi mikrobiologii i biokhimii (Methods of soil microbiology and biochemistry), under editorship of Zvyagintsev D.G., Moscow: Publishing House of Moscow University, 1991, P.303.
10. Pankova E.I., Aydarov I.P., Yamanova I.A., Novikov A.F., Vlagovolin N.S. Prirodnoe raionirovanie zasolennykh pochv basseina Aralskogo morya (geografiya, genezis, evolyutsiya) (Natural regionalization of saline soils of the Aral Sea (Geography, genesis, evolution)), M., 1996, P.180.
11. Stroganov B.P. Rasteniya i zasolenie pochvy (Plants and soil salinity), Moscow, Publishing House of the USSR Academy of Sciences, 1958.
12. Talanov V.V., Talanov A.V., Titov A.F. Dinamika fotosinteza i transpiratsii prorostkov ogurtsa v nachal'nyi period khlordnogo zasoleniya i pri deistvii fitogormonov (Dynamics of photosynthesis and transpiration of cucumber seedlings in the initial period of chloride salinity and under action of phytohormones), Reports of Rus. Acad. Agr. Sciences, 2006, No. 2, pp. 10-13.
13. Kalichkin V.K. Minimalnaya obrabotka pochvy v Sibiri: problemy i perspektivy. (The minimum tillage in Siberia: problems and prospects), Agriculture, 2008, No. 5, pp. 24-28.
14. Kamagopal Subbanaidi. Plant protein synthesis in a maize callus exposed to NaCl and minitil. Ctl Rpts, 1986, Vol. 5, No. 6, pp. 430-434.
15. Sokolov M.S., Marchenko A.I. Zdorovaya pochva kak osnova blagopoluchiya Rossii (Healthy soil as a basis of well-being of Russia), Agrochemistry, 2011, No. 6, pp. 3-10.
16. Sukhanov P.A., Yakushev V.V., Konev A.V., Matveyenko D.A. Regional'nyj monitoring zemel' sel'skhozajstvennogo naznacheniya na osnove seti stacionarnykh poligonov (Regional monitoring of the agricultural lands on the basis of a network of stationary grounds), The Agrochemical bulletin, 2011, No. 3. pp. 14-16.

УДК 631.413.3+504.3:631.587

ЗАСОЛЕНИЕ – ГЛОБАЛЬНАЯ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОБЛЕМА В ОРОШАЕМОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ

А.Г. Гулиев, профессор,
Нахичеванский государственный университет,
Университетский городок, AZ7012, г. Нахичевань, Азербайджанская Республика,
И.А. Самофалова, доцент,
Н.М. Мудрых, доцент,
ФГБОУ ВПО Пермская ГСХА,
ул. Петропавловская, 23, г. Пермь, 614990, Россия,
E-mail: samofalovairaida@mail.ru

Аннотация. В регионе, расположенном в аридной и семиаридной зонах, очень много проблем, связанных с ирригацией и мелиорацией. Орошаемое земледелие представляет собой основу сельского хозяйства аридного и семиаридного региона (Поволжье РФ, Казахстан, Узбекистан, Туркменистан, Кыргызстан, Таджикистан, Азербайджан). Неудовлетворительное управление водой оросительных систем создает множество проблем, ухудшающих плодородие почв и качество земель, усугубляющих экологические проблемы, выражающиеся в засолении и за-

грязнении орошаемых почв, грунтовых вод и водных источников. В статье рассмотрены источники вторичного засоления, которые условно можно объединить в три большие группы: природные, природно-антропогенные, антропогенные. Таким образом, засоление почв можно рассматривать, с одной стороны, как процесс, имеющий естественные причины и условия возникновения, с другой стороны, как результат антропогенного воздействия при орошаемом земледелии. Засоление прогрессирует при вмешательстве человека в природные и агрогенные экосистемы, что, в свою очередь, способствует возникновению новых проблем, связанных с засолением. Одной из наиболее серьезных экологических проблем Поволжья, Казахстана и республик Средней Азии стало истощение водных ресурсов, что привело к экологической катастрофе Арала. По археологическим данным, засоление стало причиной упадка или перемещения целой цивилизации. В этой связи возникает вопрос о регулировании негативных почвенных процессов, и, прежде всего, засоления, так как эта проблема трудно поддается регулированию в орошаемом земледелии, история которого в Средней Азии насчитывает более 8 тыс. лет. Для решения глобальной экологической проблемы требуются согласованные действия руководителей республик и государств, а также единые требования и условия использования почв в орошаемом земледелии, их восстановления и рекультивации.

Ключевые слова: засоление, экология, орошение, почвы, грунтовые воды.

Введение. Накопление солей на территориях, которые потенциально могли бы использоваться в сельском хозяйстве, представляет всемирную проблему, охватывая 340 млн. га во всем мире [1]. Причем, территории, подверженные естественному засолению, занимают значительно больше площади, чем засоляется в результате орошаемого земледелия [2-7].

В регионе, расположенном в аридной и семиаридной зонах, очень много проблем, связанных с ирригацией и мелиорацией. Орошаемое земледелие представляет собой основу сельского хозяйства региона (Поволжье РФ, Казахстан, Узбекистан, Туркменистан, Кыргызстан, Таджикистан, Азербайджан). На фоне большого разнообразия природных условий орошаемой зоны, неудовлетворительное управление водой на различных функциональных уровнях оросительных систем создает множество проблем, ухудшающих плодородие почв и качество земель, находящихся в сельскохозяйственном использовании, а также ведет к усугублению экологических проблем, выражающихся в засолении и загрязнении орошаемых почв, грунтовых вод и водных источников.

Равнинная территория Средней Азии имеет, в большинстве своём, природно-засолённые и потенциально опасные для развития вторичного засоления почвы. Так, Приаральская низменность является областью

древнего и современного соленакопления [8]. А обширные площади приморских солончаков на Черном море были в емонское, новоэвксинское (примерно 18 тыс. лет назад), бугазско-византийское время (10 000-9000 лет назад) [9]. За последние 16 000-20 000 лет неоднократно происходили обширные трансгрессии, во время которых освобождались огромные площади солончаков, развеваемых ветром. В Каспийском бассейне обширные площади солончаков после регрессий наблюдались в мангышлакское время (9-8 тыс. лет назад, когда вся северная часть Каспийского моря, вплоть до устья Терека, была осушена) и в современности. Только для Каспийского бассейна площадь солончаков несколько раз за плейстоцен и голоцен достигала миллиона квадратных километров [10]. Соли, развеваемые ветром, поступили в образующиеся лессы и формировали запасы солей.

По археологическим данным засоление стало причиной упадка или перемещения целой цивилизации. В этой связи возникает вопрос по регулированию негативных почвенных процессов, и, прежде всего, засоления, так как эта проблема трудно поддается регулированию в орошаемом земледелии, история которого датируется в Средней Азии более 8 тыс. лет [11].

