

АТМОСФЕРНОЕ УВЛАЖНЕНИЕ КАК ФАКТОР НЕЙТРАЛЬНОГО БАЛАНСА
ДЕГРАДАЦИИ ЗЕМЕЛЬ ЛЕСОСТЕПНЫХ ЛАНДШАФТОВ¹

© 2020 г. Т.М. Кудерина, С.Б. Сулова, В.Н. Лунин, А.В. Кудиков

Институт географии РАН

Россия, 119017, г. Москва, Старомонетный пер., д. 29. E-mail: kuderina@igras.ru

Поступила в редакцию 20.05.2019. После доработки 27.06.2019. Принята к публикации 02.07.2109.

Анализ данных метеонаблюдений в районе расположения Курской биосферной станции Института географии РАН за последние 40 лет показал устойчивый рост температуры, на фоне которого наблюдается усиление дефицита атмосферных осадков. При этом выпадение осадков характеризуется высокой нестабильностью и контрастностью распределения по годам, увеличением количества и продолжительности засушливых периодов. Для лесостепных ландшафтов атмосферные осадки, в особенности снегозапасы, являются важным источником увлажнения, от которого зависит их функционирование. Показано, что в разных типах ландшафта разница в снегонакоплении, играющем определяющую роль в формировании влагозапасов, может достигать 2-4 раз. В агроландшафтах наблюдается недобор влаги, что способствует более глубокому промерзанию почв, ухудшению их водопроницаемости, развитию поверхностного стока талых вод с полей, приводящих к деградации ландшафтов. Концепция Нейтрального баланса деградации земель, главной задачей которой является сохранение устойчивого землепользования в глобальном масштабе, нацелена на получение объективных показателей состояния ландшафтов и оценки доли земель, подверженных деградации. Атмосферное увлажнение в лесостепных ландшафтах является значимым фактором, определяющим их функционирование, и может использоваться в качестве локального индикатора концепции.

Ключевые слова: атмосферное увлажнение, осадки, снегонакопление, запасы влаги, лесостепные ландшафты, нейтральный баланс деградации земель, индикатор.

DOI: 10.24411/1993-3916-2020-10099

Разрабатываемая в настоящее время концепция Нейтрального баланса деградации земель (НБДЗ) направлена на получение достоверной информации о динамике ландшафтов на основе конкретных показателей. Конвенция ООН по борьбе с опустыниванием (КБО ООН) предложила для выполнения этой задачи три основных глобальных индикатора: 1) изменения в наземном покрове, 2) динамика продуктивности земель, 3) динамика запасов органического углерода в почвах (UNCCD, 2016; Куст и др., 2019).

Однако, как показали результаты валидации рекомендованных базовых индикаторов для территории РФ (Лобковский и др., 2019), они не всегда отражают направленность природных процессов и учитывают далеко не все факторы, их определяющие. Особенно эта проблема проявляется при оценках, проводимых на локальном уровне, при сравнении показателей для регионов, находящихся в разных природных условиях. Вместе с тем методика оценки НБДЗ (UNCCD, 2017) допускает и приветствует использование дополнительных национальных и местных индикаторов.

В данной работе мы поставили цель показать, что для лесостепных регионов Европейской территории России (ЕТР), характеризующихся относительно малым речным стоком и глубоким

¹ Работа подготовлена при поддержке РНФ (№ 18-17-00178) «Развитие фундаментальной концепции нейтрального баланса деградации земель для оценки эффективности мероприятий по устойчивому землепользованию и адаптации к изменениям климата», сбор метеоданных проводился в рамках Государственного задания ИГ РАН (№ 0127-2019-0010) «Разработка научных основ устойчивого управления природно-антропогенными системами на основе моделей сбалансированного землепользования».

залеганием грунтовых вод, значимым фактором, обуславливающим функционирование ландшафтов, является атмосферное увлажнение. Запасы снега, количество и интенсивность дождей определяют устойчивое развитие этих засушливых ландшафтов и, следовательно, могут рассматриваться как индикаторы НБДЗ.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

1) анализ годовых значений суммы выпавших осадков и температуры для лесостепных ландшафтов ЕТР по данным метеонаблюдений (ГМС Курск–34009, координаты: 51.77° с.ш., 36.17° в.д., высота – 247 м н.у.м. БС) за последние 40 лет;

2) изучение снежного покрова и особенностей зимнего влагонакопления на основе полевых исследований, проведенных на модельной территории Курской биосферной станции (КБС) Института географии РАН.

