

*Геология, география и глобальная энергия*. 2022. № 2 (85). С. 39–45.  
*Geology, Geography and Global Energy*. 2022; 2(85):39–45 (In Russ.).

Научная статья  
УДК 502.5  
doi 10.54398/20776322\_2022\_2\_39

### **ФОРМИРОВАНИЕ МОДЕЛИ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ, ПОДВЕРЖЕННЫХ ЗАСОЛЕНИЮ**

Столярова Елена Михайловна  
Астраханский государственный университет, Астрахань, Россия  
elena\_astra@inbox.ru

**Аннотация.** В статье рассматриваются основные проблемы деградации земель сельскохозяйственного назначения связанные с засолением почв. Рассмотрены основные факторы и причины засоления почв сельскохозяйственных угодий Астраханской области и других регионов. Разработан блок-схема мониторинга земель сельскохозяйственного назначения, которая позволит оптимизировать контроль состояния земель сельскохозяйственного назначения и способствовать предвидению последствий деградации почв и принятию мер по ее предотвращению.

**Ключевые слова:** земли сельскохозяйственного назначения, агроэкологический мониторинг, рациональное природопользование, засоление, опустынивание, деградация земель

**Для цитирования:** Столярова Е. М. Формирование модели агроэкологического мониторинга сельскохозяйственных земель, подверженных засолению // *Геология, география и глобальная энергия*. 2022. № 2 (85). С. 39–45. [https://doi.org/10.54398/20776322\\_2022\\_2\\_39](https://doi.org/10.54398/20776322_2022_2_39).

### **FORMATION OF A MODEL OF AGROECOLOGICAL MONITORING OF AGRICULTURAL LANDS SUBJECT TO SALINIZATION**

Elena M. Stolyarova  
Astrakhan State University, Astrakhan, Russia  
elena\_astra@inbox.ru

**Abstract.** The article discusses the main problems of agricultural land degradation associated with soil salinization. The main factors and causes of soil salinization of agricultural lands of the Astrakhan region and other regions are considered. A flowchart for monitoring agricultural land has been developed, which will optimize the monitoring of the condition of agricultural land and help to anticipate the consequences of soil degradation and take measures to prevent it.

**Keywords:** agricultural lands, agroecological monitoring, rational nature management, salinization, desertification, land degradation

**For citation:** Stolyarova E. M. Formation of a model of agroecological monitoring of agricultural lands subject to salinization. *Geology, Geography and Global Energy*. 2022; 2(85):39–45. [https://doi.org/10.54398/20776322\\_2022\\_2\\_39](https://doi.org/10.54398/20776322_2022_2_39).

Земли сельскохозяйственного назначения всегда имели особое предназначение, так как являются необходимым средством производства сельскохозяйственной продукции и являются второй по площади категорией земель единого земельного фонда Российской Федерации.

В большинстве субъектов нашей страны продолжается снижение плодородия почвенного слоя, происходит ухудшение состояния земель, используемых для ведения сельского хозяйства. Земли сельскохозяйственных угодий, особенно подвержены деградации и загрязнению, теряют естественную устойчивость к разрушению и способности к восстановлению свойств и воспроизводству плодородия. Особенно негативен процесс ухудшения экологического состояния земель, развитие эрозионных

процессов, опустынивание, засоление, загрязнение химическими и радиоактивными веществами, зарастание лесом и кустарником земель ежегодно исключают из сельскохозяйственного использования значительные площади.

Рассматривая сельскохозяйственные угодья Астраханской области наблюдается прогрессирующее распространение следующих негативных процессов: ветровая эрозия – 2077 тыс. га; подтопление – 250 тыс. га; засоление – 1 861,99 тыс. га. Большая часть деградации земель сельскохозяйственного назначения происходит по причине ветровой эрозии и засоления почв. Более подробно рассмотрим проблему деградации сельскохозяйственных земель связанную с засолением почв.