К числу наиболее типичных понижений в степной и пустынных зонах, имеющих значи-

тельные площади солончаков, можно отнести Шурузьякское и Арнасайское понижения в Голодной степи, Чарагылское и Денгизкульское – в Каршинской степи, а также Тудакульское, Шорсайское и Шоркульские – в Бухарском оазисе [12]. Типичным примером зон образования солончаков на перифериях подгорных равнин является достаточно протяженная территория на контакте Джизакской и Голодной степи. Процессы деградации почв и вторичного засоления продолжаются и в Азербайджане [8].

По материалам многочисленных натурных съемок и массовых обследований хозяйств, расположенных на засоленных почвах, установлено снижение урожайности сельскохозяйственных культур, которое ориентировочно составляет: при слабом засолении – от 0 до 33 %; при среднем засолении – 50 %; при сильном засолении – от 67 до 83 %; при очень сильном засолении потери урожая практически равны 100 % [8].

Орошаемые земли Средней Азии являются пригодными для развития сельскохозяйственного производства (рисунок 1), [12, 13].

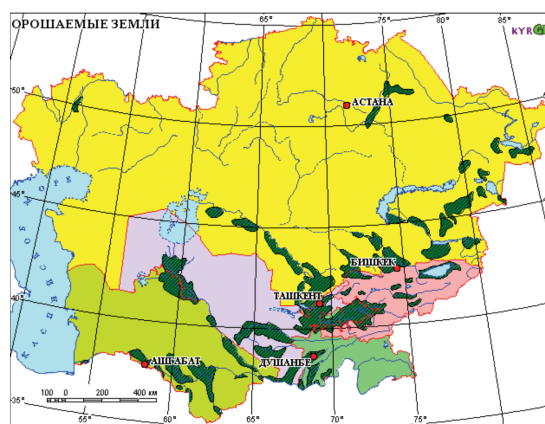


Рисунок 1. Орошаемые земли Средней Азии [14].

В Казахстане и Средней Азии насчитывается примерно 50-60 млн. га земель, пригодных для орошения. В то же время водных ресурсов хватает только на орошение 8-10 млн. га. В таких условиях нужно правильно выбрать пути развития орошаемого земледелия, не допустить необратимого процесса разрушения экосистемы [11].

Общая площадь сельскохозяйственных угодий республик Средней Азии равна 294,2 млн. га, из них пашни 43,4 млн. га. Площадь орошаемых земель – 9,39 млн. га (таблица) [14-20].

Таблица

Площади угодий в Казахстане и республиках Средней Азии (млн. га)

Республика	Земельный фонд	Площадь с.-х. угодий	Площадь пашни	Площадь орошаемая
Казахстан	272,49	194,82	26,61	2,30
Кыргызстан	10,80	10,60	1,34	0,84
Таджикистан	14,31	1,57	0,77	0,72
Туркменистан	49,60	40,67	1,65	1,80
Узбекистан	44,41	25,34	2,32	3,73

Свыше 93 % территории Таджикистана занимают горы, разделенные межгорными котловинами и долинами – Ферганская, Заравшанская, Вахшская, Гиссарская и др., формируется более 44 % расчетного стока бассейна Аральского моря [21, 22]. В Туркменистане пригодных для орошения земель – 7 млн. га. В настоящее время орошается около 2 млн. га, 70 % территории – пески, 7 % – каменистые горы, 5 % – солончаки, 5 % – глинистые поверхности. В Туркменистане более 60 % территории орошения засолены в средней, сильной и очень сильной степени, около 53 % территории подвержено эрозии и дефляции, 87 % – эродированы, около 60 % территории в зоне

орошения находится в условиях критической глубины (1-2,5 м) грунтовых вод [22]. Когда грунтовые воды залегают неглубоко, вероятность накопления солей возрастает в результате увеличения потока солей в почву [23]. Общее представление о данной проблеме дается в работах [21, 24-26].

Крупный район орошаемого земледелия в России – Поволжье. С 1966 по 1996 г. площадь ирригации семиаридных и аридных зон Поволжья увеличилась с 0,1 до 1,2 млн. га, а в 2000-е годы уменьшилась на 20 % [27]. В Нижнем Поволжье получение продукции растениеводства без орошения невозможно. Орошаемая площадь Поволжья на 30 % рас-

положена в черноземной зоне, 58 % – в каштановой, 12 % – в полупустынной. На террасах реки Волги орошается около 400 тыс. га черноземов и каштановых почв, на территории Сыртовой равнины – 200 тыс. га, в Прикаспийской низменности – около 250 тыс. га. Орошение черноземных, каштановых, бурых полупустынных почв может приводить к их засолению и осолонцеванию, если не учитываются природные и антропогенные источники засоления при использовании поливных вод.

Результаты. Изучив источники засоления почв в семиаридной и аридной зонах по опубликованным ранее работам, мы их условно объединили в несколько групп.

1. *Вынос почвообразующего материала с гор.* Активные процессы горообразования на прилегающей к орошению территории сопровождаются постоянным выносом почвообразующего материала, содержащего соли, аккумуляцией его на равнинах. Наземные и подземные потоки, сформировавшиеся на территории Средней Азии в древние геологические эпохи, продолжают действовать и сейчас. По пути своего движения потоки выносят соли из выветривающихся пород и в процессе продвижения обогащаются солями древних соленосных отложений. По ходу движения воды они меняют химический состав и минерализацию. Потоки, идущие с гор, частично разгружаются в реки, и депрессии и доносят свои воды до зон конечной аккумуляции. В результате, мощные толщии осадков, слагающих низменности, в течение геологических эпох были подвержены соленакоплению, связанному с процессами выпаривания транзитных потоков. Почвы долин рек в пределах горной территории, как правило, не засолены с поверхности, поскольку здесь выпадает достаточное для промывного режима количество атмосферных осадков, а грунтовые воды имеют высокую степень водообмена и очень низкую минерализацию. Однако и в пределах долин горной территории встречаются зоны образования мощных гипсовых и известковых горизонтов в подпочвенном слое, так называемые "шохи" и "арзыки", обусловленные выпадением гипса и известки из относительно холодных грунтовых вод из-за уменьшения растворимости этих со-

лей с повышением температуры, когда грунтовые воды попадают в тёплые горизонты. Кроме того, здесь, хотя и очень редко, встречаются зоны разгрузки высоко минерализованных подземных вод, источником солей которых являются реликтовые месторождения [8]. Например, на территории Азербайджана принос солей с прилегающих горных сооружений Большого и Малого Кавказа, которые сложены породами, обогащенными легкорастворимыми солями, осуществляется водами поверхностного стока. Химический состав какого-либо равнинного участка почв и грунтовых вод тесно связан с химическим составом осадков высокогорной части, окружающей данный участок (например, Ширванская степь) [28].

