

УДК 634.93 : 551.0

**ЛАНДШАФТНО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ МЕТОДОЛОГИЯ  
(ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ ПРИНЦИП В.В. ДОКУЧАЕВА) РЕСУРСНОГО УПРАВЛЕНИЯ  
И ПРЕОБРАЗОВАНИЯ СТЕПНОГО НЕЗАЩИЩЁННОГО АГРОЛАНДШАФТА  
В УЛУЧШЕННЫЙ ПРИРОДОПОДОБНЫЙ ПРОТИВОЭРОЗИОННЫЙ АГРОЛАНДШАФТ  
ЛЕСОСТЕПНОГО ТИПА**

© 2018 В.И. Панов

Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций  
и защитного лесоразведения РАН - филиал Поволжская АГЛОС, г. Самара

Статья поступила в редакцию 25.06.2018

Работа посвящена совершенствованию и изучению природоподобной Докучаевской ландшафтно-географической методологии (принципа) и методов ресурсного преобразования степных техногенных незащищённых агроценозов (полей) в засушливом степном поясе России в специально обустроенные и упорядоченные природоподобные агролесные поля и агроэколандшафты лесостепного типа, или агролесостепные ландшафты. Такие оптимально обустроенные лесогидромелиорированные агроценозы и катенно-бассейновые агроэколандшафты обладают синергетическим эффектом преобразования природно-ресурсных потенциалов (потокотинамического, гидрологического, гидрометеорологического, противоэрозионного, агроэкологического и других) для незащищённого до этого поля (агроценоза) или агроландшафта. В них в большой степени гасится скорость и проточность аэро-, гидро- и лито-потоков, уменьшается локальная и ландшафтная (приземная) энтропия, возрастает усвоение, преобразование и сохранение в агроэколандшафте поступающих в агроэкосистему всех видов вещества, энергии и информации природного и антропогенного происхождения и привлечённых в виде разных форм и видов живой материи и её производных. В степном засушливом поясе незащищённые (открытые для ветров, метелей суховея, водных потоков, разрыхлённые обработками и оголённые от мульчирующего-скрепляющего защитного действия растительного покрова вспаханные поля теряют за год на непродуктивные потери до 55-60% годовой суммы атмосферных осадков (на ветро-метельную сублимацию и снос снега, поверхностный сток, физическое испарение и глубинную инфильтрацию). Высокобиологизированное противоэрозионное ландшафтно-кластерное синергетическое аграрное природопользование способно на дополнительное вовлечение в биопродукционный оборот (на производство зерна и другой биопродукции) 120-180 мм ранее бесполезно терявшейся дефицитной влаги (к базовым 170-220 мм), что позволяет повысить среднюю многолетнюю урожайность в степном засушливом поясе, в перспективе, на 1,1-1,8 т/га. Выявлены новые гидрофизические, гидрометеорологические и биоландшафтные эффекты.

*Ключевые слова:* ландшафтно-географический принцип (Докучаевский) оздоровления аграрного природопользования, водный баланс, поверхностный сток, инфильтрация, сублимация (возгонка) снега, транспирация, водосборный бассейн, склон, катена, кластерно-ландшафтное аграрное природопользование, эрозия, противоэрозионные ландшафтные кластеры.

## ВВЕДЕНИЕ

Главная житница России – огромный трансконтинентальный степной засушливый евразийский пояс, включающий в себя зоны лесостепи, степи и сухой степи (иногда включается и полупустыня). Под степью принято понимать преимущественно безлесный травянистый природно-ландшафтный комплекс, сформировавшийся в условиях умеренно-континентального климата (по осадкам и температуре), в котором доминируют травянистые формы растительности. В степной пояс, помимо степей, входят переходные зоны от леса к степи – лесостепная и от пустынь и полупустынь к степи – сухая степь.

*Панов Валерий Иванович, кандидат географических наук, старший научный сотрудник, заместитель директора по научной работе. E-mail: aglos163@mail.ru*

Они занимают обширные центральные и южные пространства Восточно-Европейской равнины, предгорья Северного Кавказа и огромные территории южной части Западной, Центральной, Южной Сибири, Забайкалья и Дальнего Востока.

Преимущественный рельеф степного пояса – равнинно-холмистый, связан с экзогенными рельефообразовательными процессами (гидроэрозионными, ветро-эоловыми и др.).

В последние 300-500 лет территория степного пояса усиленно осваивается человеком [6], сначала под скотоводство, а затем под сельскохозяйственное (аграрное) природопользование [5-6, 13-15, 28], выращивание зерновых, бобовых, масличных и многих других сельскохозяйственных культур. Здесь аграрное природопользование столкнулось с необходимостью решения ряда сложных многоплановых проблем. Это связано

с нестабильностью климата [10,12,15], большой амплитудой колебаний элементов погоды (температур, осадков, влажности воздуха и др.), хроническим дефицитом воды, частыми сильными засухами и суховеями [5,6,11,14,28], метелями и буранами [7,20,23-24,27], поверхностным стоком [2,11,18-19,25-26,28], разрушительной водной эрозией [14,25,28] и дефляцией («ветровая эрозия»).

Перед отечественной сельскохозяйственной наукой и производством жизнь, время, современная мировая ситуация, глобальные изменения климата и его аридизация, мировая продовольственная конкуренция и другое, поставили первоочередные неотложные вызовы, на которые нужно найти достойные перспективные ответы.

### **ВЫЗОВЫ ВРЕМЕНИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ**

Отрадно видеть, что наше отечественное сельское хозяйство, несмотря на колоссальные трудности, успешно развивается, Россия становится мировым лидером в производстве и продаже зерна, а в 2017 году прибыль от продажи зерна превысила прибыль от продажи оружия. А это только начало: возможности в этом направлении огромные. Главное – надо всеми путями развивать и совершенствовать наше аграрное природопользование. И это не замедлит откликнуться, дать весомую отдачу. Хлеб нужен всем, в мире ощущается его постоянный хронический дефицит – всегда права старинная русская поговорка «Хлеб – всему голова». Нарращивая «хлебоэнергетическое производство», Россия способна прокормить полмира. Это всё реально и достижимо, только на всех уровнях надо осознать условия мощного ускоренного развития сельского хозяйства.

Какие же первоочередные вызовы и перспективы стоят перед отечественной сельскохозяйственной наукой и практикой?

Постановка проблемы, как главный вызов времени – как в условиях глобального изменения климата и его опасной аридизации повысить и стабилизировать биопродуктивность аграрного природопользования, расширить его биоразнообразие и экологизацию, сохранять и повышать почвенное плодородие от разрушительной антропогенной эрозии

Конференция посвящена юбилеям двух крупных научно-исследовательских коллективов аграрного направления Самарской области: 115-летию со дня основания ФГБНУ «Самарский НИИСХ им.Н.М.Тулайкова» и 85-летию ФГБНУ «Поволжский НИИСХ им. П.Н.Константинова». Коллективы этих институтов занимают лидирующие позиции по всем актуальным вопросам сельского хозяйства, но особо большие достиже-

ния сделаны в области селекции и семеноводства сельскохозяйственных культур.

Конференция проводится и в юбилей двух других больших событий в жизни нашей отечественной сельскохозяйственной науки и практики: 125-летия (1892-2017 гг.) разработки В.В.Докучаевым научных основ Докучаевского ландшафтно-географического принципа (или методологии) оздоровления сельского хозяйства и организации под его научным руководством Особой экспедиции лесного департамента для закладки трёх опытных участков засушливом степном поясе (Каменностепной, Великоанадольский и Старобельский). В этом году исполняется 70 лет (1948-2018 гг.), «Великого плана преобразования природы» (официальное название – Постановление Совета Министров СССР и ЦК ВКП(б) от 20 октября 1948 года «О плане полезащитных лесонасаждений – внедрении травопольных севооборотов, строительства прудов и водоёмов для обеспечения высоких устойчивых урожаев в степных и лесостепных районах Европейской части СССР» (он более известен, как «Сталинский план преобразования природы»). Эти два выдающиеся события мало известны молодому поколению, в силу многих причин, в вузах они не изучаются. В некоторых публикациях в Интернете они оцениваются тенденциозно, необъективно, поверхностно. Такое положение дел нельзя считать правильным – это величайшие явления в истории и жизни нашей страны, ценнейшие уроки, накопленные новые знания и опыт. В их разработке и создании принимали участие выдающиеся учёные и организаторы производства, огромные коллективы, миллионы людей. Всей страной проделана гигантская по масштабам, объёму и трудоёмкости работа.

### **НАУЧНАЯ НОВИЗНА, СООТВЕТСТВИЕ СОВРЕМЕННЫМ ТРЕБОВАНИЯМ НАУЧНЫХ ДОСТИЖЕНИЙ**

Докучаевский ландшафтно-географический принцип является ключевой и наиболее перспективной методологией использования природоподобных методов и технологий в аграрном природопользовании [1, 3,12,13]. На её основе разрабатываются многие новейшие направления ландшафтно-адаптивного земледелия, сберегающего и противоэрозионного природообустройства катенно-водосборных агроландшафтов, эко-синергетического противоэрозионного агроприродопользования, лесофитобиологизации земледелия [6,8,13,15,16,22]. Накопленный опыт заслуживает самого тщательного рассмотрения, изучения, анализа, а не сиюминутных досужих умозрительных заключений и броских оценок. Все эти годы в ле-

сомелиорированных агроландшафтах велись разнообразные комплексные исследования, позволившие получить много уникальных новых знаний, выявить неизвестные ранее новые явления, процессы, эффекты. В результате проведённых многолетних исследований выявлено несколько новых природно-географических и лесоаграрных защитно-мелиоративных эффектов и явлений [2,7,13,20-22,26], имеющих большое научное и практическое значение. Впервые в отечественной и зарубежной науке установлены величины ветро-метельной сублимации снега за холодный период в степном поясе Европейской части России [7,20, 26]. Впервые выявлено и теоретически обосновано явление (эффект) изотопного фракционирования молекул воды с разным набором изотопов водорода и кислорода в природной среде при ветро-метельной сублимации (возгонке) и непродуктивном физическом испарении, а также предложены эффективные агролесомелиоративные комплексные методы [7, 20,21,26]

**Цель работы:** на основе многолетних экспериментальных исследований в натуральных (реальных) полевых опытных объектах – в агролесомелиорированных полях (агролесоценозах) и в разной степени лесомелиорированных катенно-бассейновых агроэколандшафтах, в сравнении с обычными незащищёнными (без защитных лесных полос), показать реальные большие экологические возможности Докучаевского ландшафтно-географического (поликластерного) природоподобного [8] подхода или принципа [6,8,9,15,25] осуществлять геоландшафтные (как в естественных биогеоценозах) ресурсное (ресурсно-экологическое) преобразование степного засушливого агроландшафта в природоподобный высокобиологизированный (защищённый и мелиорированный) экологически и противоэрозионно-обустроенный с новыми свойствами и качествами, более продуктивный и устойчивый долговременно преобразованный, обустроенный, высокобиологизированный, рукотворный, агроэколандшафт лесостепного типа.

