

УДК 634.93; 551.0

**ПОТЕРИ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ С НЕЗАЩИЩЁННЫХ ПОЛЕЙ В СТЕПНОМ
ЗАСУШЛИВОМ СУБРЕГИОНЕ, ИХ СУЩЕСТВЕННОЕ СНИЖЕНИЕ И СТАБИЛИЗАЦИЯ
ГИДРОРЕСУРСНОГО ПОТЕНЦИАЛА ЗЕМЛЕДЕЛИЯ СОЗДАНИЕМ
ЛЕСОМЕЛИОРИРОВАННЫХ (ЛЕСОАГРАРНЫХ)
БАССЕЙНОВЫХ АГРОЭКОЛАНДШАФТОВ**

© 2016 В.И. Панов

Поволжская АГЛОС, г. Самара

Статья поступила в редакцию 23.05.2016

Работа посвящена решению проблемы дефицита воды в степном трансграничном субрегионе Российской Федерации. Техногенное аграрное природопользование использует водные ресурсы не эффективно и расточительно. Годовой водный баланс теряет на сток, физическое испарение и сублимацию на пашне с яровыми зерновыми более 55-60% всей воды. Биологизированное кластерно-синергетическое влагосберегающее агроприродопользование с лесогидромелиорацией имеет большой гидрологический эффект. Оно может дать на получение дополнительного зерна 120-180 мм к базовым 170-220 мм, что позволит поднять среднюю урожайность на 12-18 ц/га.

Ключевые слова: атмосферные осадки, сублимация, сток, водный баланс, техногенное агроприродопользование, кластерно-синергетическое агроприродопользование, катена, водосборный бассейн, самоорганизация, биогеоценоз, транспирация

Постановка проблемы. Лесостепь, степь и сухая степь юга и юго-востока европейской части России относятся к огромному трансграничному семиаридному и аридному аграрному субрегиону. Он получил название «зоны рискованного земледелия» из-за жаркого, засушливого климата при постоянном, почти хроническом дефиците и неравномерном во времени выпадении атмосферных осадков, частых здесь засух, суховеев, пыльных бурь, широко развитых процессов водной эрозии. Степные, незащищённые от ветров и метелей поля, активно ими продуваются, что приводит к интенсивным процессам сдувания и сублимации (возгонки) снега зимой, быстрому испарению дождевых осадков и термическому иссушению почвы летом, большим суммарным непродуктивным потерям дефицитной здесь влаги. Вода является главным «минимум-фактором» всех естественных и искусственных аграрных экосистем. В числе самых первоочередных была и остается проблема решения нехватки водных ресурсов, преодоления засух, снижения их отрицательного воздействия на жизнь природы, людей и государства.

Каковы же пути и методы решения этой сложной и очень важной проблемы?

Важнейшая задача – выйти на высокий уровень продуктивности и устойчивого развития сельского хозяйства, обеспечивающее эколого-социально-экономическое благополучие всех аграрных систем. А оно, прежде всего, определяется нормальной и устойчивой влагообеспеченностью полей и сельхозкультур. Необходимо коренным образом изменить наше отношение к воде – этой величайшей драгоценности степного края («минимум-фактор», «основа всего живого»), соблюдать все необходимые условия по экономному, рациональному и бережному её использованию, особенно в засушливые и в остро засушливые годы. В решении проблем эколого-эрозионной безопасности и повышения продуктивности аграрного производства

важная роль принадлежит вопросам управления и регулирования элементами водного баланса (атмосферными осадками, поверхностным стоком, инфильтрацией, испарением). Особо важная роль принадлежит первичной приходной части водного баланса – атмосферным осадкам, особенно снежному покрову (твёрдые осадки холодного периода года), накапливающемуся в течение нескольких месяцев и за это время подвергающемуся сильным и многократным воздействиям ветра, буранов и метелей, оттепелей и морозов. Важнейшая задача – установить главные условия и направления потерь атмосферных осадков с незащищённых полей, разработать методологию исследований, установить количественные величины, найти эффективные методы его уменьшения.

Объекты и методы исследований. Важнейшим методом изучения параметров снежного покрова [7, 8, 12] и потерь снега в течение зимы принят метод маршрутных снегосъёмов в различных агрофонах и агроэколандшафтах при близких по показателям и близкой топографической высоте и форм рельефа. Были подготовлены и приняты 4 разновидности водораздельных ландшафтов:

1. незащищённое сельскохозяйственное поле с разными агрофонами;
2. лесомелиорированное сельскохозяйственное поле с размещением полевая-защитно-стокорегулирующих лесных полос через 500 м;
3. лесомелиорированное поле с размещением полевая-защитно-стокорегулирующих лесных полос через 250 м;
4. лесной массив из лиственных древесно-кустарниковых пород (где нет переноса снега).