2. *Рост минерализации вод рек.* На выходе с горной территории минерализация речной воды не превышает 0,3-0,4 г/л и носит гидрокарбонатный характер, по мере смешения с возвратными водами с орошаемых массивов и подземными водами, естественно дренируемыми реками минерализация речной воды достигает 1,0-2,0 г/л постепенно приобретая сульфатно-хлоридный характер из-за сброса в них дренажных стоков вод с вышележащих орошаемых территорий [8]. В условиях засушливого климата, самым мощным и постоянно действующим источником засоления орошаемых почв являются легкорастворимые соли в водах рек. Минерализация речных вод выросла в 3-8 раз за последние 50 лет [12].

3. *Конусовое засоление почв* – засоление у так называемых конусов выноса рек и на дельтовых участках древнего орошения [13]. С возрастанием степени использования поверхностного стока рек на орошение увеличивается и аккумуляция солей в почвах и подстилающих отложениях. Так, основные массивы засоленных почв Узбекистана приурочены к дельтовым участкам рек и местным понижениям рельефа, где и происходило образование солончаков. Примерами зон распространения солончаков на дельтовых участках больших и малых рек являются дельтовая часть р. Зарафшан (Каракульский оазис) и р. Амударья (Хорезмский оазис и Каракалпакия) [8], солонцовые содовозасоленные почвы конуса реки Тертер [29].

4. *Морское засоление и соленые озера.* В прибрежных зонах, источником засоления являются морские воды. Так, при обсыхании берегов Арала вдоль побережья образуются солончаки, преимущественно хлоридные, но с участием сульфатно-магниевого и натриевого солей. Почвы, формирующиеся на морских отложениях, являются исходно засоленными. Древние морские отложения становятся "поставщиками" солей, переносимых ветром на окружающие равнины [8, 12, 13, 28].

5. *Ветровая эрозия* способствует развеванию скопления солей на сотни километров и, тем самым, активизирует дальнейшее развитие засоления [12].

6. *Движение уровня моря.* Так, ученые считают, что с подъемом уровня Каспийского моря происходит и синхронный подъем уровня грунтовых вод, который они частично связывают с широким распространением обводнительно-оросительных мероприятий на прилегающих к Каспийскому морю территориях [31]. В Прикаспийском регионе России, Азербайджана, Казахстана и Туркмении в 80-е годы орошением было охвачено около 2,7 млн. га [32]. Кроме того, были запружены плотинами русла ряда рек, включая Волгу, и влияние фильтрующей воды из этих водохранилищ распространяется на десятки километров [33].

7. *Сезонное засоление.* В настоящее время сезонное засоление орошаемых земель почти повсеместно происходит не столько за счет качества оросительных, сколько за счет подтягивания солей, растворенных в грунтовой воде, происходящего в результате нарушения поливного режима. При испарении в корнеобитаемую зону из грунтовых вод зачастую привносится больше солей, чем при поливах даже минерализованной водой [8]. Мощным источником солей в засушливом регионе являются глубинные восходящие рассолы. Они хотя и имеют достаточно локальное проявление в ряде глубоких депрессий, тем не менее, играют большую роль в образовании злостных солончаков, с поверхности которых соли переносятся на большие расстояния путем переноса ветром. С распространением орошения на подгорные равнины и степи резко увеличилась площадь земель, потенциально подверженных засолению (не засоленные в верхних,

но имеющие значительные реликтовые запасы солей в нижних горизонтах). По мере удаления от горных образований естественные и искусственно созданные при орошении потоки грунтовых вод закономерно меняют свой химизм от гидрокарбонатного через сульфатный к хлоридно-сульфатному и хлоридному [8, 13]. В результате выделяются следующие зоны грунтовых вод (ГВ):

- погружения и транзита потока пресных ГВ гидрокарбонатного химизма, проходящего в хорошо проницаемых отложениях, примыкающих к горам;

- выклинивания пресных или слабо солоноватых ГВ, служащих источником образования известковых и гипсовых почвенных прослоек, а также солончаков, образующихся там, где резко падает проницаемость пластов, транспортирующих подземные воды;

- вторичного погружения (вернее, рассеивания) высокоминерализованных ГВ, со всё большим преобладанием хлоридов, где внешний приток их становится ничтожно малым, а уровень их определяется только атмосферными осадками и суммарным испарением с поверхности почвы и растениями.

В соответствии с естественным распространением площадей, имеющих большие запасы солей, возрастает и распространение засоленных орошаемых земель от верховьев к низовьям рек. Научкой доказано, что уровни ГВ, их минерализация и запасы солей в подстилающих почву горизонтах – это главные факторы распространения засоленности в условиях орошения [8]. Уровень и минерализация ГВ – показатели дренированности территорий: обеспеченности оттока ГВ, формируемых неизбежно теряемыми водами при поверхностном орошении. Сезонное накопление солей – это увеличение засоления верхнего слоя почв от весны к осени под влиянием нерационального орошения. В условиях недостаточной обеспеченности водой отмечается сезонное накопление солей, происходящее в основном за счет подтягивания их из грунтовых вод при высоком испарении. Сезонного накопления солей трудно избежать для гидроморфных, полугироморфных и даже полуавтоморфных условий при недостаточной обеспеченности водой.

8. *Оросительная вода* является и мощным источником солей для почвы, (поскольку около 80 % её расходуется на испарение, а соли остаются в почве) и, одновременно, «транспортёром» их в глубокие подпочвенные слои при регулярном и своевременном проведении поливов (рис. 2) [8, 25].



Рисунок 2. Оросительные каналы на протяжении течения рек [30].

Возникает двоякая проблема: а) недостаточное орошение локальных участков всегда приводит к засолению их за счет притока со смежных, хорошо орошаемых территорий; б) при отсутствии эффективной системы повышают нормы полива для предотвращения засоления орошаемой территории.

9. *Гигантские нормы удобрений* (до 600 кг на 1 га пашни) и ядохимикатов после промывки почв сильно минерализуют воды и прогрессивно насыщают их токсичными веществами. Эти же воды в больших количествах сбрасываются в реки Амударья и Сырдарья, и ниже по течению вновь используются для орошения [11].

10. *Зарегулирование стока.* В условиях аридного климата оно привело к дефициту воды в бассейнах малых и крупных рек южного региона (р. Или, Сырдарья и др.), что в два раза сократило площадь Аральского моря. Аналогичная судьба ожидает озеро Балхаш. Например, при потребности республики Узбекистан в воде в 100 км³ в год существующая обеспеченность составляет всего 34,6 км³ [11, 34].

11. Определенную роль в засолении солончаковых солонцов играют *роющие грызуны*, и особенно малый суслик. Холмики сусликовин слагаются из материала, вынесенного на поверхность с глубины 80-150 см. Ежегодно суслики выбрасывают из подсолонцового

горизонта почвы на поверхность в среднем 1,5 т земли на 1 га [35]. С этими выбросами ежегодно на поверхность почвы поступает 25 кг/га легкорастворимых солей, и 345 моль-экв./га иона SO_4^{2-} – гипса [36]. Эти соли разносятся далеко за пределы сусликовин и поступают с атмосферными осадками в почвенный профиль, и наличие непромывного водного режима обуславливает локализацию солей в верхнем слое почвы и образование нового горизонта аккумуляции гипса.