#### **ПРОГРАММА, МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ОПЫТНЫЕ ОБЪЕКТЫ**

В данной работе представлены краткие результаты исследований по следующим программным вопросам:

1. а) Вызовы времени в условиях глобального изменения климата и его аридизации – проблема хронической засушливости степного пояса, общего дефицита влаги, повторяемость сильных засух, их долгосрочный прогноз и цикличность.

б) Проблема разрушительной антропоген-

ной (агротехногенной) эрозии и противоэрозионные технологии и комплексы. Противоэрозионные агроэколандшафты.

2. Сущность Докучаевского ландшафтно-географического принципа улучшения ведения аграрного природопользования (сельского хозяйства) в засушливом степном поясе России (Евразийский степной пояс). Высокая проточность и незащищённость обычных степных агроценозов (без защитных лесных полос), от полифазных аэро,- гидро – и литопотоков, непродуктивные потери природных и привлечённых ресурсов.

3. Комплексная геоландшафтная ресурсная защита и преобразование степного проточного агроландшафта в природоподобный высоко биологизированный и противоэрозионно-обустроенный агроэколандшафт лесостепного типа.

4. Новые выявленные ландшафтные эффекты и потенциальные перспективные возможности улучшения среды жизни геоландшафтно-преобразованного высокобиологизированных (лесо-фито-гидромелиорированных) катенно-бассейновых противоэрозионных агроэколандшафтов.

#### **МЕТОДЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ЭРОЗИОННО-ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Важнейшими методами исследований по данным сложным проблемам были многолетние экспериментальные натурные наблюдения на уникальных специально созданных лесомелиорированных агроценозах (полях) и агроэколандшафтах (склоново-катенных и водосборно-бассейновых, где кроме полей есть и другие природные и рукотворные биогеоценозы и объекты.

Вблизи их находится контрольный (для сравнения) сопоставимого обычные незащищённые (без лесных полос) поля с вспаханной почвой и с разными сельхозкультурами. Эти поля, в отличие от лесомелиорированных, обладают высокой «проточностью» всеми видами полифазных потоковых систем (ветры, метели, суховеи, ураганы, ливни, водные наземные потоки, сели, осыпь и др.). На основе этих опытных и контрольных (сравнительных) объектов создаются долговременные стоково-эрозионные стационары с простыми комбинированными (поле + участок лесной полосы) стоковыми площадками, а также несколько специально подобранных или подготовленных малых простых (ложбинно-лощинных) и комплексных средних по размерам (лощинно-суходольных и суходольных) опытных водосборов, оборудованных в замыкающем створе водосливами Томпсона с тонкой стенкой и углами выреза сливного отверстия 30°, 45°, 90° или 120° (для больших по

площади водосборов). На них проводится ежегодно обширный комплекс наблюдений для детального изучения весеннего водного баланса (почвы, растительный покров, влажность почвы, снежный покров, глубина промерзания. Ход весеннего снеготаяния, поверхностный сток, смыв почвы, грунтовые воды и другое). Подробно методы водо-балансовых наблюдений изложены в типовых и индивидуальных методиках [2,5,9,11,15,19,26,28]. Многолетние ряды гидрологических наблюдений обрабатываются математически, находятся средние многолетние, кривые обеспеченности и другие [2,9,11,15,28].

Проведены большие многолетние исследования по снеговедению в степных незащищённых от ветров и метелей полях и агроландшафтах, в лесных массивных насаждениях и на лесомелиорированных полях с разной степенью защиты (расстояние межполосного поля 500, 250, 180 м и др.). Исследования проводились методами снегомерных маршрутов с измерением снежного покрова в ключевых точках высоты снега, его плотности и влагозапаса. Многолетние материалы математически обработаны, получены среднемноголетние величины, построены кривые обеспеченности для зим с разной степенью снежности, выявлена особая роль ветро-метельной сублимации (возгонки) в снегопереносе с незащищённых полей.

Все опытные лесомелиорированные и контрольные (сравнительные репрезентативные) объекты созданы и оборудованы на землях филиала Поволжской АГЛОС с кадастровым обозначением 63:17:1201001-1203002.

В исследованиях задействованы объекты участкового Дубово-Умётского лесничества им. Н.К.Генко – широкие водораздельные лесные полосы, созданные в конце XIX столетия под руководством известного лесовода Н.К.Генко.

Кроме экспериментальных исследований, проводился сбор многолетней гидрометеорологической информации, фондовые материалы, опубликованные данные других исследований по проблемам

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Перед аграрным природопользованием в засушливом степном поясе Европейской части России жизнь поставила два больших вызова – две большие и сложные проблемы, которые окончательно не решены и до настоящего времени; это проблема сильных и частых засух (при хроническом дефиците воды и проблема разрушительной антропогенной (точнее – агротехногенной) водной эрозии. Они взаимосвязаны и должны решаться в совместном единстве. Автору в течение многих лет приходилось изучать, раз-

рабатывать и совершенствовать методы борьбы с эрозией почв и защиту посевов от засух в лесомелиорированных агроценозах и агроэколандшафтах, созданных на Докучаевском принципе (методологии, идее) ландшафтно-географического управления, улучшении и стабилизации водного режима и экологизации среды ведения сельского хозяйства [5, 10-15,23-27].

**Засушливость степного пояса, катастрофические засухи, их прогнозирование и противостояние с ними.** Засушливость климата отдельных регионов связана чаще всего с природной географической зональностью, исторически установившимися циркуляционными процессами в атмосфере, континентальностью, солнечного света, обилием тепла и хроническим дефицитом атмосферных осадков, высокими температурами, испаряемостью и сухостью атмосферного воздуха. Засухи и, особенно, сильные и катастрофические засухи являются негативными природными явлениями и относятся к категории особо опасных явлений, приводящими к значительной (и даже полной) потери урожая, создавая угрозу продовольственной безопасности страны, возможность голода и гибели людей. Такими были засухи 1891-92, 1897-98, 1911, 1921, 1933, 1946-47, 1951 годов. Чтобы представить масштабы и огромные величины потерь урожая от сильных засух, в таблице 1 представлены обобщённые данные климатического центра Росгидромета из «Доклада о климатических рисках на территории РФ» [10].

Засухи – извечный враг хлебороба и во все времена человек искал способы борьбы с этим большим злом. Есть три главных направления: 1) искать засухоустойчивые сельхозкультуры и вести селекционную работу по созданию засухоустойчивых сортов;

2) применять методы «смягчения засух», создавая в среде произрастания сельхозкультур снижение воздушного и почвенного дефицита влаги (орошение, мульчирование, отенение и др.); 3) разработать высоконадёжные методы сверхдолгосрочного прогноза сильных и катастрофических засух и на этой основе проводить изменение структуры посевных площадей и культур, включая наиболее устойчивые. Все эти направления исследуются и совершенствуются, ведётся поиск новых перспективных методов и приёмов.

Природа зарождения, развития и времени появления сильных и катастрофических засух сложна и не во всём понятна. Детально их изучением занимаются метеорологи и климатологи-синоптики, гео- и астрофизики, гидрологи и географы.

В 2016 году по ранее проведённым исследованиям и анализа обширного исторического, летописного, фондового и опубликованного

**Таблица 1.** Оценка потерь (%) урожайности яровой пшеницы в острозасушливые годы относительно урожая 2008 года по трём Федеральным округам Европейской части РФ, расположенных в юго-восточной засушливой части Русской равнины (по данным «Доклада о климатических рисках на территории Российской Федерации» климатического центра Росгидромета [10])

Федеральный округ	Годы								
	1951	1972	1975	1981	1995	1998	2010	2012	2013
1.Центральный	-16,1	-45,9	-36,1	-53,3	-25,6	-34,2	-50,5	-19,9	-35,1
2.Приволжский	-22,0	-35,6	-44,0	-58,1	-28,9	-60,0	-61,8	-27,8	-38,9
3.Южный	-18,1	-52,3	-49,0	-59,6	-30,3	-43,0	-54,6	-54,6	-61,7
Среднее:	-18,7	-27,2	-43,0	-57,0	-28,3	-45,7	-55,6	-34,1	-45,2

материала, нами была выдвинута и опубликована работа [12] об установлении статистической связи возникновения сильных и катастрофических засух с цикличностью солнечной активности (11-, 40- и 80-летней цикличности). За 300-летний период (1701-2000 гг.), по литературным источникам, на территории степного пояса Русской равнины было выявлено 84 катастрофических засух, накрывавшие огромные пространства Европейской части России. Их распределение по ветвям, подъёма и спада 11-летней СА представлено в таблице 2.

Оказалось, что большинство случаев катастрофических засух приходятся на годы, когда на Солнце – низкая солнечная активность (СА) пятен мало (или нет совсем): 43 случая (51 %), когда СА высокая (много пятен) – 12 случаев (14 %). Число пятен на ветвях подъёма и спада соответственно 12 и 16 (14% и 19%); сложив их (28) и поделив пополам (50% тяготеет к высокой СА и 50% - к низкой СА) и прибавив их к пятнам при низкой СА (43 + 14,5 = 57,5) и при высокой СА (12 + 14,5 = 26,5) получаем %-ное отношение 68,5: 31,5% = упрощённо 2 : 1 – катастрофические засухи на русской равнине бывают в 2 раза чаще при малом количестве пятен (чисел Вольфа), на стыке перехода очередного цикла СА, чем в середине цикла, в апогее при максимум чисел Вольфа.