На территории России засоленные почвы выделены в 42 субъектах федерации из 85. На сельскохозяйственных землях России площадь засоленных (не солонцовых) почв составила 16,3 млн га (около 9 % площади сельскохозяйственных угодий) и около 23 млн га, представлено засоленными почвами солонцовых комплексов, что составляет примерно 12,5 % от площади сельскохозяйственных угодий. Таким образом, около 21 % от площади сельскохозяйственных земель России относится к категории засоленных. На пахотных землях засоленные (несолонцовые) почвы составляют 4 %, а солонцовые 8,2 %. Площади орошаемых земель по данным на 1 января 2021 г., достигли 5,2 млн га. Из них к засоленным относилось 17 %, а к солонцовым – 19,7 %.

Засоленные почвы особенно широко распространены на юге России в пределах полупустынной, сухостепной, степной и лесостепной зон. В не которых регионах, например, на территории Астраханской области, Республики Калмыкия, Республики Дагестан, Новосибирской области и др., засоленные и солонцовые почвы занимают до 30% и более от площади пахотных земель.

От чего же зависит такой высокий процент деградации почв связанный с процессом засоления? Засоление почвы – это процесс накопления солей в почвах, который приводит к образованию солончаковатых (глубинное засоление), солончаковых (поверхностное засоление) и содово-засоленных почв [4]. Засоленные почвы – это почвы разные по генезису и свойствам, в профиле которых содержится большое количество легкорастворимых солей, которые ухудшают плодородие почв и отрицательно сказываются на росте и развитии растений. Токсичное действие легкорастворимых солей проявляется в увеличении осмотического давления почвенной влаги, снижении ее доступности для растений, нарушении нормального соотношения элементов минерального питания, отрицательном воздействии на свойства почв. В этом случае соли могут оказывать специфическое токсическое действие на растения [3].

Наиболее процессу естественного засоления подвержены территории с засушливым климатом. Это происходит по причине притяжения солей к поверхностным слоям почвы из грунтовых вод и коренных отложений, так как влага движется в восходящем направлении и по мере этого движения она испаряется и содержащаяся в ней соль оседает на стенках порового пространства почв. Высокий процент естественного природного засоления в почвах пустынь и полупустынь.

Засолены почвы, так же образуются на родных породах с высоким естественным засолением и при малом (менее 3 м от поверхности земли) залегании грунтовых засоленных вод. В естественных природных условиях данный процесс идет медленно, но он существенно усиливает (вторичное засоление) и становится настоящим бедствием при орошаемом земледелии. Более 50 % всех орошаемых земель мира подвержено вторичному засолению и осолонцеванию по международным оценкам ЮНЕСКО. Многолетний опыт показал, что орошаемое земледелие Средней Азии, Заволжья и Нижнего Дона, ведет к возникновению ряда проблем связанных с дальнейшей деградацией почв: разрушение структуры, засоление, осолонцевание, выщелачивание, заболачивание и в итоге уничтожению почвенного плодородия и разрушению почвы. Процесс засоления почв связан со стадией орошения в период, когда засоленные грунтовые воды поднимаются на глубину 1–3 м от поверхности земли и испарение влаги растительностью приближается к величине испарения с открытой поверхности воды (в аридных районах оно достигает 1 000–1 500 мм в год).

За летний период при минерализации таких вод в верхний слой почвы накапливают около 20 т/га солей. К сожалению, подъем уровня грунтовых вод (подтопление) на орошаемых землях нельзя избежать, даже соблюдая минимальные режимы полива. В итоге подтопленные территории нельзя использовать для сельскохозяйственных угодий по причине непригодности земель, так как данные земли становятся недоступными и непроходимыми для обрабатывающей техники.