12. *Близость больших городов и промышленных центров*, являющихся поставщиками SO_2 для воздуха, способствует эоловому перемещению солей. Например, поступление в атмосферу сульфата и хлорида натрия в районах делювиальных равнин Азербайджана обеспечивают крупные города Баку, Сумгаит, Крадаг и другие, расположенные на берегу Каспийского моря, со стороны которого на сушу во все времена года дуют ветры, уносящие с собой отходы крупных заводов, перерабатывающих сернистые, хлористые и натриевые соединения [28]. Итак, эоловый круговорот солей имеет в засолении почвогрунтов делювиальных массивов огромное значение.

Все выделенные источники засоления почв в семиаридной и аридной зонах можно условно объединить в три большие группы: природные, природно-антропогенные, антропогенные источники. Таким образом, засоление почв можно рассматривать, с одной стороны, как процесс, имеющий естественные причины и условия возникновения, с другой стороны, как результат антропогенного воздействия при орошаемом земледелии. Засоление прогрессирует при вмешательстве человека в природные и агрогенные экосистемы, что, в свою очередь, способствует возникновению новых проблем, связанных с засолением.

1. *Изменение водно-солевого режима.* Меняются гидрогеологические процессы на орошаемых территориях и гидрологический режим почв. Это заключается в том, что:

- оросительные каналы мелиоративных систем создают источники сосредоточенного поступления потерь воды в грунтовые воды, формируя тем самым их местную напорность;
- несовершенная техника полива не в состоянии обеспечить равномерное распределе-

ние воды по полям, потери воды на полях приурочены к начальным (глубинный сброс) и конечным (поверхностный сброс) участкам борозд, что вызывает локальное засоление почв – дренаж в, основном, работает не на отведение оттока вод, поступивших на поля, а отводит грунтовые воды, поднявшиеся от потерь из каналов или сбросы с полей, поэтому он не столько поддерживает баланс солей в почвенном слое на полях, сколько отводит все не производительные потери воды (на 70-80 % обратно в водоисточники) [8, 37].

2. *Заболачивание.* На орошаемых землях засоление и заболачивание почв происходит почти одновременно: иногда заболачивание предшествует засолению, но чаще одно сопровождает другое [12]. Образование многочисленных болот происходит за счет сбросных оросительных вод и выхода грунтовых вод на поверхность. В мировом масштабе от заболачивания и засоления почв ежегодно выпадают из земледелия 500-600 тыс. га земель [12]. Засоление и заболачивание орошаемых массивов в результате неправильного орошения никогда не ограничивается одной местностью, одной территорией (через 2-3 года распространяется на соседние прилегающие массивы). Разрушение почвенного плодородия под действием нарастающего вторичного заболачивания и засоления (если они начались) «происходит каждодневно и ежечасно, поэтому бороться с ним надо как можно раньше и именно на локальном уровне» [12].

3. *Истощение водных ресурсов.* Одной из наиболее серьезных экологических проблем Поволжья, Казахстана и республик Средней Азии стало истощение водных ресурсов. Существуют уникальные внутриконтинентальные моря и озера, такие, как Каспий, Арал, Балхаш, Зайсан, Алаколь. Расширение масштабов потребления пресной воды, в первую очередь для поливного земледелия, привело к засорению и истощению естественных водных источников.

Особенно катастрофическим стало обмеление Аральского моря вследствие нерационального использования вод Амурдарьи и Сырдарьи (рис. 3).



Рисунок 3.

Водосборный бассейн Аральского моря [38]

В 60-х годах море содержало 1066 км³ воды, а в конце 80-х его объем составил всего 450 км³, соленость воды увеличилась с 11-12 г/л до 26-27 г/л и более (рис. 4) [39]. Уровень моря упал на 13 м, обнажившееся морское дно превратилось в соляную пустыню. Ежегодные пыльные бури разносят соль на огромные территории Евразии. На прилегающих землях уровень соленых ГВ поднялся до 1,5-2 м, что привело к падению плодородия поливных земель в Приаралье. Уменьшение зеркала моря повлекло за собой изменение направления ветров и климатических характеристик региона.

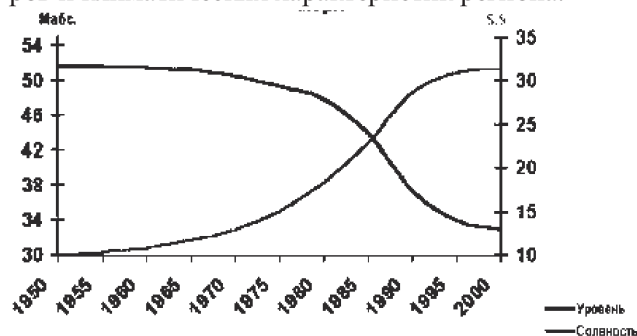


Рисунок 4. Многолетний ход уровня и солености Аральского моря [38].

Подобная же ситуация сложилась на озере Балхаш, уровень которого за 10-15 лет снизился на 2,8-3 м. В то же время продолжается подъем уровня Каспийского моря, вызванный непродуманным решением об осушении залива Кара-Богазгол.

Анализ динамики обмеления Арала и опустынивания прилегающих территорий приводит к удручающему прогнозу полного исчезновения моря (рис. 5). Новая пустыня Аралкумы сольётся с существующими Каракумами и Кызылкумами и станет соперничать с Сахарой, которая, кстати, всего 150-200 тыс.

лет назад была покрыта буйной растительностью [39]. Забор воды на орошение из двух крупнейших рек, впадающих в Арал, привёл к тому, что их ежегодный сток, составлявший в 1980 г. 60 км³, уменьшился до 4 км³. Сырдарья в настоящее время не доходит до моря, заканчивая свой путь на полях, а Амударья достигает Арала лишь зимой тоненьким ручейком.

Осушенное дно моря становится источником пыли и солей, разносимых на очень большие расстояния. Уже сейчас приблизительно 50-60 млн. т. солей и пыли ежегодно поднимается в воздух и разносится на многие километры на плантации хлопка и риса. Арал стал самым крупным поставщиком пыли в пределах стран СНГ.