Объекты и методы исследования

Выбор фоновых территорий и получение характеристик состояния компонентов ландшафтов в качестве реперных показателей важен для определения степени их трансформации. Для достижения целей НБДЗ вопрос установления «базовой линии», относительно которой следует рассматривать процессы деградации/восстановления ландшафтов, тоже весьма актуален и пока не имеет однозначного решения (Куст и др., 2019). Проведенные ранее исследования показали, что природные ландшафты КБС, расположенной в 15 км к югу от г. Курска, могут рассматриваться в качестве фоновых, не испытывающих непосредственного антропогенного воздействия (Кудерина и др., 2017). Очевидно, при выборе мероприятий и механизмов для достижения целей НБДЗ они также могут использоваться в качестве «точки отсчета». Заметим, что на сегодняшний день распаханно более 80% всей территории Курской области, а природные фоновые ландшафты занимают всего 0.2% (Доклад ..., 2016).

Природные условия КБС типичны для лесостепной провинции юго-запада Среднерусской возвышенности, характеризуются: плакорным полого-волнистым рельефом (188-251 м н.у.м. БС), изрезанным овражно-балочной сетью с разной величиной уклонов; степной растительностью с фрагментами широколиственных лесов; распространением серых лесных почв и черноземов, сформированных на покровных суглинках. Речной сток отсутствует: ближайший крупный водоток – река Сейм – находится в 20 км севернее; грунтовые воды залегают на глубине более 10 м от поверхности, то есть источником увлажнения почв являются исключительно атмосферные осадки.

Климат умеренно-континентальный с солнечным продолжительным летом и относительно холодной зимой (Климатический ..., 1967). Среднегодовое количество осадков варьирует в диапазоне 532-640 мм, среднегодовая температура воздуха составляет +5.6°C. Увлажнение достаточное, но неустойчивое, с преобладанием летних осадков над зимними. Высота снежного покрова за зимний период достигает 25-30 см, запасы воды в снеге – 60-70 мм. В теплый период среднее количество осадков составляет 375-400 мм, с летними ливнями, при этом влагообеспеченность в теплый период понижается (Доклад ..., 2016). В последние годы в период проведения посевных работ часто устанавливается аномально теплая сухая погода, что приводит к иссушению верхнего слоя почвы и снижению урожайности сельхозкультур.

Полевые исследования проводились на КБС в зимние периоды. Снегомерную съемку территории осуществляли в разных ландшафтах с учетом положения в рельефе. Были исследованы следующие элементарные ландшафты: автономные степные на плакорах, автономные и подчиненные ландшафты широколиственных лесов и прилегающие к территории КБС агроландшафты. В выделенных ландшафтах с помощью снегомера весового ВС-43 выполнены измерения мощности снежной толщи, расчеты плотности снега и запаса воды в снежном покрове.

Результаты и обсуждение

Для лесостепных ландшафтов Курской области, где сельскохозяйственный сектор экономики занимает ведущее значение, климатический фактор является одним из наиболее значимых. Анализ метеоданных за последние годы показал, что современная климатическая динамика в этом регионе характеризуется устойчивым ростом температуры (рис. 1).

По данным метеостанции г. Курска за период с 1978 по 1998 гг., среднегодовая температура воздуха в районе исследования составляла +5.8°C, среднегодовое количество осадков – 659 мм.