Процесс вторичного засоления почв – это накопление солей в почвах, под влиянием неправильного использования орошаемых почв или прилегающих к ним территориям, а также в результате изменения водно-солевого баланса, ранее регулируемого естественным путем, например на пойменных землях после зарегулирования речного стока. Причиной вторичного засоления это повышенная минерализация вод на орошаемых и смежных с орошаемыми почвах, подъем минерализованных грунтовых вод, ослабление промывного режима почв все эти причины ведут к вторичному засолению почв. Наиболее вторичному засолению подвержены районы бессточных низменностей, где за многие тысячелетия накапливались соли  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{MgCO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{NaCl}$ , но в условиях аридного климата при недостатке влаги не поднимались на поверхность. Натриевые соли оказывают наиболее губительное влияние на почвы сельскохозяйственных угодий. Вторичное засоление почвы разделяют по составу, количеству солей и глубине залегания солевого горизонта. Данные почвы могут быть мелиорированы путем промывок и удаления промывных и минерализованных грунтовых вод с помощью дренажа. Основой профилактики вторичного засоления является контроль качества использования орошаемых вод (обычно менее 0,7 г/л солей), поддержании зеркала грунтовых вод ниже критического уровня (2–3 м), а так же соответствие режима орошения и при необходимости применения периодического промывного полива. Однако в настоящее время ухудшение качества вод в источниках орошения, приводит к росту площадей вторичного засоления почв.

Существенное преобладание в процессах деградации почв южных регионов нашей страны относится к проблеме засоления почв и сельскохозяйственных земель. Различают:

- собственно засоление – это когда происходит процесс избытка накопления водорастворимых солей в почвах и изменение реакции среды на последствие изменения их катионно-анионного состава;
- осолонцевание – изменение в почве специфических морфологических и других свойств, обусловленные вхождением ионов натрия и магния в почвенный поглощающий комплекс, что в последствии рассматривается как самостоятельный процесс неблагоприятных изменений почв засоленного ряд. Существующая проблема засоления сельскохозяйственных земель Астраханской области и всего юга Российской Федерации требует принятия и разработки мер по улучшению и прогнозированию данной ситуации, которая только при проведении как глобального, так и локального мониторинга земель сельскохозяйственного назначения. Данная проблема организации мониторинга засоления почв широко обсуждается в настоящее время не только в нашей стране но и во всем мире. В то же время, как отмечает И. Н. Савин [5], такая система для регулярного наблюдения за изменением засоления орошаемых почв пока не создана.

Засоление почв является важным фактором, значительно снижающий продуктивность сельскохозяйственных земель, который оказывает глубокое воздействие на все стороны жизнедеятельности растений. В связи с этим проблема использования и мелиорации засоленных почв для южных регионов России стоит одной из первых задач рационального землепользования сельскохозяйственных земель. Особенно это касается орошаемых земель, которые приурочены к южным территориям, где обычно широко развиты засоленные почвы или существует угроза вторичного засоления. К таким территориям относится и Астраханская область. Организация рационального землепользования в отношении сельскохозяйственных земель в современных условиях представляет собой многогранную деятельность и требует, прежде всего,

комплексного и обоснованного государственного подхода к разработке и практическому осуществлению целого ряда разносторонних, согласованных мероприятий по повышению качества сельскохозяйственных земель, а так же охране и совершенствованию организации использования земли, как важнейшего материального ресурса, и как объекта социально-экономических взаимоотношений. Сложившееся земельное законодательство не регулирует сложный процесс земельных отношений, так как его существующее содержание направлено на реализацию правовых, территориальных, экономических и организационно-хозяйственных мероприятий переходного периода, обеспечивающих ликвидацию монополии государственной собственности. Нерешенные проблемы земельной реформы 1990-х гг. в настоящее время являются тормозом развития земельных отношений: наличие института земельной доли, фонда перераспределения, ликвидация крупных сельскохозяйственных предприятий вследствие отсутствия государственной поддержки, отсутствия производственной инфраструктуры Агропромышленного комплекса страны, адекватной сложившейся структуре производства и многие другие условия. Сложившиеся реалистические события в данной области говорят о возникновении стихийности процессов распределения земельного фонда на всех территориальных уровнях страны.

Совершенствование государственного управления за землями сельскохозяйственного назначения со стороны Министерства сельского хозяйства Российской Федерации, должно быть ориентировано не только на повышение эффективности проведения земельной политики в сфере сельскохозяйственного землепользования на федеральном уровне, но и в большей мере – на уровне субъектов Российской Федерации и муниципальных образований, непосредственно ведущих деятельность по организации рационального использования, перераспределения и охраны сельскохозяйственных земель. Современная хозяйственная деятельность человека сопровождается уничтожением естественной растительности и заменой ее сельскохозяйственным культурами, интенсивной обработкой почвы, применением удобрений, мелиорантов, химических средств защиты, орошения и осушения. В итоге мы хотим улучшить продуктивность сельскохозяйственных земель данным набором действий, а получаем загрязнение и разрушение сельскохозяйственных земель.