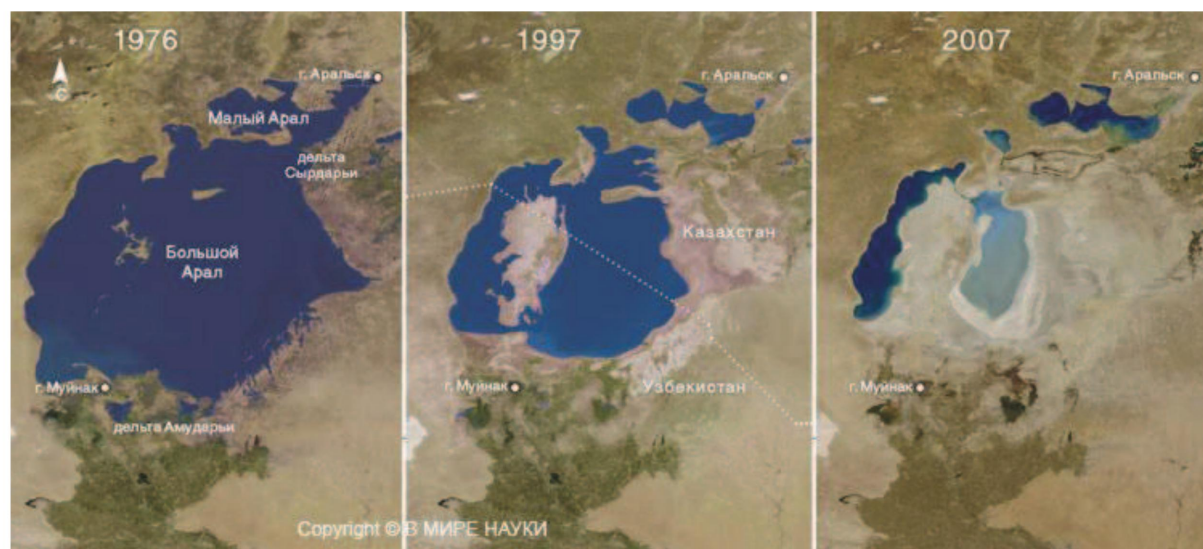


Рисунок 5. Деградация Аральского моря [39]

Существует идея Н. Бабака, что в земной коре между Каспием и Аралом существуют разломы земных блоков, по которым проходят подземные реки, несущие воду из Арала в Каспий, за счет чего уровень Каспия постоянно повышается [40]. Экологическая катастрофа грозит Аральскому и Каспийскому морям. Высыхание Аральского моря оказывает разрушительное воздействие на состояние почв в регионе, что сказывается на экономическом положении и здоровье примерно 20 миллионов сельских жителей. Урожай сельскохозяйственных культур в регионе снизился на 20-30%, потери в результате засоления почвы оцениваются в 2 миллиарда долларов США в год [40].

Вторичное антропогенное засоление орошаемых земель – это процесс, ведущий к нарушению глобального биосферного механизма. С биосферной точки зрения, явление почвенного засоления необходимо рассматривать как глобальную проблему мирового значения, так как последствия засоления ощущаются в глобальном масштабе и отражаются на биосфере планеты в целом. В то же время при

условии научно обоснованного проектирования и рациональной эксплуатации, орошаемые аридные земли способны не только дать продовольствие, корма, органическое сырье в количествах в 4-5 раз выше современных, но и устранить угрозу глобального отравления биосферы вследствие чрезмерных выделений углекислого газа.

Согласно современным представлениям, мелиорация засоленных почв не может быть решена применением какого-либо одного универсального технического приема и требует осуществления системы мероприятий, состоящих из следующих элементов: 1) высокого агротехнического комплекса; 2) соответствующей организации территории; 3) правильной эксплуатации оросительной сети; 4) комплекса специальных мелиоративных мероприятий по удалению солей из почвы [13].

Например, М.Р. Абдуев [28] предлагает следующий комплекс мероприятий по восстановлению орошаемых почв: 1) создание искусственного течения и понижения уровня грунтованных вод с помощью дренажных систем (горизонтальный глубокий открытый

дренаж, горизонтальный закрытый дренаж, вертикальный дренаж); 2) уплотнение вспаханного участка тяжелой техникой; 3) поливную норму воды подавать в два-три приема (в зависимости от условий почвообразования, гранулометрии и количества солей требуется от 6000 до 12000 м³ воды); 4) после промывки необходимо вносить удобрения и сеять однолетние солеустойчивые культуры (суданская трава, сладкий индийский просо, индийский сорго, подсолнечник); 5) после однолетних солеустойчивых культур необходимо сеять пастушью сферофизу и люцерну, и только после этого – хлопчатник. Для возвращения глинистых солончаковых почв с плохой водопроницаемостью промывать методом борозды и полосы, который хорошо представлен для Средней Азии С.Н. Золотаревым и М.И. Да-

шевским, для Азербайджана – М.А. Агамировым, А.К. Ахтудовым и Т.А. Мамедовым [28].

Выводы. Таким образом, засоление орошаемых почв республик Средней Азии, Нижнего Поволжья, Казахстана носит глобальный и масштабный характер не только для этих административных территорий, но и для прилегающих территорий, увеличивая площадь почв, подвергающихся химической деградации, а причины, способствующие их проявлению, имеют трансграничные аспекты. Для решения глобальной экологической проблемы требуются согласованные действия руководителей республик и государств, а также единые требования и условия использования почв в орошаемом земледелии, их восстановления и рекультивации, биомелиорации.

Литература

1. Тот Т., Пастор Л., Кабош Ш., Кути Л. Засоленные почвы Венгрии: прогноз распространения на основе гидрогеологических карт // Экология и география почв / Ред. П.В. Красильников. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2009. С. 116-157.
2. World Reference Base for Soil Resources, by ISSS-FAO. World Soil Resources Report No. 84. FAO. Rome. 1998. 88 p.
3. Панкова Е.И., Айдаров И.П., Ямнова И.А., Новикова А.Ф., Благоевлин Н.С. Природное районирование засоленных почв бассейна Аральского моря (география, генезис, эволюция). М., 1996. 180 с.
4. Mikheeva I.V. Laws and Dynamics of Statistical Distribution of Exchangeable Sodium and Salts in Irrigated Soils of Kulunda Steppe // International symposium «Sustainable management of salt affected soils in the arid ecosystem». Cairo, Egypt, 22-29 September, 1997. Cairo, 1997. P. 125-126.
5. Mikheeva I.V., Kuzmina Ye.D. Mathematical Modeling and Actual Change of Chemical Properties of Chestnut Soil Under Irrigation by Low-Mineralized Water // International symposium «Sustainable management of salt affected soils in the arid ecosystem». Cairo, Egypt, 22-29 September, 1997. Cairo, 1997. P. 123-124.
6. Тарасов А.С., Самофалова И.С. Продуктивность яровой пшеницы в условиях Северной Кулунды в зависимости от распределения осадков в летний период // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 1995. № 3-4. С. 19-22.
7. Михайлов Ф.Д. Прямые и обратные задачи модели солепереноса в условиях стационарного водно-солевого режима почвогрунтов // Пермский аграрный вестник. 2014. №7. С. 52-59.
8. Широкова Ю.И., Морозов А.Н. Экологические проблемы засоленных орошаемых земель [Электронный ресурс]. http://water-salt.narod.ru/eko_prob_z_z_uz.htm (дата обращения 15.05.2014).
9. Рысков Я.Г., Олейник С.А., Рыскова Е.А., Моргун Е.Г. Происхождение сульфатных солей в лессовых породах Северного Кавказа смежных территорий по данным изотопного состава серы // Почвенные процессы и трансгранично-временная организация почв / отв. ред. В.Н. Кудеяров; Ин-т физ.-хим. и биол. проблем почвоведения РАН. М.: Наука, 2006. С. 377-394.
10. Динамика ландшафтных компонентов и внутренних морских бассейнов Северной Евразии за последние 130 000 лет // Развитие ландшафтов и климата Северной Евразии. Поздний плейстоцен-голоцен – элементы прогноза: Атлас-монография. Вып. II: Общая палеогеография / Под ред. А.А. Величко. М.: Геос, 2002. 232 с.
11. Экологические проблемы государств Средней Азии и Казахстана [Электронный ресурс]. http://otherreferats.allbest.ru/ecology/00162789_0.html (дата обращения 15.05.2014).
12. Проблемы опустынивания и засоления почв аридных регионов мира / В.А. Ковда; [отв. ред. Е.И. Панкова, И.П. Айдаров]; Ин-т физ.-хим. и биол. проблем почвоведения РАН. М.: Наука 2008. 415 с.
13. Abdyev M. Alkali soils of Azerbaijan and their improvement. ITHASA Press, 2012. 70 p.
14. Земельные ресурсы бассейна Аральского моря [Электронный ресурс]. <http://cawater-info.net/aryl/land.htm> (дата обращения 15.05.2014).
15. Земельный фонд Республики Казахстан [Электронный ресурс]. <http://enrin.grida.no/htmls/kazahst/soe/soe/nav/soil/soil.htm> (дата обращения 15.05.2014).
16. Общие сведения об аграрном секторе Кыргызстана [Электронный ресурс]. http://www.centralasia-biz.com/cabiz/kirgizstan/agrarny/abt_agrarny_kg.htm (дата обращения 15.05.2014).
17. Земледелие, земельные ресурсы [Электронный ресурс]. <http://www.open.kg/about-kyrgyzstan/kyrgyz-economy/agriculture/229-zemledelie-zemelnye-resursy.html> (дата обращения 15.05.2014).
18. Национальный отчет республики Таджикистан [Электронный ресурс]. http://www.cawater-info.net/ucc-water/pdf/ucc_water_report_taj_rus.pdf (дата обращения 15.05.2014).