Такие объекты имеются на территории опытного хозяйства Поволжской АГЛОС и ежегодные наблюдения ведутся с 1964 г. и по настоящее время. Методика проведения маршрутных снегомерных снегосъёмов, принята в методических руководствах ВНИАЛМИ. За длительный период исследований суммарная протяжённость снегомерных маршрутов превысила 850 км. Этот подход был положен в основу при разработке

Панов Валерий Иванович, кандидат географических наук, старший научный сотрудник, заместитель директора по научной работе. E-mail: aglos63@mail.ru

программы и методики исследований по снежному покрову в незащищенных и лесомелиорированных агроэколандшафтах. Сравнительный анализ показателей снежного покрова в приведенных выше ландшафтах позволил получить впервые в отечественном и зарубежном снеговедении натурные численные величины суммарных потерь снега с незащищенных полей на ветро-метельную сублимацию и снос.

Цель исследований: выявление закономерностей снеготранспорта и снеготложения на склоновых землях, разработка научных основ и модели распределения снега в ландшафтах для управления эрозионно-гидрологическим процессом.

Важная роль в снегонакоплении и снегосбережении [1, 5, 7] отводится растительности и защитным лесным насаждениям. Поэтому необходимо проводить параллельно снегомерные измерения на разных угодьях – на пашне без растительного покрова и с разного рода растениями (озимые, многолетние травы, стерня, высокостебельные бурьянные заросли, кустарниковые заросли, леса, разные по параметрам лесные полосы). Немногими исследованиями (А.К. Дюнин, И.А. Кузник, В.И. Панов и др. [2, 3, 9]) обращено внимание на такую мало изученную составляющую потерь снега с полей (помимо его сноса и переотложения в оврагах, балках, на опушках лесов и лесных полос, у дорог и в населенных пунктах) как его сублимация или возгонка при ветро-метельном переносе при низовых метелях или позёмках, особенно при верховых или общих метелях (буранах) и при повседневном обдуве разными по скорости ветрами снежной поверхности. По полученным этими исследователями первым предварительным результатам потери эти весьма велики и за зиму могут достигать с распаханых полей (без растительного покрова и при отсутствии защитных лесных полос) величины 60-80 мм и более. Это значит, что на этом поле недополучат, как минимум, 5-9 ц/га урожая в переводе на зерно пшеницы (зерновой продукции). Специфика и закономерности ветро-метельной сублимации изучаются также методами физического (имитационного) и математического моделирования. Элементы водного баланса изучались на простых и комбинированных стоковых площадках и малых опытных водосборах с водомерным оборудованием (водосливы с тонкой стенкой с самописцами «Валдай»). В статье приведены некоторые обобщенные результаты исследований.

Результаты исследований общих непродуктивных потерь влаги атмосферных осадков с незащищенных пахотных полей и возможности их снижения лесной мелиорацией и комплексом других методов. Соблюдение законов самоорганизации сложных систем в аграрном природопользовании позволяет искусственным агроценозам и агроландшафтам лучше приспосабливаться (адаптироваться) к изменяющимся и ухудшающимся условиям внешней среды с одновременным их внутренним саморазвитием и самосовершенствованием. Такие возможности открывает кластерно-синергетическое безопасное влагосберегающее агроприродопользование как дальнейшее развитие Докучаевского ландшафтного принципа (идеологии) и адаптивно-ландшафтного землепользования. Оно базируется на положениях синергетического эрозиоландшафтоведения [В.И. Панов, 2000, 2009].

В данной работе показано решение этим подходом одной из ключевых проблем этого обширного трансграничного степного засушливого субрегиона – главной житницы России – снятие или существенное ослабление дефицита воды в аграрном производстве,

преодоление дестабилизирующих последствий засух. Стратегия решения проблемы хронического дефицита воды и негативных для страны последствий часто повторяющихся здесь засух в агроландшафтах с позиций синергетики заключается в следующем. В засушливых природных зонах (лесостепь, степь, пустыня) коренные зонально-природные аттрактивные экогеоландшафты адаптированы к минимум фактору, влаге, и на ее наиболее своевременное, экономное и продуктивное использование при минимуме непродуктивных потерь. То же самое необходимо осуществлять в агроэколандшафтах [В.И. Панов, 1995, 1999, 2000, 2005].

В аридных регионах именно вода как «минимум – фактор» в целом определяет биопродуктивность агроландшафта: $M = f(W_{пр}, T)$, где M – масса биопродукции агроландшафта; $W_{пр}$, T – продуктивно используемая влага, (транспирационная). В качестве математической модели преодоления засухи, вместо урожая, биопродуктивности и его повышения, можно использовать его аналог, продуктивно используемую воду, идущую на транспирацию ($W_{пр}, T$), то есть взять уравнение годового водного баланса и путем воздействия и управления его элементами максимизировать транспирационную составляющую:

$$\{T = (O + dW) - S - E = F + P - E\} \rightarrow \max.$$

где O – годовая сумма осадков; dW – остаточные (с прошлого года) переходящие запасы продуктивной влаги в корнеобитаемом слое; F – инфильтрация, P – поверхностное задержание осадков (неровности почвы, емкости, водоемы), S – поверхностный сток, E – потери на все виды физического испарения и сублимации (возгонки).