Почвы в результате длительного использования в пашне претерпевают негативные изменения: ухудшается структура пахотного слоя, снижается содержание гумуса и элементов питания, растет гидролитическая кислотность, снижается сумма поглощенных оснований, происходит декальцинация, стремительно развиваются эрозионные процессы, что приводит к снижению плодородия почвы и урожайности сельскохозяйственных культур.

По материалам почвенного обследования 2012–2016 гг. площадь изученности состояния земель Астраханской области составляла 1 103 тыс. га из них: дефляционно-опасные – 413,7 тыс. га, переувлажненные – 59,8 тыс. га, заболоченные – 1,7 тыс. га, солонцеватые и солонцовые комплексы – 285,7 тыс. га.

По данным последнего цикла агрохимического обследования [1], незасоленные почвы занимают площадь 41,6 тыс. га, что составляет 25,6 % обследованной пахотных земель Астраханской области. За последние 10 лет установлено, что во всех районах Астраханской области пашни в той или иной степени подвержены засолению, т. е. содержат хлориды, сульфаты и гидрокарбонаты. В Володарском, Икрянинском и Харабалинском районах с 2012 по 2017 г. большая часть незаселенных почв перешла в категории слабо и средnezасоленных. Площадь незасоленных почв в Володарском районе за два последних цикла обследования сократилась на 20,0 %, а очень сильнозасоленные увеличились на 9,1 %. В Икрянинском районе также были получены аналогичные данные: незасоленные почвы сократились на 19,0 % и перешли в средне- и сильнозасоленные. В Харабалинском районе за один цикл обследования площадь незасоленных пахотных почв сократилась на 20 %. Положительная динамика по снижению содержания солей наблюдается в Наримановском районе,

за последние 5 лет почвы пахотных земель со среднесоленной категории перешли в категорию слабо- и незасоленные (2013 г. – 25,8 % / 2018 г. – 12,2 %).

Согласно агрохимическому обследованию, слабее всего засолены пахотные почвы Ахтубинского района. Незасоленные и низкосоленные почвы составляют 97,2 % от общей площади пашни района. Также наблюдается снижение сильнозасоленных почв с 3,9 % в 2008 г. до 0,2 % в 2018 г.

Основной тип засоления метрового слоя почвы – хлоридно-сульфатный. На его долю приходится 76,3 тыс. га обследованных земель орошаемой пашни области (39,4 %). В меньшей степени почвы обследованных профилей пашни имеют сульфатное – 43,7 тыс. га (22,6 %) и сульфатно-хлоридное засоление – 16,3 тыс. га (8,4 %). На долю хлоридной группы приходится лишь 2,1 % засоленных земель орошаемой пашни области. В целом по Астраханской области состояние пахотных почв по уровню засоленности имеет локальное расхождение преимущественно за счет вторичного засоления. На засоленных участках необходимо соблюдение агротехнических мероприятий, направленные на засоление почв и правил водопользования.

Астраханская область по своим почвенно-климатическим условиям относится к числу регионов, где орошение является важным звеном сельскохозяйственного производства. Интенсивное ведение сельскохозяйственного производства на мелиорированных землях Астраханской области привело нарастанию процессов деградации земель. Возросшая антропогенная нагрузка способствует развитию процессов трансформации почвенного и растительного покрова пойменных и дельтовых биоценозов. В сложившейся ситуации необходим полный контроль над соблюдением правил землепользования и принятия ряда мер по оптимизации экологического мониторинга за состоянием земель сельскохозяйственного назначения. На основе проведенного анализа и сложившейся в регионе ситуации предложена следующая структура агроэкологического мониторинга. Она включает в себя четыре блока (рис.).