19. Аграрная реформа в Туркменистане [Электронный ресурс]. <http://departments.agri.huji.ac.il/economics/lerman-turk-land.pdf> (дата обращения 15.05.2014).
20. Кузиев Р.К. Земельные ресурсы, их использования и меры смягчающие влияния изменения климата [Электронный ресурс]. www.google.ru/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=7&ved=0CEcQFjAG&url=http%3A%2F%2Fsiteresources.worldbank.org%2FINTUZBEKISTAN%2FResources%2F294087-1246601504640%2FZem_resurs_RKuziev.ppt&ei=q-90U-jmJK7S4QS (дата обращения 15.05.2014).
21. Глазовский Н.Ф. Аральский кризис – причины возникновения и пути выхода. М.: Наука, 1990. 130 с.
22. ФАН Узбекской ССР. Экономические и социальные проблемы развития и размещения производительных сил Узбекской ССР на современном этапе. Ташкент: Институт по изучению производительных сил, 1986. 166 с.
23. Fullerton S., Pawluk S. The role of seasonal salt and water fluxes in the genesis of solonetzis B horizons // *Canad. J. Soil Sci.* 1987. vol. 67. P. 719-730.
24. Бабаев А.Г. Пустыня как она есть. М.: Молодая гвардия, 1983. 207 с.
25. Бабаев А.Г. Карта антропогенной деградации земель бассейна Аральского моря и пояснительная записка к ней. М., 1993.
26. Абдулкасимов А.А. Вопросы экологической оптимизации антропогенных ландшафтов Средней Азии // *Комплексный мониторинг и практика.* – М., 1991. 301 с.
27. Приходько В.Е. Изменение почвенных процессов и почв Поволжья при орошении // *Почвенные процессы и пространственно-временная организация почв* / отв. ред. В.Н. Кудеяров; Ин-т физ.-хим. и биол. проблем почвоведения РАН. М.: Наука, 2006. С. 520-540.
28. Абдуев М.Р. Почвы с делювиальной формой засоления и вопросы их мелиорации. – 3-е изд. СПб.: Академия исследования культуры, 2012. 312 с.
29. Кулиева Т.С., Керимова О.Г. Мелиорация содовозасоленных солонцеватых карбонатных почв путем поливов слабыми растворами серной кислоты // *Сборник материалов Международной научной конференции «Почвы Азербайджана: генезис, география, мелиорация, рациональное использование и экология»*, Национальная Академия Наук Азербайджана (НАНА), Баку, «Элм», 8-10 июня 2012. Том XII. Часть 2. С. 456-460.
30. The Aral Sea Disaster. Philip Micklin in *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, 2007. Vol. 35, P. 47-72.
31. Соколова Т.А., Топунова И.В., Сиземская М.Л., Толпешта И.И., Дронова Т.Я. Эволюция солевого состояния солончаковых солонцов Северного Прикаспия в связи с динамикой уровня грунтовых вод (на примере почв Джаныбекского стационара) // *Роль почв в биосфере: Тр. Ин-та почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова и РАН* / Отв. ред. Г.В. Добровольский. М.: Изд. Ин-та почвоведения МГУ-РАН; Тула: Гриф и К. Вып. 2. Географическое разнообразие почв. Почвы и биота. 2003. С. 234-259.
32. Прикаспийский регион. Проблемы социально-экономического развития. М.: ВИНТИ, 1989. 440 с.
33. Шикломанов И.А. Влияние хозяйственной деятельности на речной сток. Л.: Гидрометеиздат, 1989. 334 с.
34. Чембарисов Э.И., Бахритдинов Б.А. Гидрохимия речных и дренажных вод Средней Азии. Ташкент: УКИ-ТУВЧИ, 1989. 37 с.
35. Кисилева Н.К. Влияние малого суслика на миграцию солей в почвах Прикаспийской низменности // *Почвоведение.* 1976. № 1. С. 73-86.
36. Абатуров Б.Д. Млекопитающие как компонент экосистем. М.: Наука, 1984. 287 с.
37. Парфёнова Н.И., Решёткина Н. Экологические принципы регулирования гидрогеологического режима орошаемых земель. СПб.: Гидрометеиздат, 1995. 360 с.
38. Аральское море [Электронный ресурс]. <http://enrin.grida.no/htmls/araloe/aralsea/russian/arsea/arsea.htm> (дата обращения 15.05.2014).
39. Восстановление Аральского моря [Электронный ресурс]. <http://elementy.ru/lib/430635> (дата обращения 15.05.2014).
40. *Hydrobiology of the Aral Sea.* Edited by Nikolay V. Aladin et al. Dying and Dead Seas: Climatic vs. Anthropogenic Causes. NATO Science Series IV: Earth and Environmental Sciences. Kluwer, 2004. Vol. 36. 392 p.