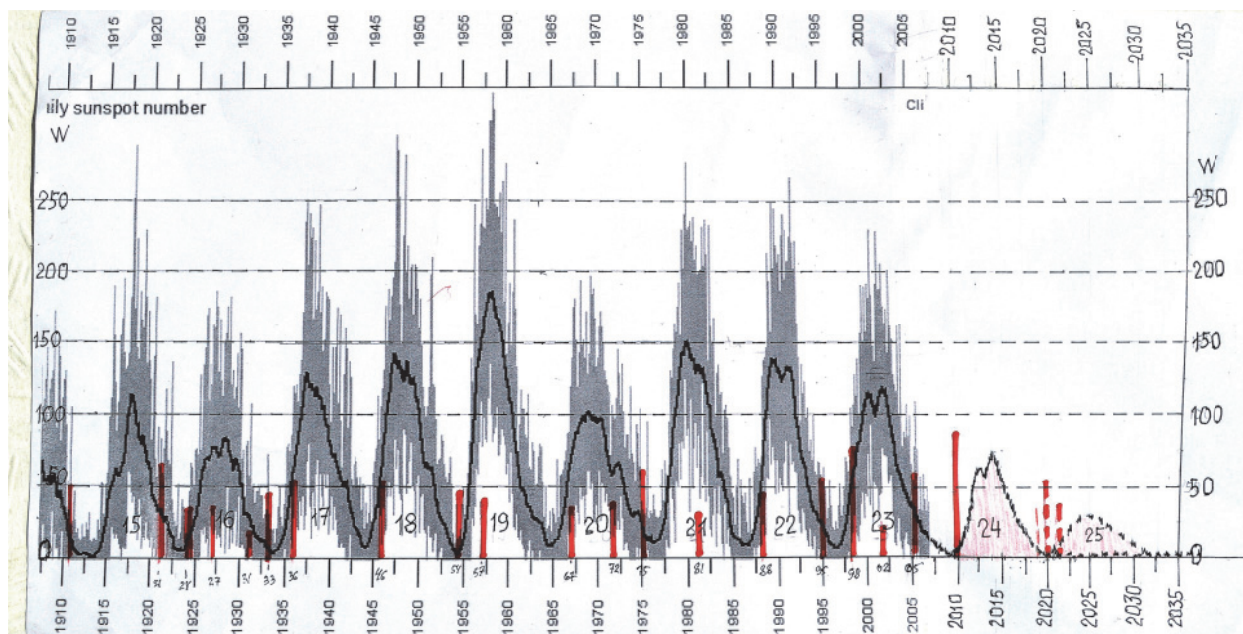
Статистически такая связи существует, но она вероятностная, не ясен механизм взаимодействий в цепи Солнце – Солнечная активность (цикличность) – атмосфера Земли – поверхность Земли (океаны и континенты). Дать надёжный (высоко оправдывающийся, сверхдолгосрочный

прогноз пока нельзя. Необходимы дополнительные опорные факторы и условия.

Какая складывается ситуация по возможности возникновения сильных (возможно, катастрофических) засух над Югом и Юго-Востоком Русской равнины в ближайшие годы? Изложим возможные сценарии. На рис. 2 представлен отрезок хронологического ряда 11-летней СА с № 14 по современный № 24, завершающийся в 2019-2020 годах. Согласно выявленной ранее многолетней статистической зависимости [8], на стыке завершающегося 24-го и ожидаемого 25-го циклов, имеется повышенная вероятность проявления сильной и даже катастрофической засухи в период с 2019-го по 2023 годы. За прошедшие годы этого цикла, с 2014 по 2017 год, таких засух, когда на Солнце наблюдается минимум пятен, не наблюдалось. Вегетационный период 2018 года по количеству выпавших осадков складывается напряжённо (год засушливый). В ближайшие 2019-2023 годы возрастает возможность возникновения сильной засухи, если ход гелиофизических процессов на Солнце сохранится и продолжится установившейся закономерности сформированием 11-летних циклов СА. Как видно на рисунке 1, в вековом ходе 11-летних циклов СА наметилось общее снижение активности Солнца (число пятен в максимумах циклов снижается от 21 к 24-м у: в 21-ом цикле – 170, в 22-ом – 170, в 23-ем – 120, в 24-ом – 67. Если эта тенденция по снижению продолжится, то максимум 25-го цикла будет ориентировочно – 40-50, а повышенная вероятность появления сильных и катастрофических засух сможет проявиться в период его окончания 2031-2033 годов

**Таблица 2.** Распределение катастрофических засух в Восточной Европе по столетиям за период 1700-2000 гг. в зависимости от 11-летней солнечной активности [12]

Солнечная активность (СА)	Катастрофические засухи (кол-во / %) за 300 лет, по столетиям			
	1701-1800	1801-1900	1901-2000	За 300 лет
СА в минимуме	15 / 46	13 / 47	15 / 65	43 / 51
СА в максимуме	5 / 15	4 / 14	3 / 13	12 / 14
СА на ветви подъёма	7 / 21	6 / 21	3 / 13	16 / 19
СА на ветви спада	6 / 18	5 / 18	2 / 9	13 / 16



**Рис. 1.** Совмещённый график векового хода 11-летней солнечной активности с наложением на него крупных и катастрофических засух на Русской равнине. Прогноз дальнейшего хода 25-го и последующих циклов и возможность возникновения сильных засух

Но в 400-летней истории наблюдений за солнечными пятнами (с 1600 года) и их 11-летней цикличности был период (с 1660 по 1700 годы, продолжительностью 40 лет), когда на Солнце пятен не было совсем. Он получил название «минимум Маундера», или «малый ледниковый период». Его характерная особенность – некоторое общее похолодание на планете, нарушаются установившиеся климатические закономерности. Такое развитие процессов на Солнце возможно и наше время, после 24-го или 25-го циклов. Тогда возможен другой, пока не совсем ясный, ход климатических и иных процессов; пока будем принимать, что закономерность хода 11-летней цикличности СА сохранится, а установленная статистическая приуроченность сильных и катастрофических засух периодам на стыке соседних циклов сохранится и вероятность их сверхдолгосрочного прогноза возрастёт. Наш поиск в этом направлении в последние годы подтверждает, что вероятность такого сверхдолгосрочного прогноза может повышена используя материалы о двух удивительных течениях периодически возникающих и сменяющих друг друга в южной половине такого океана – это Эль-Ниньо и Ла-Нинья. Своим влиянием они охватывают огромную территорию Тихого океана, меняют направление течений и климатическую ситуацию не только в Австралии, Индокитае и Южной Америки, но и всей планете, вызывая жесточайшие засухи в южной и северной Африке и Индии. Наши наложения сильных засух на Русской равнине, на показатели сильных проявлений Эль-Ниньо (и Ла-Нинья), пред-

ставленных в ряде публикаций, показали, наличие связи между ними, которую, возможно, можно будет использовать в будущем для уточнения долгосрочных прогнозов возможности их появления на Русской равнине.

**Докучаевский ландшафтный принцип как важнейший составляющий элемент высокой биологизации агроценозов (полей) и устойчивых катенно-бассейновых агроландшафтов** Россия с незапамятных времён обладает огромными земельными ресурсами, но использовались они недостаточно эффективно. Причин тому много, но объединить их можно в три большие группы – неблагоприятные природно-климатические условия, не эффективные социально-экономические отношения и недостаточно эффективное в научном и технологическом отношении аграрное природопользование. Поэтому неурожаи и голод были частыми явлениями в жизни страны. Одной из таких катастроф были засуха, неурожай и голод 1891 года, охватившие всю Русскую равнину. На борьбу с засухами встали все ведущие учёные страны. Наиболее целостную и научно обоснованную систему мер по улучшению ведения сельского хозяйства в засушливом степном поясе России разработал В.В.Докучаев, которую опубликовал в своей книге «Наши степи прежде и теперь» в 1892 году [6]. Его удивительная наблюдательность и гениальное научное предвидение позволили выдвинуть прогрессивный новый методологический принцип (подход, идею), парадигму к природопользованию – природоподобный ландшафтно-географический (а значит,

многосторонний, поликластерный) принцип управления гидролого-экологическим режимом агроценозов (полей) и агроэколандшафтов (катенно-склоновых и водосборно-бассейновых). По тому времени – это большой научный прорыв в направлении экологизации земледелия, опередивший время на 70-100 лет: он первым среди естествоиспытателей обратил особое внимание хлеборобов на необходимость очень бережного и эффективного (биопродуктивного) использования местных водных ресурсов: а) на снижения их непродуктивных потерь, - на ветро-метелевый перенос и сублимация снега, поверхностный сток, физическое испарение; б) на максимизацию её биопродуктивного использования – на накопление в корнеобитаемом слое почвы и более полное использование на транспирацию с повышенным фотосинтезом и выходом биопродукции задержание в прудах и водохранилищах с последующим использованием на орошение).

Уже тогда В.В.Докучаев подходил к сельскому хозяйству, к агроценозам и агроландшафтам с позиций экологии, биогеоценологии, ландшафтоведения, географической зональности, эволюционной самоорганизации естественных природных зонально-локальных биогеоценозов и крупных катенно-бассейновых биогеоландшафтов. Он интуитивно гениально предвидел в каждом агроценозе единую рукотворную сложную самоорганизующуюся биокосную (живое + неживое, минеральное) биогеоландшафтную систему; уже тогда он предвидел неизбежность появления и применения в теории и практике аграрного природопользования такого философски-естественнонаучного направления, как биоландшафтная синергетика.