Таблица – Информация по степени засоления пахотных почв, обследованных участков за 2011–2019 гг. по районам Астраханской области

Район	Площадь орошаемых почв											
	всего, тыс. га	распределение по степени засоления, %					всего, тыс. га	распределение по степени засоления, %				
		незасоленные	слабо	средне	сильно	очень сильно		незасоленные	слабо	средне	сильно	очень сильно
	2011 г.					2016 г.						
Харабалинский	20,5	30,6	52,6	15,5	1,2	0,1	37,9	10,6	66,7	14,9	5,2	2,6
Лиманский	6,9	37,0	48,2	5,5	8,5	0,8	13,2	41,7	21,1	20,0	17,1	0,1
	2012 г.					2017 г.						
Ахтубинский	15,1	64,7	28,1	2,4	3,9	0,9	16,3	65,8	31,4	2,6	0,2	0,0
Володарский	10,9	29,5	26,1	22,6	20,4	1,4	11,5	9,0	36,3	25,1	19,0	10,6
Икрянинский	5,3	24,1	31,2	20,2	18,6	5,9	5,6	5,2	31,5	34,1	17,9	11,3
	2013 г.					2018 г.						
Черноярский	36,1	20,1	52,3	22,3	3,6	1,7	17,3	17,2	30,8	8,0	41,6	2,4
Наримановский	10,1	27,0	45,1	25,8	2,0	0,1	7,1	42,4	41,5	12,2	3,1	0,8
	2014 г.					2019 г.						
Приволжский	25,9	3,9	65,2	26,8	4,1	0,0	18,7	25,5	36,4	27,0	4,2	6,9
Камызякский	35,5	4,4	34,3	33,8	20,4	7,1	34,7	12,9	67,4	8,9	5,5	5,3
	2015 г.					2020 г.						
Красноярский*	12,7	39,2	33,6	16,5	4,7	6,0	–	–	–	–	–	–
Енотаевский	18,5	56,8	37,3	4,7	1,0	0,2	–	–	–	–	–	–

*Первый блок* характеризует наличие и качество исходной информации о состоянии дельтовой территории Астраханской области и факторов, ее обуславливающей.

*Второй блок* включает анализ особенностей функционирования дельтовой территории.

*Третий блок* направлен на анализ роли природных и антропогенных факторов, оказывающих влияние на состояние дельтовой территории.

*Четвертый блок* – система управления и контроль качества земель дельтовой территории Астраханской области и получения данных мониторинга для решения практических задач.

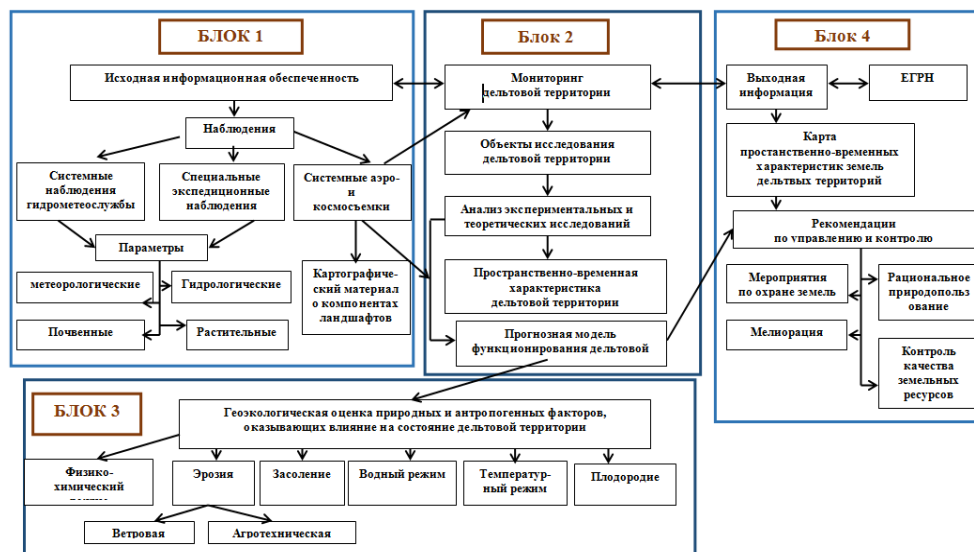


Рисунок – Блок-схема структуры мониторинга земель сельскохозяйственного назначения (на примере территории Астраханской области)

Система мониторинга территории Астраханской области проводится в рамках целостного природного образования – большого водосбора, составными частями которого являются компоненты ландшафта (климат, воды, почвы, литогенная основа и влияние антропогенеза). Мониторинговые наблюдения проводятся для более углубленного изучения гидрометеорологических и гидрофизических процессов и режима влияния водных объектов на территорию Астраханской области.