SALINIZATION IS A GLOBAL ENVIRONMENTAL PROBLEM IN IRRIGATED AGRICULTURE

A.G. Guliev, Professor,

Nakhchivan State University,

Campus, AZ7012, Nakhchivan, Azerbaijan Republic

I.A. Samofalova, Associate Professor, **N.M. Mudrykh**, Associate Professor,

Perm State Agricultural Academy,

Petropavlovskaya st., 23, Perm, 614990, Russia,

E-mail: samofalovairaida@mail.ru

ABSTRACT

In the region located in the arid and semiarid zones there are many problems related to irrigation and land reclamation. Irrigated agriculture is the foundation of agriculture in arid and semiarid region (Russia (Povolzhie), Kazakhstan, Uzbekistan, Turkmenistan, Kyrgyzstan, Tajikistan, Azerbaijan).

Poor water management of irrigation systems creates many problems that degrade soil fertility and land quality, contributing to environmental problems that lead to salinization and pollution of irrigated soils, groundwater and water sources. The article deals with the sources of secondary salinization, which can be roughly grouped into three major groups: natural, natural and anthropogenic, anthropogenic. Thus, soil salinity can be considered, on the one hand, as the process which has natural causes and conditions of origin, on the other hand, as a result of anthropogenic impacts in irrigated agriculture. Salinization is progressing with human intervention in natural agrogenic ecosystems that, in turn, contributes to the emergence of new problems related to salinity. One of the most serious environmental problems of Povolzhie, Kazakhstan and the Central Asian republics became the depletion of water resources, which led to an environmental disaster of the Aral Sea. According to archaeological data, salinization caused the decline or move of an entire civilization. This raises the question of the regulation of the negative soil processes, and, above all, salinity, as this problem is difficult to regulate in irrigated agriculture, which history of Central Asia has more than 8 thousand years. To solve global environmental problems the concerted actions of leaders of the republics and states are required, as well as uniform requirements and conditions for the use of soils in irrigated agriculture, their restoration and rehabilitation.

Key words: salinity, ecology, irrigation, soil, ground water.

References

1. Tot T., Pastor L., Kabosh Sh., Kuti L. Zasolennye pochvy Vengrii: prognoz rasprostraneniya na osnove gidrogeologicheskikh kart (Saline soils of Hungary: forecast of spread on the basis of hydrogeological maps), *Jekologiya i geografiya pochv* / Under ed. P.V. Krasilnikov. Petrozavodsk: Karelian Research Centre of the RAS, 2009, pp. 116-157.
2. World Reference Base for Soil Resources, by ISSS-FAO. World Soil Resources Report No. 84. FAO. Rome, 1998, P. 88.
3. Pankova E.I., Ajdarov I.P., Iamnova I.A., Novikova A.F., Blagovolin N.S. Prirodnoe rajonirovanie zasoljennykh pochv bassejna Aralskogo morja (geografiya, genezis, evoliutsiya) (Natural zonation of saline soils of the Aral Sea basin (geography, genesis, evolution) M., 1996, P. 180.
4. Mikheeva I.V. Laws and Dynamics of Statistical Distribution of Exchangeable Sodium and Salts in Irrigated Soils of Kulunda Steppe // International symposium «Sustainable management of salt affected soils in the arid ecosystem». Cairo, Egypt, 22-29 September, 1997. Cairo, 1997, pp. 125-126.
5. Mikheeva I.V., Kuzmina Ye.D. Mathematical Modeling and Actual Change of Chemical Properties of Chestnut Soil under Irrigation by Low-Mineralized Water // International symposium «Sustainable management of salt affected soils in the arid ecosystem». Cairo, Egypt, 22-29 September, 1997. Cairo, 1997, pp. 123-124.
6. Tarasov A.S., Samofalova I.S. Produktivnost jarovoj pshenicy v usloviyakh Severnoj Kulundy v zavisimosti ot raspredeleniya osadkov v letnij period (Productivity of spring wheat in North Kulunda conditions according to the distribution of precipitation in summer) // *Sibirskij vestnik selskhozajstvennoj nauki*. 1995, No. 3-4, pp. 19-22.
7. Mikajlov F.D. Prjamyje i obratnye zadachi modeli soleperenosa v usloviyakh stacionarnogo vodno-solevogo rezhima pochvogrunтов (Direct and inverse problems of salt transport model in conditions of a stationary water-salt regime of soils) *Permskij agrarnyj vestnik*. 2014, No. 7, pp. 52-59.
8. Shirokova Ju.I., Morozov A.N. Jekologicheskie problemy zasoljennykh oroshaemykh zemel (Ecological problems of saline irrigated lands) [E-resource]. http://water-salt.narod.ru/eko_prob_z_z_uz.htm (date retrieved: 15.05.2014).
9. Ryskov Ja.G., Olejnik S.A., Ryskova E.A., Morgun E.G. Proishozhdenie sulfatnykh soley v lessovykh porodah Severnogo Kavkaza smezhnykh territorij po dannym izotopnogo sostava sery (Origin of sulfate salts in loess of the North Caucasus adjacent areas according to isotopic composition of sulfur) *Pochvennyye processy i prostranstvenno-vremennaja organizacija pochv* / under ed. V.N. Kudeiarov; Institution of physical, chemical and biological problems of soil science of RAS, M.: Nauka, 2006, pp. 377-394.
10. Dinamika landshaftnykh komponentov i vnutrennih morskikh bassejnov Severnoi Evrazii za poslednie 130 000 let (Dynamics of landscape components and inner marine basins of Northern Eurasia over the last 130 000 years) The development of landscape and climate of Northern Eurasia. Late Pleistocene-Holocene - elements of forecast: Atlas-monography, Vol. II: Obshhaja paleografiya / Under ed. A.A. Velichko, M.: Geos, 2002, P. 232.
11. Jekologicheskie problemy gosudarstv Srednei Azii i Kazakhstana (Environmental problems of Central Asia and Kazakhstan) [E-resource]. http://otherreferats.allbest.ru/ecology/00162789_0.html (date retrieved: 15.05.2014).
12. Problemy opustynivaniia i zasoleniia pochv aridnykh regionov mira (Problems of desertification and salinization in arid regions of the world) / V.A. Kovda; [under ed. E.I. Pankova, I.P. Ajdarov]; Institution of physical, chemical and biological problems of soil science of RAS, M.: Nauka, 2008, P. 415.
13. Abdyev M. Alkali soils of Azerbaijan and their improvement. ITHASA Press, 2012, P. 70.
14. Zemelnye resursy bassejna Aralskogo moria (Land resources of the Aral Sea basin) [E-resource]. <http://cawater-info.net/aral/land.htm> (date retrieved: 15.05.2014).