Он выдвинул ландшафтный природоподобный принцип (как делает сама природа в ландшафтосфере в естественных, эволюционно-самоорганизованных зонально-локальных биогеоценозах и биогеоландшафтах – лесных, лесостепных, степных и др.), но применительно к искусственным, рукотворным аграрным объектам (полям, хозяйствам регионам), которые много проще по строению, и целевое назначение которых направлено на получение того, что нужно, прежде всего, самому человеку, а не природе (в те времена человек ещё не думал над тем, чтобы сельхозрастения выполняли, наряду с получением урожая, ещё и функции защиты и безопасности земли, почв, влаги, растительного сообщества от непродуктивных потерь ресурсов, их деградации и гибели). Главное внимание он обращает рациональному управлению местными водными ресурсами при минимальных (неизбежных) непродуктивных потерях (степной пояс – регион с хроническим дефицитом влаги и частыми засухами, суховеями, пыльными бурями и развитой антропогенной эрозией).

Тонкая наблюдательность В.В.Докучаева, его огромные познания жизни природы и ландшафтов разных географических зон Средней степной полосы России, подсказали ему, что наиболее благоприятной по соотношению необходимых природных ресурсов является *лесостепная зона*; значит надо конструировать, сочетать искусственно в степи и сухой степи, но с соблюдением естественных объективных природных законов, компоненты формирования зональных естественных лесостепных ландшафтов), природоподобные принципы, технологии и элементы (компоненты), создающие облик и суть естественных лесостепных ландшафтов, но для осваиваемых человеком *агролесогидромелиорированных* катенно-склоновых агроценозов (агробиоценозов) и катенно-бассейновых агробиоландшафтов, *по типу лесостепной географической зоны, при правильном соотношении таких элементов ландшафта, как пашня, степь, лес, вода и поселения на всех элементах эрозионно-самоорганизованной территории* (в виде приводораздельных равнинных (плакорных) территорий, склонов-катен разной крутизны, присетевых крутосклонов, суходольно-речной гидрографической сети с временными и постоянными водотоками и речными пойменно-долинными землями и речными (водными) сетями, каскадами прудов и водохранилищ на местном стоке.

Но В.В.Докучаев не остановился только на научно-теоретической разработке основ ландшафтного принципа, или подхода к упорядочению ведения водного, экологически правильного и эрозионно-безопасного прогрессивного ведения аграрного природопользования в степях России. Он пошёл много дальше, и в том же 1892 году организует особую экспедицию Лесного департамента по созданию трёх опытно-экспериментальных участков для практической реализации, уточнению и проверки выдвинутой методологии, парадигмы и концепции. Эти опытные полигоны – Каменно-степной, Велико-Анадольский и Старобельский были подобраны, проведены землеустроительные и проектные проработки и начато их ландшафтно-кластерное освоение уже в том же 1892 году, под научным руководством В.В.Докучаева. Этот ландшафтный принцип был заложен на века: в 2017 году было торжественно отмечено 125-летие Особой экспедиции и ландшафтного принципа в аграрном природопользовании. Эти уникальные исторические объекты сохранились до нашего времени с успешно прошли многолетние испытания. Они эффективно функционируют и в настоящее время, являясь эталонными объектами агроландшафтного и агролесогидроме-

лиоративного обустройства степной местности и разумного её переобустройства по типу лесостепного рукотворного агроландшафта с оптимальным соотношением угодий (пашни-степи-леса-воды-поселений). Такие, обустроенные по Докучаевскому принципу, межхозяйственные водосборно-бассейновые агроэколандшафты нами названы межхозяйственными бассейновыми агроэкополисами. Модельные проработки показали приемлемые и перспективные Докучаевские соотношения основных ландшафтных элементов (угодий – пашни : степи : леса : воды : поселений) в суходольно-балочном и малом речном водосборе; а) в лесостепной зоне 5 : 3 : 2 : 1 : 0,5(0,3) («Золотое сечение» с числом Фибоначчи 1,67); б) в степной зоне 6 : 3(3,5) : 2 : 1 : 0,4(0,2); в) в сухостепной зоне 3(4) : 5(4) : 2 : 1 : 0,2(0,1).

За эти годы Докучаевский ландшафтный принцип обустройства и ведения аграрного природопользования в степном засушливом и эрозионно-опасном поясе Европейской части России доказал свою перспективность, жизнённость и эффективность по многим направлениям его создания и использования.

По этому принципу, образцу и подобию за прошедшие десятилетия были созданы сотни и тысячи агрохозяйств-аналогов. На них проводились и проводятся многолетние и многопрофильные комплексные натурные агроэколандшафтные, гидрометеорологические, агролесомелиоративные, почвенно-эрозионные и агролесозащитные и многие другие исследования и наблюдения, выявляются положительные и отрицательные эффекты и воздействия, уточняются составляющие кластеры и их соотношения, упорядоченность, функции, разрабатываются новые методы и вносятся коррективы и совершенствуются основы.

### Ветро-метельный перенос и сублимация снега в степном поясе на незащищённых вспаханных полях и в докучаевских природоподобных ландшафтно-кластерных лесомелиорированных агроэколандшафтах

Так, из данных таблицы 3 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/см<sup>3</sup> и влагозапасом 58 мм или 580 м<sup>3</sup> воды на 1 га. Это типичное снегонакопление и типичные снег-потери для зяблевых незащищённых полей. Ветры и метели делают своё дело.

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 чисто лесном ландшафте на снегомерном маршруте проведены (графа 4 в таблице 3). Там снежный покров имеет совсем другие параметры: высота снега 52 см, плотность 0,25 г/см<sup>3</sup>, влагозапас в снеге 130 мм или 1300 м<sup>3</sup>/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 м<sup>3</sup>/га.

Это очень большие потери, причём потери непродуктивные, бесполезные.

Если, по установленным усреднённым нормативам, на формирование 1 ц зерна необходимо затратить 10 мм (100 м<sup>3</sup>) 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 луч-

**Таблица 3.** Результаты многолетних снегомерных исследований снежного покрова в различных агроэколандшафтах в конце зимы на ФГБНУ Поволжская АГЛЮС за период 1975 – 2012 годы

Виды агроэколандшафтов, через которые проложены снегомерные маршруты	Средние параметры снежного покрова:		
	Высота снега, см	Плотность снега, г/куб. см	Влагозапас в снеге, мм
1. Незащищённо (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. Центр лесного массива (без опушечных сугробов)	52	0,25	130



ший 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 таблице 4). 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 агроценоза защитными лесными полосами.

#### **Водный баланс разных ландшафтов в степном поясе. водный баланс незащищённой пашни и пашни под защитой контурных стокорегулирующих лесных полос**

Весенний водно-балансовый эффект лесомелиорированных полей и бассейновых агролесоландшафтов (лесоаграрных или лесомелиорированных) агроэколандшафтов проявляется на всех составляющих элементах баланса. Это подтверждают результаты многолетних экспериментальных исследований на специальных стоково-эрозионных стационарах, комбинированных стоковых площадках (полевая часть + участок лесной полосы) и опытных водосборах. Как отмечалось выше, на лесомелиорированных полях к периоду снеготаяния задерживается значительно больше снега, чем на необлесённых полях. Происходит улучшение (повышение)

всех приходных элементов весеннего водного баланса (таблица 4).

Данные таблицы 4 свидетельствуют о том, что на простых водосборах, представляющих собой элементарные ландшафты или разные биогеоценозы в степи, лесомелиорированные поля (водосбор «Лесомелиорированный»), в сравнении с незащищёнными лесными полосами биогеоценозами степного типа (водосборы «Пастбище» и «Полевой»), элементы весеннего водного баланса имеют существенно улучшенные показатели по приходным статьям (запас воды в снеге и впитывание в почву, соответственно на 29 – 55 мм и на 31 – 97 мм), что дополнительно увеличивает влагообеспеченность сельхозкультур, их устойчивость и биопродуктивность.

По двум комплексным средним ложинным водосборам (водосборы «Первомайский» - контрольный, репрезентативный и «Питомник» - эталонный, лесомелиорированный), показатели аналогичные, в пользу лесомелиорированного: снегозадержание на нём больше на 34 мм, впитывание – на 48 мм, сокращение поверхностного стока на 14 мм. Смыв почвы на нём сократился на 0,8 м<sup>3</sup>/га и локализован лесными полосами.

Данные, полученные на опытных водосборах, подтверждают высокую гидрологическую и противоэрозионную эффективность лесомелиорированных полей. Но обязательным условием должно быть их контурное (или поперёк склона) размещение на любом рельефе, в том числе и сравнительно равнинном (а не только пересечённом), новые лесные полосы надо размещать только контурно (с небольшим спрямлением), усиливать простейшими гидротехническими приёмами (для повышения водопоглощения и противоэрозионного действия), обязательно использовать (на поле ниже по склону от лес-

**Таблица 4.** Основные элементы весеннего водного баланса простых и комплексных опытных водосборов. Поволжская АГЛЮС (многолетние данные)

Наименование опытных водосборов	Запас снеговой воды+ осадки периода таяния (мм)	Впиталось в почву – валовое увлажнение (мм)	Поверхностный сток (мм)	Кoeffициент стока	Смыв почвы (м <sup>3</sup> /га)
Простые водосборы					
«Пастбище»	118	61	57	0,48	0,14
«Полевой»	144	127	17	0,12	1,07
«Лесомелиорирован.»	173	158	15	0,09	0,35
«Лесной массив»	188	188	0	0	0
Комплексные водосборы					
«Первомайский» - (типичный, контрольный)	152	129	23	0,15	0,92
«Питомник» - эталонный лесомелирированный)	186	177	9	0,05	0,12

ных полос) специальный осушительно-увлажнительный дренаж, осуществлять на полях периодически глубокое мелиоративное рыхление подпочв с зонами уплотнения. В лесоаграрных ландшафтах коренным образом меняется гидрологический режим увлажнения почв и грунта всей зоны аэрации, глубина залегания и динамика верхнего горизонта грунтовых вод [3, 25], ход почвообразовательных и локализация эрозионно-гидрологических процессов [4-5, 11, 13-14, 18, 25, 28].