Основным источником эколого-гидрологической информации является мониторинг сети Гидромета. Основная сеть производит систематические наблюдения по единой методике и стандартным приборам за режимом водных объектов: за уровнями воды во время половодья, расходами воды и химическим составом воды. Причиной ухудшения развития сельскохозяйственной отрасли в последнее десятилетие явилось снижение мелиоративных мероприятий земельного фонда и уменьшение стока волжских вод в весенне-летний период. В связи с этим информация, полученная в ходе непрерывных мониторинговых наблюдений земель, является весьма актуальной.

Мониторинговые наблюдения позволяют своевременно выявлять процессы деградации и загрязнения мелиорируемых почв, их оценке, предотвращения и устранения последствий негативных процессов, обеспечения экологической безопасности производственной деятельности и произведенной продукции.

В ходе проведения мониторинга по предложенной блок-схеме решаются следующие задачи:

- получение своевременной и достоверной информации о состоянии земель Астраханской области;
- обеспечение пользователей на всех уровнях управления своевременной и полной и прогнозной информацией;
- разработка мероприятий по окультуриванию почв, предотвращению их деградации;
- оценке эффективности осуществляемых мероприятий по мелиорации земель, охране водных и земельных ресурсов.

Мониторинг, осуществляемый на базе длительных стационарных опытах, целесообразно сопровождать постоянными специальными ежегодными экспедиционными наблюдениями.

**Список источников**

1. Агрохимическая характеристика почв Астраханской области: справочник / под ред. Ю. Б. Салиной. Астрахань, 2020. 68 с.
2. Доклад о состоянии и использовании земель в Астраханской области в 2019 г. URL: <https://rosreestr.ru/upload/docname/487>.
3. Ковда В. А. Почвы аридной зоны // Почвы аридной зоны как объект орошения. Москва, 1968. С. 5–30.
4. Пестов Л. Ф. Засоленность природных вод // Мелиоративная энциклопедия. Москва: Росинформагротех, 2004. Т. 1. С. 517.
5. Савин И. Ю., Отаров А., Жоголев А. В., Ибраева М. А., Дуйсеков С. Выявление многолетних изменений площади засоленных почв Шаульдерского орошаемого массива по космическим снимкам Landsat // Бюллетень Почвенного института им. В. В. Докучаева. 2014. Вып. 74. С. 49–65.

**References**

1. Agrochemical characteristics of soils of the Astrakhan region: handbook. Ed. by Yu. B. Salina. Astrakhan; 2020:68 p.
2. Report on the state and use of land in the Astrakhan region in 2019. Available at: <https://rosreestr.ru/upload/docname/487>.
3. Kovda V. A. Soils of the arid zone. *The Soils of the arid zone as an object of irrigation*. Moscow; 1968:5–30.
4. Pestov L. F. Salinity of natural waters. *Reclamation encyclopedia*. Moscow: Rosinformagrotekh; 2004; 1:517.
5. Savin I. Yu., Otarov A., Zhogolev A. V., Ibraeva M. A., Duisekov S. Identification of long-term changes in the area of saline soils of the Shaulder irrigated massif according to Landsat satellite images. *Bulletin of the soil institute name after V. V. Dokuchaev*. 2014; 74:49–65.

Информация об авторе

Столярова Е. М. – кандидат географических наук, доцент.

Information about the author

Stolyarova E. M. – Candidate of Sciences (Geographical), Associate Professor.

Статья поступила в редакцию 14.03.2022; одобрена после рецензирования 24.03.2022; принята к публикации 30.03.2022.

The article was submitted 14.03.2022; approved after reviewing 24.03.2022; accepted for publication 30.03.2022.