В условиях высокой испаряемости (700-800 мм/год) и недостаточности среднегодовой нормы осадков в степи (усреднено 450 мм), оптимизация увлажнения достигается при максимальном сокращении поверхностного стока S и всех видов физического испарения E . По нашим исследованиям и по обобщенным литературным данным, в черноземной степи Среднего Поволжья ($O=450$ мм), усредненные непродуктивные потери водного баланса в техногенном, незащищенном лесными полосами агроландшафте, составляют: снега на ветро-метельную сублимацию (возгонку) – 40-60 мм, на поверхностный сток – 15-35 мм, на метельный перенос (переотложение) – 10-20 мм, на физическое испарение с поверхности почвы от схода снега и до начала полевых работ – 30-45 мм, с начала полевых работ и до смыкания травостоя сельскохозяйственных культур – 55-65 мм, на эпизодический ливневой сток – 10-15 мм, на испарение дождевой влаги с поверхности растений – 30-40 мм, с оголенной вспаханной почвы после уборки урожая и до устойчивого снежного покрова – 60-75 мм.

Пашня в течение почти 5 месяцев (150 суток – апрель – май в начале вегетации и сентябрь – ноябрь в конце) находится в оголенном от растительного покрова состоянии с низким альбедо; почва сильно нагревается и усиленно теряет влагу из почвенного горизонта. Это нерационально и расточительно. Суммарные непродуктивные потери влаги в техногенном агроландшафте за холодный период (декабрь-март) составляют 65-115 мм, в среднем 75-90 мм или 17-19%, а за теплый период – 185-240 мм или более 41-45% годовой нормы осадков. Общие годовые непродуктивные потери осадков достигают 250-290 мм или более 55-60%. На продуктивный транспирационный (T) расход,

связанный с производством урожая, остается 160-200 мм, что при норме расхода 10 мм на 1 ц зерна, позволяет получить урожай 16-20 ц/га, а в засушливые годы – много ниже – 6-10 ц/га. Из приведенных материалов видно, что непродуктивные потери влаги в техногенных агроландшафтах очень велики, расточительны и при кластерно-синергетических принципах агроприродопользования могут быть значительно (на 60-65% и более) сокращены, потенциальный урожай увеличен в 2-2,5 раза в обычные годы и в 1,5-2 раза в остроасушливые годы; амплитуда колебаний биопродуктивности в многолетнем ряду резко уменьшается, что свидетельствует об увеличении устойчивости земледелия.

При кластерно-синергетическом влагосберегающем агроприродопользовании это достигается целостной системой влагонакопительных, влагосберегающих и гидромелиоративных мер, условно объединенных в кластерные блоки:

1. Освоение и перевод аграрного природопользования на принципы кластерно-синергетических, жизненно устойчивых, эколого-эрозионнобезопасных и влаго-энергосберегающих агроэкогеосистем. Формирование межхозяйственных бассейновых синергетических агроэкополисов – сложных эколого-социально-экономических геосистем.

2. Формирование бассейнового межхозяйственного агроэколандшафта (агроэкополиса) на ГИС-принципах путём оптимизации Докучаевского соотношения угодий (пашни – степи – леса – воды – поселений). Их структурно – функциональная упорядоченность, соблюдения стоково-эрозионной ярусности угодий.

3. Синергетическое эрозионно-безопасное катенно-бассейновое земле-ландшафтоустройство (природообустройство) с использованием дистанционной космической информации и компьютерных программ. Выделение естественных и искусственных биогеоценозов, катенно-бассейновых консолидированных агроландшафтов.

4. Организация пахотных угодий (полей, севооборотов, земельно-склоновых ярусов и др.) оптимизация структуры с/х культур, подбор соотношения яровых – озимых – многолетних культур. Селекция, семеноводство (использование научных достижений). Контурная организация территории.

5. Влагосберегающие сельхозкультуры, почвозащитные агротехнические приемы и технологии. Новейшие энерго-влагоресурсосберегающие технологии и системы. Мульчирующие приемы и технологии.

6. Системная катенно-бассейновая агролесомелиорация пашни и лесомелиорация других угодий. Создание контурных защитно-мелиоративных лесных насаждений, их гидроусиление, лесомелиоративный осушительно-увлажнительный дренаж. Лесомелиорация сенокосов и пастбищ, эродированных земель, сухоподольной гидрографической сети и речных долин.

7. Залужение крутосклонов, сильно смытых почв, неудобий. Комплексное гидроселуговое освоение и улучшение крутосклонов и деградированных пастбищ. Создание культурных пастбищ и др.

8. Противозероизионная гидротехника и гидромелиорация земель. Закрепление вершин действующих оврагов, укрепление водотоков, создание каскада прудов и водохранилищ на полное задержание остаточного местного стока и его рациональное комплексное использование (рекреация, охота, рыбозаведение и рыболовство, вспомогательное орошение и т.д.).

9. Достижение общего высокого уровня культуры сельских поселений, ведения сельского хозяйства,

комфортных и эстетичных условий жизни и труда сельчан, формирование агроэколандшафтов. Гармонизация отношений человека с природой (забота о почве, воде, выделение памятников природы, истории, культуры, экологических заказчиков, заповедных территорий и др.)