### **Условный ряд стоково-эрозионной напряжённости агрофонов и угодий**

При рассмотрении таблиц, приводимых в данной работе, привлекает внимание существенное различие разных агрофонов и угодий по их стокообразующей способности и противоэрозионной устойчивости. Г.П.Сурмач [28,2,11,18,25] произвёл их группировку в 2 категории – угодья с уплотнённой поверхностью и агрофоны (пашня) с рыхлой поверхностью. Угодья с уплотнённой поверхностью обладают выровненным плотным сложением верхнего 0-30 см слоя с объёмной массой 1,3-1,6 г/см<sup>3</sup>. Это склоновые суходольные сенокосы и пастбища (выгона), многолетние травы, стерня сельхозкультур, озимые. На них почти ежегодно формируется поверхностный сток, а в средние и многоводные годы – значительный (больше 30 мм). В то же время наличие растительности, плотность сложения почвенных частиц, их скрепление дерниной делает их эрозионноустойчивыми, противостоящими размывающему и диспергирующему действию поверхностного стока.

Агрофоны с рыхлой поверхностью (варианты разноглубинной зяби, выравненной зяби, зяби с микрорельефом, плоскорезные обработки и др.) имеют рыхлое комковато-глыбистое сложение с наличием в верхнем 0-30 см слое множества крупных воздушных каналов, полостей, трещин (некапиллярная порозность), объёмную массу (0,9)1,0-1,4 г/см<sup>3</sup>. Они обладают высокой впитывающей способностью в период весеннего снеготаяния, хорошо поглощают талые снеговые воды и формируют большой влагозапас для выращивания яровых культур. В то же время разрыхленная и оголённая от растительного покрова почва легко разрушается ливневым и талым стоком. В степном поясе на зяби в каждые 6-7 лет из 10 поверхностный сток или не формируется совсем, или меньше 10 мм (М.И.Львович, Г.П. Сурмач, А.Т. Барабанов, В.П. Борец, А.И. Петелько, Е.П. Чернышов, В.И. Панов, И.А. Кузник и др.). На уплотняющихся и заплывающих глинистых чернозёмах Сыртового Заволжья, углубление пахоты или безотвального рыхления на каждый 1 см, способствует дополнительному впитыванию

от 1,8 до 2,8 мм талой влаги (от общепринятых 22-25 см).

По обобщённым нашим экспериментальным данным построения кривой обеспеченности стока по степной зоне Среднего Поволжья на обыкновенных чернозёмах (за 58-летний период наблюдений 1959-2016гг.), среднемноголетняя величина весеннего поверхностного стока (50%-ной обеспеченности) составила 7мм при влагозапасе в снеге 120мм, инфильтрация в почву 113мм, в то время, как на уплотнённой пашне (стерня, озимые, многолетние травы) сток составил 34мм при влагозапасе в снеге 130мм, а инфильтрация в почву равнялась 96мм (на 15% меньше, чем на пашне).Из этих данных видна большая гидрологическая роль зяби в сравнении с пашней(агрофонами) с уплотнённой поверхностью (сток в 4,8 раза ниже). Но в то же самое время разрыхлённая (вспаханная) почва имеет очень низкую противоэрозионную устойчивость, легко разрушается движущейся водой (ливневой, поверхностным стоком).

Все используемые агрофоны и угодья целесообразно сгруппировать в единый ряд по их стоково-эрозионной напряжённости (в порядке сокращения стока и эрозионной устойчивости), что упростит подход к их размещению по ярусам катены (таблица 5).

Приведённые в таблице 5 данные свидетельствуют о том, что противоэрозионная стойкость почв в большой степени зависит от прочности скрепления частиц корнями (дерниной), их защищённости густым растительным покровом. Разрыхлённые почвы крайне неустойчивы в эрозионном отношении.

Приведённые в таблице цифры, связаны со стоком с самих агрофонов; при поступлении стока с выше расположенных полей, смыв многократно возрастает, достигая катастрофических величин 70 – 100 м<sup>3</sup>/га и больше.

### **Стоково-эрозионная оценка агрофонов и угодий, консолидированный склоновокатенный поверхностный сток и угрозы формирования катастрофической эрозии, его эрозионно-энергетическая опасность, рубежи разделения и поглощения. Необходимость стокорегулирующих лесных полос**

Эрозии подвержены практически все обрабатываемые земли. Но в эрозиоведческой литературе ещё встречается разделение земель на эрозионно-опасные и эрозионно-безопасные. И такого взгляда на разделение земель придерживается довольно много учёных, проектировщиков и практиков земледелия. Больше того, понятие «эрозионно-безопасные земли» укоренилось среди работников сельского хозяй-

**Таблица 5.** Условный ряд стоково-эрозионной напряжённости агрофонов и угодий для степного пояса Европейской части России (обобщённые данные).

№ п/п	Наименование агрофонов и угодий, ср. объёмн. масса почвы слоя 0-30 см, г/см <sup>3</sup>	Усреднённая стокообразующ. способность, мм	Противоэрозионная стойкость	
			Относительная (%), по М.Н.Заславскому	Смыв, м <sup>3</sup> /га
1.	Суходольное выпасаемое пастбище, 1,3-1,5(1,6)	40 – 52	0,05	0,1 – 0,3
2.	Многолетн. травы, 1,2-1,4(1,5)	40 – 45	0,1	0,3 – 0,5
3.	Стерня кукурузы и Подсолнечника, 1,2-1,3(1,4)	30 – 40	0,5	2,7
4.	Стерня пшеницы, (1,2)1,1-1,3(1,4)	30 – 35	0,5	3,2
5.	Озимые, (1,1)1,0-1,3	20 – 30	0,4 - 0,5	4,2
6.	Плоскорезная обработ. и безотвальн. вспашка, 1,0-1,3	15 – 18	0,8 – 0,9	4,8
7.	Зябь отвальная средн. (25 см) и глуб. (28-30см), (0,9)1,0-1,2(1,3)	7 – 12	1,0	> 5 - 7

ства, вошло во многие зональные и региональные рекомендации по борьбе с эрозией почв, нашло широкое применение при составлении проектов противоэрозионных мероприятий в агрохозяйствах и при составлении разных Генеральных схем и планов ландшафтообустройства и противоэрозионных мероприятий.

Что же это за земли? Как правило, к ним относили очень ровные, с малым уклоном земли. Выделение эрозионно-безопасных земель позволяет осуществлять на них приёмы земледелия, не предусматривающие почвозащиту, не соблюдать на них принципы эрозионной безопасности.

Но соответствует ли такое разделение действительности? Рассмотрим эту проблему с позиции законов физики.

Исходя из них, любой участок суши обладает свойством потенциальной и кинетической, энергетической и эрозионной опасности, согласно формул (1) и (2):

$$E_n = M_d H; \quad (1)$$

$$E_k = MV^2/2; \quad (2)$$

где  $E_n$  и  $E_k$  – энергия потенциальная и кинетическая. воды (осадков, стока);

$M$  – потенциальная масса воды (ливневые осадки, поверхностный сток);

$H$  – топографическая высота местности (участка суши) над уровнем океана;

$g$  – ускорение земного притяжения,  $g = 9,8$  м/с<sup>2</sup> ( $g = 9,8066$  м/с<sup>2</sup>);

$v$  – скорость стекания воды (м/с), зависит от местного базиса эрозии ( $H$ ) крутизны и длины склона (катены)

Механизмам возникновения эрозии, энергетике атмосферных осадков поверхностного стока посвящена обширная литература – как отечественная, так и зарубежная – А.С. Козменко, Н.И. Маккавеев, Г.П. Сурмач, С.И. Сильвестров, М.Н. Заславский, М.И. Калинин, К.Л. Холупяк и другие [2, 5, 9, 11, 13-15, 18-19, 22, 25, 27-28].

Чем больше и интенсивнее выпадает атмосферных осадков на данный участок суши, чем больше и интенсивнее на нём формируется и движутся воды поверхностного стока; чем выше топографическая его высота, глубже местные базисы эрозии, сильнее эрозионная расчленённость рельефа, короче и круче склоны, тем больше потенциальная и кинетическая энергия воды на его поверхности, тем выше потенциальная и реальная (кинетическая) эрозионная опасность воды и земель [9, 10, 22, 23-24, 28].

Практически все земли суши потенциально эрозионно-опасны, но степень опасности весьма изменчива – от очень высокой до очень низкой. Поэтому абсолютно эрозионно-безопасных земель практически нет, а есть земли с очень низкой или просто низкой эрозионной

опасностью, где уровень протекания эрозии характеризуется как «естественный эрозионный процесс», или близок к нему. Это достигается за счёт надёжной защиты почв зональным растительным покровом или созданной и используемой системой мер (стратегией) эрозионно-безопасного аграрного природопользования.

В решении проблем противоэрозионной безопасности в аграрном природопользовании при новом природообустройстве сельскохозяйственных территорий, наряду с противоэрозионной организацией полей и севооборотов на склоновых катенах и иерархии суходольно-речных водосборов, планируются кластеры специальных и природоподобных комплексных противоэрозионно-мелиоративных технологий и мероприятий, известных в виде противоэрозионных мелиораций – агротехнических, фито- и лесомелиоративных, гидротехнических и других [2-3, 5-6, 8-9, 11, 13-15, 18, 23-26, 28].

На стадии предпроектных проработок по созданию проектов противоэрозионного защитно-мелиоративного обустройства конкретного землепользования, по крупномасштабной карте производится расчёт и оценка для каждого участка потенциальной и реальной энергетической и стоково-эрозионной опасности для всех высотных ярусов склоновой катены (нарастающим итогом вниз по склону вплоть до водотока-талвега, что будет продемонстрировано ниже). При этом даже самый невысокий плоско-равнинный рельеф, неопасный для талого стока, может быть высокоопасным для катастрофической ударно-кавитационной ливневой эрозии.