Согласно данным метеорологических наблюдений за период с 1998 по 2018 гг. среднегодовая температура воздуха составила $+7.3^{\circ}\text{C}$, а среднегодовое количество осадков – 640 мм. Сравнение средних климатических показателей за исследуемые 20-летние периоды свидетельствует об увеличении температуры воздуха на 1.5°C и уменьшении годового количества осадков на 19 мм. Показанный на рисунке 1 тренд изменения температуры за 1978-2018 гг. наглядно демонстрирует ее рост, в то время как для осадков четкой тенденции изменения не прослеживается. В последний период (1998-2018 гг.) наблюдаются наибольшие отклонения количества осадков от климатической нормы (532-640 мм): в 2011 и 2014 гг. выпало 496 и 458 мм осадков, соответственно; в 2016 г. – 965 мм. Стоит отметить, что этот период отличается большой нестабильностью внутригодового режима осадков с максимальным дефицитом их в летний сезон. Продолжительное отсутствие атмосферного увлажнения на фоне высоких температур воздуха приводят к установлению засушливых погодных условий, количество и длительность которых в последнее время в Курской области заметно возросли (Lebedeva et al., 2016).

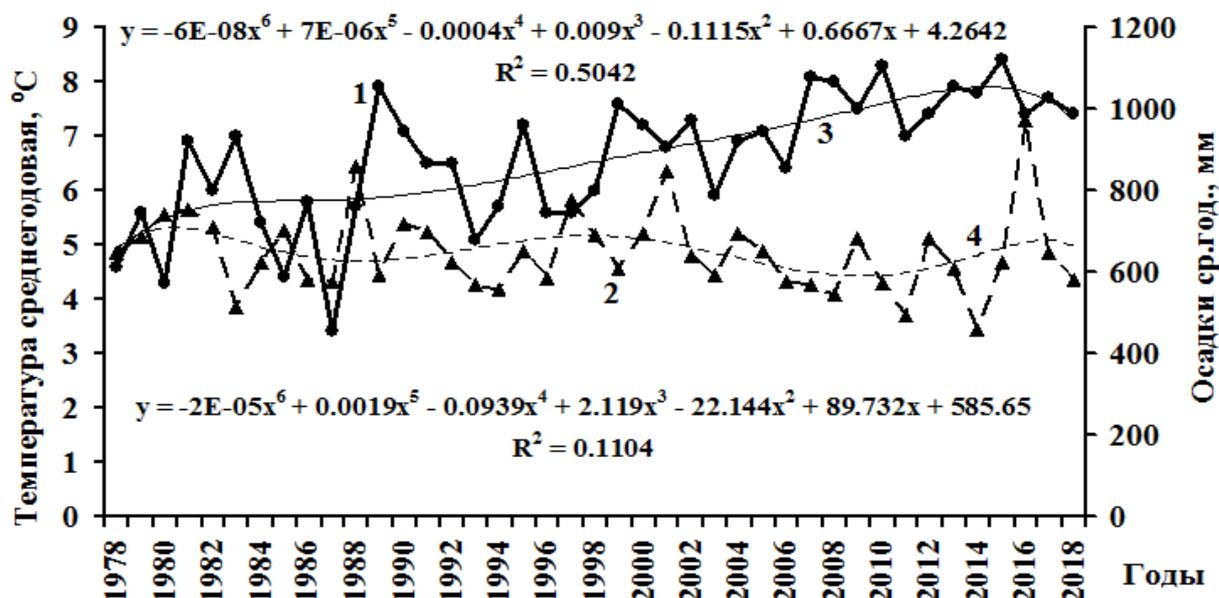


Рис. 1. График метеонаблюдений по данным ГМС Курск-34009 (Архив ..., 2019). Условные обозначения: 1 – среднегодовая температура воздуха, 2 – среднегодовое количество осадков, полиномиальные тренды температуры – 3 и осадков – 4 с их формулами и коэффициентами детерминации.

Наблюдения последних лет свидетельствуют также о значительных изменениях климатических условий зимнего периода, проявляющихся в увеличении количества снегопадов, с одной стороны, и числа оттепелей, с другой. В регионе отмечается увеличение безморозного периода в воздухе и на почве (Смирнова и др., 2016).

Несмотря на преобладание в Курской области летних осадков над зимними, основную влагозарядку лесостепные ландшафты получают за осенне-зимне-весенний период. Снегозапасы являются важной составной частью атмосферного увлажнения ландшафтов, от которого зависит их функционирование: зимнее влагонакопление во многом обуславливает режим влажности почв и определяет продуктивность ландшафтов лесостепи. В связи с этим становится очевидной значимость снежного покрова и его характеристик как фактора атмосферного увлажнения, который, несомненно, можно рассматривать в качестве регионального индикатора для достижения целей НБДЗ.