10. Использование новейших достижений науки и техники, обеспечивающих рост урожайности, чистоту воды, ее экономию, уменьшение непроизводительных потерь, снижение отходов и их эффективная и безопасная утилизация.

Все это и многие другие приемы позволяют реально сократить чрезмерно большой непродуктивный расход воды на 50-60% от их суммарной величины 250-280 мм, что добавит запас продуктивной влаги на 125-170 мм и позволит пустить их на формирование дополнительной прибавки урожая зерна в 12-17 ц/га к среднегодовой его величине, доведя ее до 25-30 ц/га и более, а в остроасушливые годы – до 15-20 ц/га.

Из приведенных материалов видно, как не экономно, а чаще расточительно, непродуктивно используется имеющаяся в аридном регионе дефицитная и жизненно необходимая влага при обычном чрезмерно техногенном агроприродопользовании. Это большой и пока слабо используемый резерв стабилизации аграрного производства, роста урожайности. Кластерно-синергетический системно-целостный подход к проблеме бережного и рационального использования воды, в преодолении засух и водной эрозии, в улучшении экологической ситуации комплексом целенаправленных разнообразных мер (кластерный подход) синергетического влагосберегающего аграрного природопользования, в создании высокобиологизированных эколого- и эрозионно-безопасных катенных консолидированных агроэколандшафтов и бассейновых межхозяйственных агроэколандшафтов-агроэкополисов – наиболее эффективный путь к устойчивому развитию всей сельской местности, достижению гармонизации отношений человека с природой, их дальнейшего безопасного коэволюционного развития.

Выявление новых гидромелиоративных эффектов в лесоаграрных ландшафтах.

1. Суммарные ветро-метельные потери снега с незащищенных полей на сублимацию и снос. По постоянным многолетним мониторинговым снегомерным маршрутам, проложенным в 4 типичных ландшафтах и на разных элементах эрозионного рельефа, в конце зимы проводились маршрутные снегосъёмки (на трассе снегомерного маршрута подбираются специальные снегомерные точки, где снегомерной рейкой, в нескольких повторностях, измеряется высота снежного покрова, а для всего участка снегомером ВС-43 определяется плотность снега (в г/см³) для вычисления содержания в нём воды. Таких маршрутов подобрано несколько, эти измерения проводятся многие годы. Обобщённые материалы маршрутных снегосъёмок по измерениям за длительный период лет (1975-2012 гг.), приведены в табл. 1. Эти данные свидетельствуют о том, снег в снежном покрове в разных ландшафтах формировался в течение зимы по-разному. Следовательно, в разных ландшафтах снег различно защищён от воздействия ветра, метелей, оттепелей и других природных явлений и процессов. На незащищённом, открытом для ветров и метелей, поле снег за длительный зимний период постоянно подвергался всевозможным воздействиям разнонаправленных и разных по скорости ветровых потоков, морозных позёмок, верховых метелей (буранов, снежных бурь, пурги),

температурных перепадов с осадками (оттепели, гололёдные явления, наледи, ледяные дожди и другое). В формировании снежного покрова на открытом незащищённом поле с зябью особенно большое оказывают ветры и всевозможные метели. Они совершают съём и перенос снега с данного места на другое и его отложение. Так, из табл. 1 видно, что к концу зимы под воздействием многих факторов, и, прежде всего, ветров и метелей, на открытом поле с зябью, сформировался снежный покров высотой 20 см, с плотностью снега 0,29 г/см³ и влагозапасом 58 мм или 580 м³ воды на 1 га. Много это или мало? Необходим эталон, с чем можно сравнить. В качестве такого эталона необходимо взять такой вид ландшафта, где ветры и метели не способны переносить снег – это лесной массив. Снегосъёмки в таком снегомерном маршруте проведены (графа 4 в табл. 1). Там снежный покров имеет совсем другие параметры: высота снега 52 см, плотность 0,25 г/см³, влагозапас в снеге 130 мм или 1300 м³/га. Сравнивая показатели снежных покровов в лесу и в открытом незащищённом поле, можно установить численную величину ветро-метельных потерь снега в эту зиму с поля с зябью – 72 мм или 720 м³/га. Это очень большие потери, причём потери непродуктивные, бесполезные. Если по установленным усреднённым

нормам на формирование 1 ц зерна необходимо затратить 10 мм (100 м³) влаги, то открыто-незащищённое поле с посевов зерновых недополучит 6-7 ц зерна с каждого гектара.

Лесные полосы, а особенно их системы, защищают снег от сноса и переноса, причём лучший результат дают полосы, размещённые не редко друг от друга (500-700 м и больше), а на оптимально подобранном расстоянии (200-400 м), что подтверждают показатели снежного покрова на лесомелиорированных полях (строки 2 и 3 в табл. 1). Суммарные потери снега на них значительно ниже, чем на незащищённом пахотном поле – всего 8-20 мм. Таким образом, снежный покров очень изменчив от влияния на него многих факторов. Очень большая роль в сохранении снега на месте его выпадения принадлежит растительному покрову произрастающего здесь биогеоценоза, его наличия, высоты и густоты в зимний период, а также от наличия и степени защищённости степного ценоза защитными лесными полосами. При ветровом воздействии на снег происходит не только снос и перенос снега, но и его ветро-метельная сублимация (возгонка или испарение молекул воды с поверхности ледяных кристаллов, минувшая жидкую фракцию). Это явление слабо изучено и предстоит получать новые данные.