### Склоновые агроландшафтные катены и высотно-ярусное размещение полей

В степном поясе России, особенно в зонах степи и сухой степи, с выровненным эрозионным рельефом и длинными склонами длиной до 1500 – 2000 м (рисунок 1), многие поля имеют огромные размеры – 200-400 га; при средней длине поля 2000 м, его ширина распространяется на всю длину склона (до 1000-2000 м). При таких размерах и формировании значительного слоя стока (20-30 мм и больше), ударно-стоковая нагрузка на нижние участки поля может достигать запредельных величин и вызывать сильный смыв (30 – 75 м<sup>3</sup>/га и больше). В таких условиях воздействовать и управлять стоком и смывом практически невозможно. Такие параметры и размещение полей делалось землеустроителями в советское время в сухостепных районах под использование тяжёлых гусеничных широкозахватных полевых агрегатов. При такой ширине полей ни о каких проблемах перехвата и поглощения поверхностного стока, а, следовательно, от эрозионной безопасности почв, говорить не

приходится. Величины ударных стоковых нагрузок на почвы нижних частей склонов становятся огромными. Даже при сравнительно небольшой величине слоя поверхностного стока, например, 10 мм, с ровного склона-поля шириной 800-1200 м (0,8 - 1,2 км) при равномерном его распределении, на нижележащее угодье поступит слой:

$S_k = 10 \cdot S_{cp} \cdot L = 10 \cdot 10 \cdot (0,8 - 1,2) = 80 - 120 \text{ мм}$ , (3)  
где  $S_k$  – поверхностный суммарный сток со склона катены длиной  $l$  км;

$L$  – длина склоновой катены, км;

10 – переводной коэффициент;

$S_{cp}$  – средний слой поверхностного стока с данного агрофона или угодья, мм.

Стоковая нагрузка на каждый погонный метр нижней кромки такого широкого поля вычисляется по формуле:

$$SN_{п.м.} = 0,1 \cdot S_k \text{ м}^3/\text{п. м.} \quad (4)$$

В нашем примере стоковая нагрузка составила 8-12 м<sup>3</sup>/п.м на нижнюю кромку поля. Исходя из этого, необходимо использовать в теории и практике разработки противоэрозионных агротехнических и агро-, фито-, лесо- и гидромелиораций такое новое понятие, как консолидированный (или кооперативный, интегральный) катенный сток с его стоково-эрозионной ударной нагрузкой на нижнюю границу каждого катенного яруса (поля, угодья).

Другой, часто встречающийся вариант аграрного освоения длинных пахотных склонов – его разделение на несколько ярусов полей (3-6 ярусов, рисунок 2) без стокопоглощающих рубежей на границах деления и с произвольно-случайным размещением агрофонов и угодий, без учёта их стоково-эрозионной опасности (из-за незнания), следствием чего при их определённом сочетании по длине склоновой катены (сверху вниз) может быть искусственно создан «эффект катастрофической агротехногенной эрозии» (таблица 4, рисунок 2; в таблице 2 – варианты сочетаний 1-ый и 2-ой, на рисунке 2 – варианты 1-ый и 2-ой). Эрозионная ситуация, в зависимости от местоположения агрофонов на склоновой катене, может быть оценена как бедствие (катастрофа), кризис, риск и норма [по Б.В.Виноградову, 5]. Из представленных в таблицах четырех примерных сочетаний агрофонов и угодий наиболее эрозионно-опасными сочетаниями являются варианты 2 и 1 (по стоково-ударной нагрузке на поля ярусов 4 и 5). Но из таблицы видно, что даже при самом благоприятном размещении агрофонов на склоне кластер одних агротехнических приёмов никак не решает проблемы перехвата и поглощения стока (неполное управление стоково-эрозионным процессом). Стоит вопрос создания на границах деления ярусов (полей) рубежей перехвата и поглощения стока – элементов лесомелиоративного и гидротехнического класте-

ра – стокопоглотительных (стокорегулирующих) лесных полос с их гидротехническим усилением и осушительно-увлажнительным дренажом, о чём подробно будет сообщено в специальном исследовании.

Таблица 7 дает также наглядное представление о двух новых вводимых нами понятиях – это «консолидированный (общий или суммарный, кооперативный) катенный сток» с его скрытой качественной составляющей – эрозионной опасности и «ряд стоково-эрозионной напряжённости агрофонов и угодий» - оценка каждого из них по величине формирующегося на нём стока и противоэрозионной стойкости.

Консолидированный или кооперативный катенно-аглоландшафтный сток ( $S_{ка}$ ), когда на катене выделено несколько полей с разной высотной ярусностью и шириной рассчитывается по формуле:

$$S_{ка} = \sum_1^n (10 \cdot S_i \cdot L_i), \quad (5)$$

где  $S_{ка}$  - суммарный (консолидированный) катенно-аглоландшафтный сток.

$S_i$  - слой поверхностного стока с  $i$ -того агрофона угодья, мм.

$L_i$  - ширина поля (по линии с клона), км.

В табл. 3 представлена матрица модельных вариантов сочетания нескольких агрофонов и угодий (зябь, стерня, озимые, многолетние травы) на 5-ти высотных ярусах склоновой катены длиной 1,5 км (длинный склон), разделенной на 5 равных по ширине лент – полей (300 м). В ней даны расчёты ярусного стока, его увеличения за счёт поступления транзитного стока с выше расположенных ярусов полей (нарастающим итогом) и величины формирующихся удельных стоковых нагрузок ( $D_{к}$ ) в м<sup>3</sup>/п.м.га на нижнюю границу поля. При средних величинах поверхностного стока с разных агрофонов и угодий от 15 мм с зяби до 50 мм с утрамбованных многолетних трав и пастбищ, ударные стоковые нагрузки на нижние границы полей, находящихся в 300 м от водораздела и на расстоянии 1500 м близ гидрографической сети, сильно различа-



**Рис. 2.** Схематический профиль эрозионного длинного склона с выделением 7 земельно-эрозионных фондов (по А.С.Козменко, 14) с их базами эрозии (Нб), обеспечивающих для каждого фонда потенциальную энергетическую опасность. Представлено высотное-ярусное размещение полей и сельхозугодий (3 яруса). Профиль длинного склона с разными агроценозами и сельхозугодьями формирует агроландшафтную склоновую катену (агрокатена) и консолидированный (интегральный) катенный сток.

Условные обозначения на схеме:  $H_{бпв}$  – высота база эрозии пахотных земель приводораздельного фонда;  $H_{бс1}$  – высота база эрозии пахотных земель верхнего склона;  $H_{бс2}$  – высота база эрозии пахотных земель среднего склона;  $H_{бс3}$  – высота база эрозии пахотных земель нижнего склона;  $H_{бпс}$  – высота база эрозии земель присетевых фондов;  $H_{бсс}$  – высота база эрозии земель суходольной гидрографической сети;  $H_{брс}$  – высота база эрозии земель речной гидрографической сети;  $S$  – поверхностный сток с земель (агрофонов и угодий) соответствующего земельного фонда

**Таблица 6.** Пространственно-упорядоченное формирование катенно-ярусной потенциальной стоково-энергетической и эрозионной опасности (каждого яруса и для всей катены)

Пространственно-высотные земельно-эрозионные ярусы катены	Собственная потенциальная СЭО яруса	Фактическая СЭО катенного яруса с учетом поступления транзитного стока сверху
Приводораздельные ПВ	$R_{пв} = S_{пв} \cdot g \cdot H_{Бпв}$	$R_{фпв} = R_{пв}$
Склоны верхние С1	$R_{с1} = S_{с1} \cdot g \cdot H_{Бс1}$	$R_{фс1} = R_{с1} + k \cdot R_{фпв}$
Склоны средние С2	$R_{с2} = S_{с2} \cdot g \cdot H_{Бс2}$	$R_{фс2} = R_{с2} + k \cdot R_{фс1}$
Склоны нижние С3	$R_{с3} = S_{с3} \cdot g \cdot H_{Бс3}$	$R_{фс3} = R_{с3} + k \cdot R_{фс2}$
Присетевые земли ПС	$R_{пс} = S_{пс} \cdot g \cdot H_{Бпс}$	$R_{фпс} = R_{пс} + k \cdot R_{фс3}$
Берега-крутосклоны ГС	$R_{гс} = S_{гс} \cdot g \cdot H_{Бгс}$	$R_{фгс} = R_{гс} + k \cdot R_{фпс}$
Вся катена	$R_{кт} = S_{ф} \cdot g \cdot H_{Б}$	$R_{фк} = k \cdot R_{фгс}$

**Таблица 7.** Сравнительная матрица вариантов сочетаний агрофонов сверху вниз по склоновой катене с оценкой эрозионной опасности для почв нижнего яруса

Высотные ярусы полей на склоне и агрофоны склон. катены	Матрица вариантов сочетаний агрофонов сверху вниз на склоне			
	1	2	3	4
Ярус 1- приводораздельные земли	Многолетн. культуры	Озимые	Озимые	Зябрь
Ярус 2- верхнесклоновые и среднесклоновые земли	Озимые	Озимые	Зябрь	Озимые
Ярус 3 – среднесклонов. земли	Зябрь	Зябрь	Зябрь	Многол. культуры
Присетевые пастбищные земли-часть распаханна (нижнесклоновые)	Зябрь	Зябрь	Озимые, Мн. травы	Постоянное залужение
Крутые берега гидрографической сети	Естествен. травостой с деградиров. дерниной	Изрежен. естествен. травостой с дернин.	Естествен. травостой с нормальн. дерниной	Плотный естественный дернинный травостой
Оценка эрозионной опасности для почв нижних ярусов катены (по Б.В.Виноградову)	Бедствие, катастрофа	Кризис	Риск	Норма, (начало риска)

ются – от 4,5 м<sup>3</sup>/м до 57,0 м<sup>3</sup>/м. Нагрузки свыше 15 - 20 м<sup>3</sup>/м приходящиеся на агрофоны с разрыхлённой почвой (зябрь, озимые, стерня) являются запредельными; они вызывают усиленную агротехногенную эрозию (смыв почвы по водоразделам после прохождения стока достигает 20-30 м<sup>3</sup>/га и выше). На вспаханных полях, по стерне и озимых возникает эрозионно-опасная ситуация, относимая к категории кризиса и бедствия. При поступлении нарастающего катенного стока свыше 30-40 м<sup>3</sup>/га на зяблевых полях, расположенных в нижних склонах и распаханых присетевых землях (ПСЗ) наблюдается катастрофическая антропогенная эрозия с величиной смыва 50-75 м<sup>3</sup>/га и выше. Образуются большие водоразделы, размывы и овраги.