По данным Росгидромета (ГМС Курск-34009) количество осадков за зимний период с устойчивым снежным покровом (декабрь 2018 г. – март 2019 г.) составило 226 мм. Согласно нашим исследованиям, высота снежного покрова в лесных и степных ландшафтах КБС достигала 40 см. При этом в автономных и подчиненных лесных ландшафтах существенной разницы по мощности снегонакопления не наблюдалось. В агроландшафтах высота снежного покрова на плакорах и в

понижениях составляла в среднем 27 и 35 см соответственно. По данным измерений мощности и плотности снега проведены расчёты запаса влаги в снежном покрове автономных и аккумулятивных ландшафтов территории исследования (табл. 1).

Из таблицы видно, что снежный покров автономных позиций агроландшафтов характеризуется наименьшей мощностью, при этом плотность снега оказалась практически одинаковой во всех типах ландшафтов за исключением лесных аккумулятивных. Очевидно, первый факт обусловлен ветровым переносом и отсутствием растительного покрова на пашнях; второй – меньшей интенсивностью проявления оттепелей в лесных оврагах и балках. Запасы воды в снежном покрове агроландшафтов оказались ниже, чем в природных ландшафтах и, следовательно, пахотные почвы получили меньшее количество влаги. Данный результат важен с точки зрения НБДЗ, т.к. свидетельствует о трансформации природного процесса увлажнения ландшафтов, определяющего их состояние и развитие.

Таблица 1. Морфометрические характеристики снежного покрова.

Характеристики	Лесные природные ландшафты		Степные природные ландшафты	Агроландшафты	
	Автономный	Аккумулятивный	Автономный	Автономный	Аккумулятивный
Средняя мощность, см	38.9	40.9	37.8	26.6	35.1
Средняя плотность, г/см ³	0.28	0.24	0.29	0.30	0.28
Среднее значение запаса воды в снежном покрове, мм	109	99	111	80	98

Многолетние исследования снежного покрова на территории КБС показывают, что разница в снегонакоплении в разных типах ландшафта может достигать 2-4 раз (рис. 2).

С другой стороны, относительно малое накопление снега на полях способствует более глубокому промерзанию и медленному оттаиванию почв. В силу этого, а также из-за нарушения структуры и водопроницаемости пахотного слоя почв при их систематической обработке, впитывание талых вод на пашнях осуществляется хуже, чем в природных ландшафтах. Это может провоцировать образование поверхностного стока, и даже смыв почвенной массы, т.е. способствовать развитию эрозии почв и их деградации.

В целом влагозапасы снега в 2018-2019 гг. превышали среднегодовые показатели, хотя по данным многолетних наблюдений с 90-х годов прошлого столетия в Курской области отмечается снижение запаса снеговой воды из-за малоснежных зим (Лукашова и др., 2012, 2018). Максимальный дефицит зимних осадков наблюдался в 2007, 2008 и 2014 гг. (рис. 2) на фоне высоких аномалий температур в феврале и марте. Исследования, проводимые на территории КБС в последние годы, свидетельствуют об усилении контрастности зим по показателю запаса влаги в снежном покрове (Лукашова, Лунин, 2017).

Таким образом, анализ особенностей снегонакопления показывает их значимость при рассмотрении фактора атмосферного увлажнения. На фоне устойчивого роста температуры воздуха, нестабильность и контрастность зимнего увлажнения, а также отмечаемый дефицит летнего атмосферного увлажнения, являются существенным лимитирующим фактором, определяющим функционирование лесостепных ландшафтов, в частности изменение свойств и деградацию почв. Так, исследования последних лет показали (Базыкина, 2012; Ciric et al., 2017), что черноземы более чувствительны к климатическим параметрам (температуре воздуха и количеству выпадающих осадков) чем почвы, имеющие повышенное увлажнение (Fluvisols, Gleysols и Vertisols). Изучение водного режима типичных черноземов, проводимое в Центральном-черноземном государственном природном биосферном заповеднике им. В.В. Алехина, показало, что наблюдающиеся изменения климата в наибольшей степени сказываются на свойствах и диагностических признаках черноземов природных ландшафтов, чем агроландшафтов. Для черноземов агроландшафтов отмечается наличие

зависимости влагообеспеченности приповерхностного слоя от типа возделывания сельскохозяйственных культур (Смирнова и др., 2016; Bazykina, Ovechkin, 2016).