Таблица 1. Результаты многолетних снегомерных исследований снежного покрова в различных агроэколандшафтах в конце зимы на ФГБНУ Поволжская АГЛЮС (период 1975-2012 гг.)

Виды агроэколандшафтов, через которые проложены снегомерные маршруты	Средние параметры снежного покрова		
	высота снега, см	плотность снега, г/куб. см	влаг в снеге, мм
1. Незащищённое (открытое, без л.п. водораздельное поле (зябь, стерня)	20	0,29	58
2. Лесомелиорированное поле, л/п через 500 м (1 севооборот)	39	0,28	110
3. Лесомелиорированное поле, л.п. через 250 м (2 севооборот)	44	0,28	122
4. Лесной массив (снег внутри массива, где нет ветрового переноса)	2	0,25	130

Ветро-метельная сублимация или возгонка снега – это испарение молекул воды при отрицательной температуре с поверхности ледяного кристалла, минуя жидкую фазу. Наглядным примером может служить сушка выстиранного белья на морозе зимой: выстиранное бельё замерзает и в течение 15-20 часов почти полностью (на 70-85%) теряет за это время влагу; чуть влажное бельё окончательно досушивается уже в тёплом помещении. По приведённым выше результатам среднесезонные потери снега на сублимацию достигают 60-80 мм и более. Это очень большие потери, причём потери непродуктивные, бесполезные. Если по установленным усреднённым нормативам на формирование 1 ц зерна необходимо затратить 10 мм (100 м³) влаги, то открыто-незащищённое поле с посевов зерновых недополучит 6-7 ц зерна с каждого гектара.

Проводящиеся многие годы снегомерные съёмки в разных ландшафтах (незащищённая, открытая ветрам пашня, лесомелиорированные поля, лесной массив) позволили выявить ранее незамеченное явление – ветро-метельную сублимацию (возгонку) снега (В.И. Панов, 1979, 1989), теоретически обоснованную А.К. Дюниным (1963). Многие годы считалось, что при ветрах и метелях снег только сносится с мест его выпадения и без каких-либо потерь переносится к местам

его окончательного отложения в оврагах и балках, у различных преград (опушки леса, дороги, заборы и ограды, околицы населённых пунктов и др.). Однако расчёты показывают, что если бы весь снег, снесённый с полей, полностью сохранялся при переносе, то в местах его отложения (балки, преграды) образовались бы настоящие, без преувеличения, горы. Но в реальности этого нет: маршрутные снегосъёмки показали, что у различного рода преград содержится от 10 до 16 (18)% снятого (снесённого) ветром снега (И.А. Кузник, И.С. Гришин, В.И. Панов); остальной снег в процессе переноса, измельчения-стирания в снежно-ветровых потоках (диспергирование ледяных кристаллов происходит до самых мельчайших наноразмеров, что во много раз увеличивает их суммарную поверхность) и возгонки-сублимации, испарился – потерян с данной территории, перешёл в другое фазовое состояние.

Автором в предыдущие годы в порядке личной инициативы был проведен цикл исследований по установлению ориентировочных величин возгонки-сублимации снега в природной обстановке при разных погодных условиях (период проведения исследований 1985-1988 гг.). Некоторые материалы тех исследований приведены ниже. Исходя из полученных экспериментальных материалов по моделированию испарения

снега, можно сделать ориентировочную раскладку по всем видам потерь за зимний период:

- в безветренную погоду, дующую 90-100 ч, при средней интенсивности испарения снега 5-6 г/м² ч испаряется около 1 мм воды;
- в обычную ветреную погоду с разными температурными режимами (в том числе и в солнечные дни), дующую в среднем за зиму 2600 ч, при средней интенсивности испарения 10-12 г/м² ч испарится 26-31 мм;
- за период верховых метелей, дующих в среднем в течение зимы около 250 ч, при средней интенсивности метельной сублимации 100-120 г/м² ч испарится около 20-24 мм;
- за период низовых метелей и позёмок, дующих в среднем в течение зимы около 250 ч, при средней интенсивности 80-90 г/м² ч испарится около 20-22 мм.

Всего за зимний период реальная величина испарившегося снега составляет 67-78 мм (а в отдельные годы может быть и выше), на метельную сублимацию приходится около 60-70%. Общие потери снега с открытых полей в степи и сухой степи (испарение + перенос в овраги и балки около 13-18 мм) за зиму превышает 60-80 мм. Это большой и пока слабо используемый резерв степного земледелия. Агролесомелиоративные защитные насаждения в сочетании со снегозадержанием, способны в большой мере уменьшить непроизводительные потери снега на сублимационное испарение, реализовать эти существенные водные ресурсы на стабильное повышение продуктивности сельского хозяйства.