15. Zemelnyi fond Respubliki Kazahstan (Land Fund of the Republic of Kazakhstan) [E-resource]. <http://enrin.grida.no/htmls/kazahst/soe/soe/nav/soil/soil.htm> (date retrieved: 15.05.2014).
16. Obshhie svedeniia ob agrarnom sektore Kyrgyzstana (General information of agricultural sector of Kyrgyzstan) [E-resource]. http://www.centralasia-biz.com/cabiz/kirgizstan/agrarny/abt_agrarny_kg.htm (date retrieved: 15.05.2014).
17. Zemledelie, zemelnye resursy (Agriculture, land resources) [E-resource]. <http://www.open.kg/about-kyrgyzstan/kyrgyz-economy/agriculture/229-zemledelie-zemelnye-resursy.html> (date retrieved: 15.05.2014).
18. Natsionalnyi otchet respubliki Tadjikistan (National Report of the Republic of Tajikistan) [E-resource]. http://www.cawater-info.net/ucc-water/pdf/ucc_water_report_taj_rus.pdf (date retrieved: 15.05.2014).
19. Agrarnaia reforma v Turkmenistane (Agrarian reform in Turkmenistan) [E-resource]. <http://departments.agri.huji.ac.il/economics/lernan-turk-land.pdf> (date retrieved: 15.05.2014).
20. Kuziev R.K. Zemelnye resursy, ih ispolzovaniia i mery smiagchaushhie vliianiia izmeneniia klimata (Land resources, their use and measures mitigating the impact of climate change) [E-resource]. www.google.ru/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=7&ved=0CEcQFjAG&url=http%3A%2F%2Fsiteresources.worldbank.org%2FINTUZBEKISTAN%2FResources%2F294087-1246601504640%2FZem_resurs_RKuziev.ppt&ei=q-90U-jmJK7S4QS (date retrieved: 15.05.2014).
21. Glazovskij N.F. Aralskii krizis – prichiny vozniknoveniia i puti vyhoda (The Aral Sea crisis: causes and ways out) M.: Nauka, 1990, P. 130.
22. FAN Uzbekskoi SSR. Ekonomicheskie i social'nye problemy razvitiia i razmeshheniia proizvoditel'nyh sil Uzbekskoi SSR na sovremennom etape. (FAS Uzbek SSR. Economic and social problems of development and distribution of productive forces of the Uzbek Soviet Socialist Republic at the present stage), Tashkent: Institute for the Study of Productive Forces, 1986, P. 166.
23. Fullerton S., Pawluk S. The role of seasonal salt and water fluxes in the genesis of solonchaks B horizons // Canad. J. Soil Sci. 1987, vol. 67, pp. 719-730.
24. Babaev A.G. Pustynja kak ona est (Desert as it is) M.: Molodaia gvardiia, 1983, P. 207.
25. Babaev A.G. Karta antropogennoi degradatsii zemel basseina Aralskogo moria i poiasnitelnaia zapiska k nei (Map of anthropogenic degradation of the Aral Sea basin and the explanatory note to it.), M., 1993.
26. Abdulkasimov A.A. Voprosy ekologicheskoi optimizatsii antropogennykh landshaftov Srednei Azii (Questions of ecological optimization of anthropogenic landscapes of Central Asia), Kompleksnyj monitoring i praktika, M., 1991, P.301.
27. Prikhodko V.E. Izmenenie pochvennykh processov i pochv Povolzhia pri oroshenii (Change of soil processes and soils of Povolzhie during irrigation) Pochvennye processy i prostranstvenno-vremennaja organizatsiia pochv / under ed. V.N. Kudeiarov; Institution of physical, chemical and biological problems of soil science of RAS, M.: Nauka, 2006, pp. 520-540.
28. Abduiev M.R. Pochvy s deliuvialnoi formoi zasoleniia i voprosy ih melioratsii (Soils with alluvial form of salinization and matters of their Reclamation) 3 ed. SPb.: Akademiia issledovaniia kul'tury, 2012, P. 312.
29. Kulieva T.S., Kerimova O.G. Melioratsiia sodovozasolenykh solonchakovykh karbonatnykh pochv putem polivov slabymi rastvorami sernoi kisloty (Reclamation of soda salted alkaline calcareous soils by irrigation of weak solution of sulfuric acid) Collected materials of the International scientific conference "Azerbaijan soils: genesis, geography, land reclamation, management and ecology", National Academy of Sciences of Azerbaijan (NASA), Baku, «Jelm», 8-10 June 2012, Vol. XII, Part 2, pp. 456-460.
30. The Aral Sea Disaster. Philip Micklin in Annual Review of Earth and Planetary Sciences, 2007, Vol. 35, pp. 47-72.
31. Sokolova T.A., Topunova I.V., Sizemskaja M.L., Tolpeshta I.I., Dronova T.Ia. Evoliutsiia solevogo sostoiianiia solonchakovykh solonchakov Severnogo Prikaspiia v sviazi s dinamiko urovnia gruntovykh vod (na primere pochv Dzhanibekskogo stacionara) (Evolution of salt status of saltmarsh solonchaks of Northern Caspian according to the dynamics of the groundwater level (by the example of soil Dzhanibek station) Rol pochv v biosfere: Institution of Soil Science, Moscow State University named after M.V. Lomonosov and RAS / under ed. G.V. Dobrovolskii. M.: Publishing of Institution of Soil Science, MSU RAS; Tula: Grif and K, Vol. 2, The geographical diversity of soils. Soil and biota, 2003, pp. 234-259.
32. Prikaspiiskii region. Problemy socialno-ekonomicheskogo razvitiia (Caspian region. Problems of social and economic development), M.: Russian Institute for Scientific and Technical Information, 1989, P. 440.
33. Shiklomanov I.A. Vliianie hozjajstvennoj dejatel'nosti na rechnoj stok (Influence of economic activity on river flow), L.: Gidrometeoizdat, 1989, P. 334.
34. Chembarisov Je.I., Bahritdinov B.A. Gidrokhimiia rechnykh i drenaznykh vod Srednej Azii (Hydrochemistry of river and drainage waters of Central Asia). Tashkent: Ukituvchi, 1989, P. 37.
35. Kisileva N.K. Vliianie malogo suslika na migratsiu solei v pochvakh Prikaspiiskoi nizmennosti (Influence of small gopher on salt migration in the soils of the Caspian Lowland), Pochvovedenie, 1976, No. 1, pp. 73-86.
36. Abaturov B.D. Mlekopitajushhie kak komponent jekosistem (Mammals as a component of ecosystems) M.: Nauka, 1984, P. 287.
37. Parfionova N.I., Reshjatkina N. Jekologicheskie principy regulirovaniia gidrogeologicheskogo rezhima oroshae-mykh zemel (Ecological principles for the regulation of hydrogeological regime of irrigated land), SPb.: Gidrometeoizdat, 1995, P. 360.
38. Aral Sea [E-resource]. <http://enrin.grida.no/htmls/aralsee/aralsee/russian/aralsee/aralsee.htm> (date retrieved: 15.05.2014).
39. Restoration of the Aral Sea [E-resource]. <http://elementy.ru/lib/430635> (date retrieved: 15.05.2014).
40. Hydrobiology of the Aral Sea. Edited by Nikolay V. Aladin et al. Dying and Dead Seas: Climatic vs. Anthropogenic Causes. NATO Science Series IV: Earth and Environmental Sciences. Kluwer, 2004, Vol. 36, P. 392.