Как видно из схемы рисунка 2 и таблиц 6 и 7, возможны самые различные сочетания агрофонов и угодий по высотным ярусам склоновой катены. Наиболее эрозионно-опасные ситуации возникают тогда, когда стокообразующие агрофоны и угодья размещаются вблизи водоразделов, а фоны с разрыхленной поверхностью почвы (зябрь), находятся в самых нижних частях склонов. В этих случаях возникает настоящая катастрофическая форма антропогенной эрозии, вызванная человеком из-за незнания сущности эрозионной безопасности.

Соблюдение эрозионной безопасности крайне необходимо при землеустройстве и в повседневной практике – оно позволяет исключить катастрофические формы антропогенной эро-

зии. Специально поставленные наблюдения на склоновых полях показали, что нарушение этого принципа на глинистых обыкновенных чернозёмах Самарского Заволжья может приводить к катастрофическому смыву 75-100 м<sup>3</sup>/га. Соблюдение его позволяет полностью исключить из практики такие катастрофические разрушения пахотных земель, потерю их плодородия. В своё время на необходимость исключения катастрофической антропогенной эрозии указывали А.С.Козменко, С.И.Сильвестров, Г.П.Сурмач, М.Н.Заславский, К.Л.Холупяк и другие. К сожалению, вопрос о необходимости снижения ударной стоково-эрозионной нагрузки и опасности, практически никакими обязательными требованиями и нормативами не регламентируется и не устанавливается. Севообороты не обеспечивают такой безопасности автоматически, а «слепое чередование» полей под разными культурами приводит к тому, что повсеместно стоково-эрозионная нагрузка на полях, расположенных на средних и нижних склонах, как правило, превышает предельно допустимые величины в средние и многоводные по стоку годы.

#### **Суммарные непродуктивные потери влаги на незащищённых полях**

Общий интегральный среднесезонный гидрологический эффект лесомелиорированных полей складывается из суммы сезонных эффектов, с учётом потенциального синергетического эффекта. По нашим многолетним исследованиям и по обобщённым литературным источникам [4-6, 10], в чернозёмной степи Самарского Заволжья, в условиях высокой испаряемости (700-800 мм/год) и среднегодовой нормы атмосферных осадков (450 мм) оптимизация их продуктивного использования достигается при целенаправленном сохранении и дополнительных мерах по задержанию всех (потенциально возможных) атмосферных осадков на месте их выпадения, по сокращению поверхностного стока и всех видов физического испарения воды.

С незащищённого (без лесных полос) вспаханного с осени поля (с зяблевой вспашкой) потери влаги складываются: на ветро-метельную сублимацию снега 40-60 мм на снос-перенос снега (его 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 яровых сельхозкультур – 55-65 мм, на эпизодический ливневый сток – 10-15 мм, на испарение дождевой влаги с поверхности растений и поверхности почвы 30 – 40 мм, с оголённой вспаханной почвы за период после уборки урожая и до устойчивого снежного покрова – 60 – 75 мм. Таким образом, пашня в течение почти 5 ме-

сяцев или около 140-150 суток (в апреле-мая и в сентябре - до конца ноября) находится в оголённом от растительного покрова и разрыхлённом состоянии с низким альбедо (низкой отражающей способностью). Почва при этом сильно нагревается и усиленно теряет влагу из почвенного корнеобитаемого горизонта, что нерационально и расточительно. Общие суммарные непродуктивные потери в таком агроценозе за холодный период года (декабрь-март включительно) составляют 65 – 115 мм, в среднем 75 – 90 мм (15-19%). За тёплый период потери достигают 185 – 240 мм или более 41 – 45% годовой нормы осадков. Общие годовые непродуктивные потери осадков достигают 250-280 мм или более 55 – 60% [23-27].

На продуктивный транспирационный расход, связанный с производством биопродукции (и урожая), остаётся 160 - 200 мм, что при норме расхода 10 мм на получение 1 ц зерна, позволяет получить средний урожай яровых зерновых культур около 16 – 20 ц/га, а в засушливые и сухие годы – много ниже – 6 – 10 ц/га. Используя лесомелиоративные агробиоценозы и лесоаграрные ландшафты и современные новейшие достижения науки, техники и технологии, главное – целенаправленную заботу о воде, можно реально уменьшить непродуктивные потери на 50 – 60% от их суммарной величины (250 – 280 мм), что даст реальный резервный ресурс продуктивной порядка 125 – 170 мм влаги. Это позволит пустить их на формирование дополнительной прибавки урожая (в зерновом эквиваленте) в 12-17 ц/га к среднегодовой его величине, доведя его до 25-30 ц/га и более, а в острозасушливые годы – до 15-20 ц/га [24-27].

Докучаевский ландшафтный принцип, воплощённый в ландшафтно- и экологически-сбалансированные (оптимизированные) и правильно размещённые на самоорганизованном равнинно-эрозионном рельефе в виде катенно-бассейновых межхозяйственных лесоаграрных ландшафтов (бассейновых агроэкополисов), ещё не заработал в полную силу, на что он способен. Но перед ним большое будущее в деле повышения и стабилизации сельского хозяйства, в улучшении условий труда и жизни сельских жителей в огромном степном поясе Евразии.

#### **Новые гидрологические и другие эффекты лесомелиорированных агроландшафтов**

Выявлены три абсолютно новых гидрологических эффекта:

а) Проведено теоретическое обоснование природного процесса изотопного фракционирования снега при ветрах и метелях (изменение изотопного состава снега). Зимняя ветро-метельная сублимация и снос-перенос снега с не-

защищённых полей сопровождается изотопным фракционированием молекул воды, а именно, потерей, в первую очередь, молекул лёгкой, протиевой воды, в состав которых входят лёгкие изотопы водорода (протий) и кислорода. Снег и талая вода обогащается тяжёлой дейтериевой водой, вредной для всего живого. Это нежелательный процесс [21].

б) Лесомелиорированные поля, сохраняя снег от сноса-переноса с ветро-метельной сублимации, сохраняют лёгкую, протиевую (полезную) воду, которая ускоряет и активизирует ростовые процессы сельхозкультур, благоприятствует получению хорошего и качественного урожая (биопродукции), накапливается в продуктах питания, что положительно отражается на здоровье людей. На математических моделях и по имеющимся опубликованным данным, проведены прогнозные расчёты сохранения лёгкой воды в биологизированных (лесомелиорированных) агроландшафтах [24, 26]. В лесомелиорированных агроэколандшафтах происходит оздоровление гидроресурсов и среды обитания людей.

в) Выявлен «высотный («рельефоповышающий, гидрометеорологический») эффект» широких водораздельных лесных полос в сочетании с систем узких полейзащитных и стокорегулирующих лесных полос [26]. Его суть заключается в том, что естественный лес или широкая лесная полоса, произрастающие на водоразделе, как бы повышает его абсолютную, топографическую высоту местности на суммарную величину, равную высоте деревьев + высоту зоны турбулентных завихрений над вершинами деревьев (эта зона возникает при ударе полифазного ветрового потока (воздух + снег, дождь) о стену (опушку) леса или лесной полосы. По предварительным расчётам, каждые 10 м высоты насаждения повышают годовую сумму атмосферных осадков в данной местности на 12-17 мм, а возможно и больше. При средней высоте водораздельного лесного насаждения 18-20 м и высоты турбулентного завихрения 8 – 12 м годовая сумма атмосферных осадков может устойчиво увеличиться на 22 – 35 мм и больше.

г) На любом рельефе, в том числе, и сравнительно равнинном (не только пересечённым), лесные полосы надо размещать только контурно (с небольшим спрямлением), усиливать простейшими гидротехническими приёмами (для повышения водопоглощения и противозерозионного действия), обязательно использовать (на поле ниже по склону от лесных полос) специальный осушительно-увлажнительный дренаж, осуществлять периодически глубокое мелиоративное рыхление подпочв с зонами уплотнения.

д) В Докучаевском лесогидромелиорированном катенно-бассейновом агроэколандшафте

все процессы и эффекты взаимодействуя создают повышенный синергетический ресурсоповышающий эффект – эффект существенно выше, чем каждый отдельно взятый [1, 16-17, 22, 25-27].

## ВЫВОДЫ И ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ

Из приведённых результатов многолетних исследований, наглядно видны большие потенциальные возможности Докучаевского геоландшафтного принципа управления и ресурсного преобразования степного засушливого агроландшафта в природоподобный лесогидромелиорированный агроландшафт лесостепного типа с высокой степенью биологизации за счёт лесофитомелиорации и привлечения дополнительных водных ресурсов, ранее непродуктивно терявшихся. В степной зоне с годовой суммой атмосферных осадков 400 - 450 мм эти суммарные потери достигают 220 – 280 мм, или более 55 – 60%. Докучаевский поликластерный ландшафтно-географический принцип позволяет существенно повысить эффективность продуктивного использования местных и привлечённых водных, биоэкологических, пищевых и других геозоресурсов для улучшения, преобразования и стабилизации среды обитания агроценозов и агроландшафтов, повышения их урожайности и общей биопродуктивности, экологизации и комплексной безопасности ведения аграрного природопользования, прежде всего, за счёт резкого и большого сокращения непродуктивных потерь влаги и почвенного плодородия. Комплекс Докучаевских защитно-мелиоративных агроландшафтных кластеров (агролесомелиорация, влагосберегающие защитно-мелиоративные и мульчирующие приёмы, фитомелиорация, адаптивно-ландшафтное земледелие и растениеводство, противозерозионные технологии, вспомогательное орошение на местном остаточном стоке и другие природоподобные технологии, приёмы и новые эффекты) позволит сохранить, привлечь к биопродуктивному использованию в этом биоэкологизированном агроценозе или в катенно-бассейновом агроэколандшафте не менее 50 – 65 % ранее непродуктивно потерявшейся влаги, или 120 - 180 мм и более; при установленном среднем индексе затрат 10 мм почвенной влаги на получение 1 ц зерна, этой влаги хватит на увеличение среднемноголетнего урожая зерновых в зоне порядка 12 – 18 ц/га (в Самарской области средняя урожайность зерновых культур за период 2000 – 2017 годы – 16,2 ц/га, за период 1950 – 2017 годы – 12,7ц/га. Перед сельскохозяйственной наукой стоит первоочередная задача – найти и разработать агротехнологии наиболее продуктивного использования этих 120 – 180 мм сбережённой влаги и поднять среднюю урожайность до 28 – 34 ц/га



и выше (используя комплексный синергетический эколого-ландшафтный эффект). Исходные цифры повышения урожайности сельхозкультур будут существенно повышены созданием и использованием новых перспективных сортов селекционерами и генетиками, изменением структуры посевных площадей, расширением удельного веса озимых и многолетних видов.