2. «Высотный» («рельефоповышающий гидрометеорологический») эффект широких водораздельных лесных полос и систем узких лесополос. Главная идея создания широких водораздельных полос, по Н.К. Генко, - создать мощные лесные бастионы-преграды на пути иссушающих юго-восточных засух и суховеев, чтобы во всем степном Заволжье, на макроуровне, коренным образом улучшить погодноклиматическую ситуацию. Как показало время, это не оправдалось, на них возлагалась непосильная и невыполнимая задача. Но на местном (микро-) и, возможно, на районном (мезо-) уровне их воздействие на элементы погоды и климата происходит. Являясь своеобразным барьером и рубежом (пространственно-временным), на пути полифазных атмосферных потоков (ветер / воздух + дождь, ветер + снег, ветер + пыль и др.), лесная полоса, особенно водораздельная, воздействует и преобразует их (замедляет их, вызывает завихрение воздушных струй, создаёт турбулентность). Для широких водораздельных полос выделяется 3 рода «эффектов»: опушечный (ветроломный, пограничный), массивный (связанный с шириной полосы) и высотный (лес как высотный барьер).

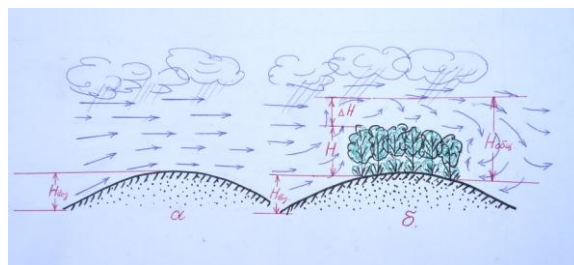
Опушечный эффект общеизвестен и используется при создании систем узких полезащитно-водорегулирующих полос на полях. Массивный эффект проявляется за счёт большой ширины лесного насаждения, где нет метелевого перераспределения и ветрометелевой сублимации или возгонки снега; здесь снега накапливается столько, сколько выпадает, формируется специфическая влагообеспеченность деревьев, - ею определяется возможность искусственного лесоразведения, быть ему или не быть, какова их биопродуктивность, устойчивость, продолжительность жизни. Особый интерес вызывает влияние леса на водоразделах, которое мы назвали «высотным» (высотнотопографическим, топогидрологическим) эффектом

лесных насаждений» или «рельефоповышающим гидрометеорологическим эффектом леса». Сущность его заключается в том, что, как отмечают многие исследователи (Г. Эбермайер, Я. Вейнберг, К. Фритч, А. Бекрель, М. Фотра, И.Н. Клинген, С.И. Костин, Г. Ганн, Г.Н. Высоцкий, Н.С. Нестеров, Е.К. Кнорре, Г.П. Калинин, О.А. Дроздов, В.В. Рахманов, Л.П. Кузнецова, Г.П. Сурмач и др.), над лесом осадков выпадает больше, чем над полем на 60-70 мм и более за год (Г.П. Калинин, Л.П. Кузнецова и др.).

По вопросу о влиянии лесов на количество атмосферных осадков идет давняя дискуссия. Причин и обоснований выдвигается много: притяжением лесов, влиянием восходящих потоков нагретого воздуха, высокой гидравлической шероховатостью леса, повышенным испарением леса и др. При этом лесоводы акцентируют всё внимание на особые климатообразующие действия. Не умаляя достоинств леса как уникальной биосферной экогеосистемы, воздействующей и преобразующей местный ландшафт, в том числе, и обстановку в приземной части атмосферы, мы предлагаем, наравне с особыми свойствами леса, рассматривать повышенную норму выпадающих над ним осадков как проявление их «высотного или рельефоповышающего эффекта». Суть его заключается в следующем. Другими словами, лес или лесная полоса, произрастающая на данном водоразделе, как бы повышает его абсолютную, топографическую высоту на суммарную величину, определяемую по простейшей формуле:

$$Н_{пов} = Н_{дер} + дН_{турб}$$

где $Н_{дер}$ - средняя высота деревьев насаждения, в м, $дН_{турб}$ - высота турбулентных завихрений, возникающих при ударе полифазного ветрового потока о стену (опушку) леса. Величину ($дН_{турб}$) необходимо определить экспериментально и на моделях. Опираясь на работы Я.А. Смалько, А.С. Дубова, Л.П. Быковой, С.В. Морунин, Я.Д. Панфилова, М.И. Долгиловича, Ю.И. Васильева, А.Н. Сажина и других исследователей ориентировочная величина ($дН_{турб}$) составляет не менее 0,5-0,8 Н. Так, наличие на водоразделе леса высотой 20 м равноценно как бы искусственному повышению местности на 30-38 м, а возможно и больше.



Схема, разъясняющая сущность «высотного рельефоповышающего гидрометеорологического эффекта» широких (плотных по ветропроницаемости) лесных полос на равнинных степных водоразделах (по В.И.Панову)

Движение снежно-дождевых туч идет по кратчайшей (над поверхностью земли) траектории; их нижняя часть, движущаяся над неровностями рельефа (выступы, впадины или понижения) поверхности суши, не копирует их, а как бы «врезается» в выступы и «удаляется» над впадинами. «Врезаясь» в водоразделы и растущие на них леса (лесополосы), в тучах резко усиливаются турбулентные перемешивания воздушных потоков; в пограничной зоне обтекания преграды

(над лесом водораздела) увеличивается концентрация частиц гидрометеоров (пара, кристаллов льда, снежинок, мелких капель воды), выступающих в качестве центров конденсации, что благоприятствует для их слияния и выпадения на землю.

В метеорологии давно известно, что чем выше абсолютные, топографические отметки местности, где расположена метеостанция, тем выше годовая сумма осадков, регистрируемая ею (в одном регионе, при их близком друг от друга местонахождении). По предварительным исследованиям автора, по анализу многолетних данных более 400 метеостанций, находящихся в Среднем Поволжье и расположенных на разных топографических отметках (на разной высоте над уровнем океана), для региона Среднего Поволжья и Заволжья (Ульяновская, Самарская, Саратовская, Оренбургская области), каждые 10 м повышения местоположения метеостанции над уровнем океана повышают годовую сумму атмосферных осадков на 15-18 мм. Таким образом, «генковская» водораздельная полоса при средней высоте 20 м вызывает за счёт высотного эффекта дополнительное выпадение (к годовой сумме осадков) не менее 35-50 мм осадков.

Наши многолетние сравнительные наблюдения на снежным покровом на облесенных водоразделах сыртов (абсолютные отметки 145-155 м +20 м высота леса), в надпойменных террасах р. Самары, а также по днищам межсыртовых суходолов и малых рек (абсолютные топографические отметки 40-60 м), показывают, что на них снега по высоте и влагозапасу в 1,5-2,5 раза больше и окончательно растаивает он весной на 7-12 дней позднее. Летом местные дожди чаще и обильнее выпадают на водоразделах, чем в долинах малых и средних рек. Для экспериментальной проверки и инструментального подтверждения этого явления, в 1-2 пунктах водораздельных полос необходимо установить автоматические или самопишущие (длительного действия) дождемеры и провести сравнение их показаний с ближайшей метеостанцией в долине. Аналогично влияют на атмосферные осадки государственные лесные полосы, создававшиеся по Плану преобразования природы с 1948 г. (3-4-ленточные) и оптимизированные по межполосным пространствам системы приводораздельных узких (1-5-рядных) контурных полезитно-водорегулирующих лесных полос с высоким защитно-мелиоративным эффектом, создаваемых в различных сельхозпредприятиях на всех элементах склоновых катен бассейновых геосистем.

Исходя из приведенных выше представлений, оптимизированная система агролесомелиорации речных и балочных сыртовых водоразделов и приводораздельных земель является эффективным методом конструктивной (производственной) метеорологии, реального повышения выпадения атмосферных осадков в засушливой, дефицитной на влагу степи и лесостепи. Это наиболее доступный, легко реализуемый, самый экономичный, экологически целесообразный и безопасный, длительно действующий (круглый год и в течение многих лет) прием открывает новые, ранее не учитывавшиеся возможности увеличения годовой суммы осадков в степном поясе на величину не менее 45-50 мм.

3. Уменьшение непродуктивных потерь лёгкой (протиевой) воды при сублимации и физическом испарении методом лесомелиоративной защиты в лесоаграрных бассейновых ландшафтах (уменьшение процессов дейтеризации природных вод методами агролесомелиоративной и лесной

защиты. Особый научный и практический интерес представляют материалы о динамике процессов «дейтеризации» природных вод в различных видах природных экосистем и ландшафтов. Ранее теоретически (В.И. Панов, И.Г. Зыков, В.И. Петров, 1982; К.Н. Кулик, В.И. Панов и др. 2001, В.И. Панов, 2010) было установлено явление биогенного воздействия и возможность управления с помощью средств и методов агролесомелиорации и лесомелиорации (агролесофитобиологизации) процессами изотопного фракционирования [9-11] молекул поверхностных вод по стабильному нерадиоактивному изотопу водорода – дейтерию или процесс управления дейтеризацией природных вод и биоструктур (биосистем) в аридном субрегионе (лесостепь, степь, сухая степь).

Старые водораздельные широкие полосы являются ценным натурным исследовательским объектом для отбора образцов воды при переходе к экспериментальным определениям (поверхностные, почвенные, грунтовые и биогенные воды). Ведутся прогнозно-ориентировочные расчёты дейтеризации природных вод в различных частях водораздельной широкой лесной полосы, в других насаждениях (склоновых, балочных) и на прилегающих полях (метод «дейтериевой» метки). В целом методами лесофитомелиорации, как показывают теоретические расчёты, можно эффективно управлять процессами дейтеризации природных вод, уменьшить его накопление в природных водах (атмосферных осадках, снеге, поверхностных, почвенных, грунтовых) и в биогенных (в растительных и животных структурах, в гумусе). Это необходимо осуществлять в интересах всего живого, для оздоровления природной среды, повышения иммунитета и продолжительности жизни людей. Разработаны теоретические принципы потерь лёгкой (протиевой) воды в разных по степени защищённости агроландшафтах, созданы расчётные модели и схемы дейтеризации поверхностных вод, по ним проведены расчёты и получены расчётные величины потерь протиевой воды и степень дейтеризации сохранившейся в ландшафте.