Докучаевский ландшафтный принцип ещё не заработал в полную силу, на что он способен. Но перед ним большое будущее в деле повышения и стабилизации нашего сельского хозяйства в огромном степном поясе России. Это обогащение видового разнообразия ландшафтов степного пояса, повышение и стабилизация их гидрологических ресурсов, создание комфортных и повышенных дизайно-эстетических условий труда, жизни и отдыха сельских жителей, повышение туристической привлекательности сельской местности. Работу над его конкретной проработкой в виде приоритетной целевой национальной программы «Возрождение Самарских Докучаевских агроэколандшафтов» необходимо предусмотреть на ближайшие годы с участием многих научных учреждений, министерств и ведомств, производственного потенциала области.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Арманд А.Д. Самоорганизация и саморегулирование географических систем / А.Д. Арманд. – М.: Наука, 1988. – 284 с.
- Барабанов А.Т. Поверхностный сток и инфильтрация в почву талых вод на пашне в лесостепной и степной зонах восточно-европейской равнины / А.Т.Барабанов, С.В.Долгов, Н.И.Коронкевич [и др.] // Почвоведение, 2018, №1, с.62-69.
- Басов Г.Ф. Гидрологическая роль лесных полос. – М.: Гослесбумиздат. 1963.-199с.
- Бялый А.М. Водный режим в севообороте на чернозёмных почвах Юго-Востока. Гидрометеоздат. Л., 1971. 232 с.
- Виноградов Б.В. Основы ландшафтной экологии / Б.В.Виноградов. – М.: Геос, 1998. – 418 с. Докучаев В.В. Наши степи прежде и теперь (1892). М.-Л., ОГИЗ - Сельхозгиз, 1936, 118 с
- Дюнин А.К. В царстве снега – Новосибирск: Наука, Сибирское отд., 1983, 161 с.
- Выступление президента Российской Федерации В.В.Путина на 70-ой сессии Генеральной Ассамблеи ООН 28 сентября 2015 года. URL: <https://regnum.ru/news/1980377.html> (дата обращения 14.06.2018).
- Зыков И.Г. Совершенствование противоэрозионных агролесомелиоративных систем на водосборах и критерии их оценки. Методические рекомендации. // И.Г.Зыков, В.И.Панов. М., Типография ВАСХНИЛ, 1989. – 72 с.
- Климатический центр Росгидромета. Доклад о климатической ситуации на территории Российской Федерации. Санкт-Петербург 78 с.
- Кузник И.А. Агролесомелиоративные мероприятия, весенний сток и эрозия. Л., Гидрометеоздат, 1962. 220 с.
- Кулик К.Н. Катастрофические засухи в степной Европейской части России, их дендро-хронологическая индикация и связь с цикличностью солнечной активности / К.Н.Кулик, А.Т.Барабанов, В.И.Панов // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2016. Т. 18, № 2(2), С. 438-443.
- Заславский М.Н. Эрозиоведение / М.Н.Заславский. – М.: Высшая школа, 1983. – 320 с.
- Козменко А.С. Основы противоэрозионных мелиораций / А.С.Козменко. – М.: Государственное издательство сельскохозяйственной литературы, 1954. 424 с.
- Кочетов И.С. Агролесомелиоративное адаптивно-ландшафтное обустройство водосборов / И.С. Кочетов, А.Т. Барабанов, Е.А. Гаршенёв, В.И. Панов [и др.]. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 1999. – 84 с.
- Курдюмов С.П. У истоков синергетического видения мира / С.П.Курдюмов, Е.Н.Князева // Самоорганизация и наука: опыт философского осмысления. – М.: ИФ РАН, 1994. – 162 – 186.
- Моисеев Н.Н. Расставание с простотой / Н.Н. Моисеев. – М.: Аграф. – 472 с.
- Львович М.И. Человек и воды. М., Государств. изд-во геогр. лит-ры, 1963, 568 с
- Маккавеев Н.И. Русло реки и эрозия в её бассейне / Н.И.Маккавеев. – М.: Изд-во АН СССР, 1955. – 346 с.
- Панов В.И. Метельная сублимация снега. // Сб. науч. тр., вып. 1 [96], Методы исследования водной эрозии в противоэрозионной лесомелиорации. Волгоград, 1989, ВНИАЛМИ, С.162 – 173.
- Панов В.И. Биогенно-ландшафтное управление снижением содержания дейтерия в поверхностных водах и биосистемах в семиаридно-аридном субрегионе (теоретический аспект) // Материалы международной научно-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.
- Панов В.И. Синергетическое эрозиоландшафтоведение (теория и практика самоорганизации гидрологических и эрозионных процессов, рельефа и ландшафтов.) // Матер. научно-практ. конф. Волгоград, 17-19 октября 2011 г., Волгоград, ВНИАЛМИ, 2011,- С.231-240.
- Панов В.И. Кластерно-синергетическое влагоберегающее агроприродопользование с лесофитомелиорацией // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. Агрономия и лесное хозяйство, 2012, № 2 (23), с. 67 – 73.
- Панов В.И. Потери атмосферных осадков с незащищённых полей в степном засушливом субрегионе, их существенное снижение и стабилизация гидроресурсного потенциала земледелия созданием лесомелиорированных (лесоаграрных) бассейновых агроэколандшафтов. // Изд-во Самарского научного. центра РАН, том 18, № 2(2), 2016, с.472-478.
- Панов В.И. Преобразование гидрологического режима территории агролесомелиоративными комплексами // Вестник сельскохозяйственной науки. 1979.№12. С.133 – 14
- Панов В.И. Агролесомелиоративное (ландшаф-

- тно-кластерное) управление гидрологическим режимом территорий, агроэкосистемами бассейновых ландшафтов и оздоровлением среды обитания человека в степном засушливом субрегионе / В.И.Панов // Известия Самарского научного центра Российской академии наук, том 19, №2(3), 2017. – С.496 – 506.
27. Панов В.И., Скитяев А.А. Ландшафтная кластерно-синергетическая методология противоэрозионного и влагосберегающего аграрного природопользования в степях России (гидролого-эрозионный аспект) / В.И.Панов, А.А.Скитяев // Таврический вестник аграрной науки, 2017. – №2 (10). – С.145 – 160.
28. Сурмач Г.П. Водная эрозия и борьба с ней / Г.П.Сурмач. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1976. – 254 с.

**THE LANDSCAPE-GEOGRAPHICAL METODOLOGY  
(GEOGRAPHICAL PRINCIPLE OF V.V.DOKUCHAEV) OF RESOURCE MANAGEMENT  
AND TRANSFORMATION OF THE STEPPE UNPROTECTED AGRICULTURAL LANDSCAPE  
INTO AN IMPROVED NATURE-LIKE ANTI-EROSION AGRICULTURAL LANDSCAPE  
OF FOREST-STEPPE TYPE**

© 2018 V.I. Panov

Federal Scientific Centre of agroecology RAS-  
Branch Volga Agroforest Melioration Test Station, Samara

The work is devoted to the improvement and learning that resemble natural ones Dokuchaev landscape-geographical methodology (principle) and methods of resource transformation of steppe technogenic unprotected from different polyphaser flow systems (aero,- hydro,- lito-) of agrocenoses and agrolandscapes in the arid steppe zone of Russia in specially equipped and orderly that resemble natural ones agroforestry fields and irresolutely forest-steppe type. Optimally, such a forest-hydro-reclaimed fields and Catena-basin agricultural landscapes biological potential have a synergetic effect of conversion of natural resource potentials (potoco-dinamic, hydrologic, hydro-meteorological, soil erosion control, agroecological and other) to unprotected to this field or the agricultural landscape. They heavily damped speed and the flow of aero,-hydro-and litopoulou, reduced local and landscape (surface) entropy, increases the uptake, conversion and preservation in agreements are received and all forms of matter energy, information, natural origin, and attracted by human (anthropogenic origin), as well as attracted systems in the form of living matter and its derivatives, are increasing in the agroecolandscape. In the steppe arid zone unprotected fiels and agricultural landscapes (open to winds, snowstorms, dry winds, snowstorms, water and mudflows), loosened by plowing and other treatments, devoid of mulching and protecting the effect of vegetation cover, for the year on unproductive losses up to 55-60% of the annual amount of precipitation (on wind blizzard sublimation, and wind snow demolition surface runoff, physical evaporation and deep infiltration). The forest melioration of agrolandscapes (high biological land) anti-erosion landscape-clusterd synergetic agrarian nature management is able to further involve loss of productive use (in bioproductional annual turnover for the production of grain and other agricultural products) 120-180 mm previously useless lose scarce here moisture (to the base 170-220 mm), that will increase the average yield here of agricultural products (in grain), in the future, on] 1,1 and 1,8 t/ga. Opened a new geophysics, anti-erosion, hydro-meteorological and bio-landscape effects.

**Keywords:** landscape-geographical (Dokuchaev) principle of agricultural nature management, water balance, atmospheric precipitation, infiltration, surface runoff, sublimation of snow, erosion, slope, catena, drainage basin.