Выводы: незащищённые пахотные поля в степном засушливом регионе постоянно и активно продуваются всеми ветрами и метелями, в результате чего подвержены протеканию ускоренных процессов выдувания и сноса снега, развитию процессов дефляции, ускоренного физического испарения почвенной влаги и иссушению почв и других иссушающих процессов. На них меньше накапливается влаги, она интенсивно и неэкономно расходуется. Лесомелиорированные поля значительно лучше задерживают, сохраняют и биопродуктивно её используют. Выявлены три новых и малоизвестных гидромелиоративных воздействий (эффектов): ветро-метельная сублимация (возгонка) снега в зимний период, рельефоповышающий гидрометеорологический эффект лесных насаждений и лесомелиорированных (лесоаграрных) ландшафтов и явление и процесс уменьшения непродуктивных потерь фракции лёгкой протиевой, наиболее полезной для живых организмов изотопной модификации воды. Это имеет большое эколого-экономическое значение.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Глебова, М.Я. Климатические особенности условий переноса снега // В сб.: Снежный покров, и т.д. - М. Изд-во АН СССР, 1962. С. 162-172.
2. Дюнин, А.К. Механика метелей. - Новосибирск, Изд-во СО АН СССР, 1963. 380 с.

3. Дюнин, А.К. В царстве снега. – Новосибирск: Наука, Сиб. отд., 1983. 161 с.
4. Котляков, В.М. Снежный покров Земли и ледники. – Л.: Гидрометеиздат, 1968. 479 с.
5. Кузьмин, П.П. Формирование снежного покрова и методы определения снегозапасов. – Л.: Гидрометеиздат, 1960. 172 с.
6. Кузник, И.А. Агролесомелиоративные мероприятия, весенний сток и эрозия. – Л., Гидрометеиздат, 1962. 220 с.
7. Снег. Справочник. Пер. с англ. Под ред. чл.-кор. АН СССР В.М. Котлякова. – М., 1986. 552 с.
8. Мельник, Д.М. О комплексном снегозадержании и практических мерах по его внедрению // В сб.: Снежный покров. – М.: Изд-во АН СССР, 1962. С.183-188.
9. Панов, В.И. Метельная сублимация снега // В сб.: Методы исследования водной эрозии в противоэрозионной лесомелиорации. Сб. научн. трудов ВНИ-АЛМИ. Волгоград, вып. 1 (96). С. 162-171.
10. Панов, В.И. Теоретические и практические вопросы совершенствования противоэрозионного комплекса (раздел: Рациональное использование природных вод аридной зоны и борьба с их деградацией противоэрозионным комплексом) / В.И. Панов, И.Г. Зыков, В.И. Петров // Эрозия почв, защитное лесоразведение и урожай. Сб. трудов Поволжской АГЛЮС. – Куйбышев: Кн. изд-во, 1962. С. 3-13.
11. Панов, В.И. Биогенно-ландшафтное управление снижением содержания дейтерия в поверхностных водах и биосистемах в семиаридно-аридном субрегионе (теоретический аспект) // Мат-лы междунаучно-практ. конф. «Социально-экономическая и экологическая проблема сельского и водного хозяйства. Часть 3 «Водные объекты: состояние проблем и пути их решения». – М., МГУП, 2010. С. 179-185.
12. Рихтер, Г.Д. Проблемы изучения снега и снежного покрова // В сб. Снег и талые воды, их изучение и использование. – М.: Изд-во АН СССР, 1956. С. 5-12.

**LOSSES OF THE ATMOSPHERIC PRECIPITATION FROM UNPROTECTED FIELDS
IN STEPPE DROUGHTY SUBREGION, THEIR ESSENTIAL DECREASE AND
STABILIZATION OF HYDRORESOURCES POTENTIAL OF AGRICULTURE
BY CREATION THE FOREST MELIORATED (AGRO FOREST) BASIN
AGROECOLANDSCAPES**

© 2016 V. I. Panov

Volga region AGLOS, Samara

Work is devoted to resolution the problem of water deficit in steppe cross-border subregion of the Russian Federation. Technogenic agrarian environmental management uses water resources not effectively and wasteful. The year water balance loses on a drain, physical evaporation and sublimation on arable land from summer grain more than 55-60% of all water. Biological cluster-synergy moisture saving agroenvironmental management with forest hydromelioration has big hydrological effect. It can give on receipt the additional grain 120-180 mm to basic 170-220 mm that will allow to raise average productivity by 12-18 c/hectare.

Key words: *atmospheric precipitation, sublimation, drain, water balance, technogenic agroenvironmental management, cluster-synergy agroenvironmental management, catena, catchment basin, self-organization, biogeocenosis, transpiration*