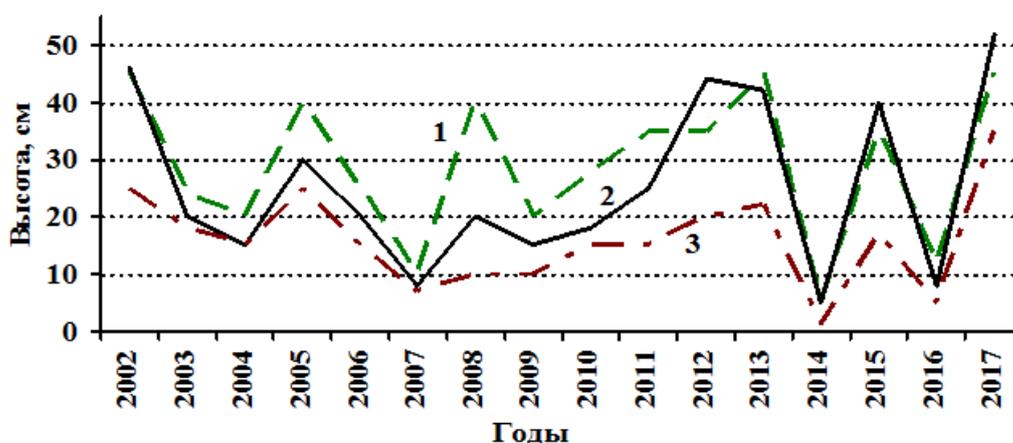


Рис. 2. Динамика мощности снежного покрова в разных типах ландшафта. Условные обозначения: 1 – лесные ландшафты, 2 – степные ландшафты, 3 – агроландшафты (Лукашова, Лунин, 2017).

Другой аспект, касающийся развития эрозии почв в зависимости от количества выпавших осадков в период 1989 по 2007 годы, был изучен немецкими исследователями (Routschek et al., 2014). Установив тренд климатических изменений, они разработали прогнозные модели до 2100 года, отражающие темпы деградации почв, связанные с эрозионными процессами.

Заключение

Современные изменения климата влияют на чувствительные к переменам геосистемы переходных природных зон, ярким примером которых являются лесостепные ландшафты ЕТР. Анализ метеоданных ГМС Курск-34009 свидетельствует об устойчивом росте температуры, на фоне которого наблюдается увеличение дефицита атмосферных осадков, количества и продолжительности засушливых периодов. При этом выпадение осадков характеризуется высокой нестабильностью и контрастностью распределения по годам. Особенно ярко это проявляется в летние и зимние периоды.

Зимние полевые исследования показали, что в природных сопряженных ландшафтах снежный покров незначительно дифференцирован по высоте, в то время как для незадернованных открытых агроландшафтов отмечена существенная разница в снегонакоплении. Исследования, проводимые на территории КБС, указывают, что в последние годы наблюдается увеличение контрастности зим по показателю запаса влаги в снежном покрове. Для лесостепных ландшафтов Курской области, где агроландшафты занимают более 80% территории, проведение снежной мелиорации является важной задачей, одним из условий успешной практики землепользования.

В настоящее время разработка и адаптация концепции Нейтрального баланса деградации земель являются важными стратегическими задачами национального уровня. Достижение целей НБДЗ хорошо согласуются с идеей устойчивого функционирования ландшафта, заключающейся в поддержании и сохранении его природных свойств и состояния в течение времени. Именно поэтому факторы, определяющие функционирование ландшафтов, могут рассматриваться в концепции НБДЗ в качестве дополнительных региональных индикаторов. Атмосферное увлажнение в лесостепных ландшафтах является одним из таких активных лимитирующих факторов, в связи с чем представляется важным ввести в методику оценки НБДЗ индикаторы, учитывающие его влияние.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Архив метеонаблюдений. 2019 [Электронный ресурс <http://www.pogodaiklimat.ru/ysummary/34009.htm> (дата обращения 09.03.2019).]
 Базыкина Г.С. 2012. Гидрологическая деградация автоморфных почв в агроландшафтах // Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева. № 70. С. 43-55.
 Доклад о состоянии и использовании земель в Курской области за 2015 год. 2016. Курск. 96 с.

- Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2015 год. 2016. М. 67 с.
- Климатический атлас Курской области. 1967. Ленинград: Гирометеорогическое издательство. 40 с.
- Кудерина Т.М., Суслова С.Б., Замотаев И.В., Кайданова О.В., Шилькрот Г.С., Лунин В.Н. 2017. Атмогеохимическое состояние лесостепных ландшафтов Курской биосферной станции ИГ РАН // Ландшафтоведение: теория, методы, ландшафтно-экологическое обеспечение природопользования и устойчивого развития. Материалы XII Международной ландшафтной конференции, Тюмень – Тобольск, 22-25 августа 2017 г. Издательство ТГУ. Т. 1. С. 295-297.
- Куст Г.С., Андреева О.В., Лобковский В.А., Мандыч А.Ф., Бабина Ю.В. 2019. Единые требования к национальной информации о выполнении КБО ООН – залог эффективности глобальных действий по решению проблемы деградации земель // Деградация земель и опустынивание в России: новейшие подходы к анализу проблемы и поиску путей решения. М.: Перо. С. 31-52.
- Лобковский В.А., Куст Г.С., Андреева О.В., Дроздов А.В., Некрич А.С., Тельнова Н.О., Мандыч А.Ф., Грачева Р.Г., Суховеева О.Э. 2019. Система индикаторов и показателей реализации стратегических целей КБО ООН на национальном уровне // Деградация земель и опустынивание в России: новейшие подходы к анализу проблемы и поиску путей решения. М.: Перо. С. 185-199.
- Лукашова О.П., Дмитрова Е.С., Богатырева М.А. 2018. Особенности снежного покрова как природная предпосылка геохимии лесостепных ландшафтов Курской области / Ред. А.Н. Витченко. Современные проблемы ландшафтоведения и геоэкологии. Материалы VI Международной научной конференции (к 100-летию со дня рождения профессора В.А. Деметьева). С. 209-211.
- Лукашова О.П., Лунин В.Н. 2017. Снегомерные наблюдения на Курском биосферном стационаре ИГ РАН в феврале 2017 года // География: развитие науки и образования. Коллективная монография по материалам Международной научно-практической конференции, посвященной году экологии в России. С. 167-170.
- Лукашова О.П., Лунин В.Н., Пахомов Ю.А. 2012. Снежный покров как показатель изменения климата // Региональные эффекты глобальных изменений климата (причины, последствия, прогнозы). Материалы международной научной конференции, г. Воронеж, 26-27 июня, 2012 г. Воронеж: Научная книга. С. 75-78.
- Смирнова Л.Г., Кухарук Н.С., Чендев Ю.Г. 2016. Почвенный покров юга лесостепи Среднерусской возвышенности на фоне внутривековых климатических изменений // Почвоведение. № 7. С. 775-784.
- Vazykina G.S., Ovechkin S.V. 2016. The influence of climate cycles on the water regime and carbonate profile in chernozems of Central European Russia and adjacent territories // Eurasian Soil Science. Vol. 49. No. 4. P. 437-449.
- Ćirić V.I., Dresković N., Mihailović D.T., Mimich G., Arsenić I., Durđević V. 2017. Which is the response of soils in the Vojvodina Region (Serbia) to climate change using regional climate simulations under the SRES-A1B // Catena. No. 158. P. 171-183.
- Lebedeva M.G., Krymskaya O.V., Lupo A.R., Chendev Yu.G., Petin A.N., Solovyev A.B. 2016. Trends in Summer Season Climate for Eastern Europe and Southern Russia in the Early 21st Century // Advances in Meteorology. Article. No. 4. P. 1-10.
- Routschek A., Schmidt J., Kreienkamp F. 2014. Impact of climate change on soil erosion – A high-resolution projection on catchment scale until 2100 in Saxony // Catena. No. 121. P. 99-109.
- UNCCD. 2016. Land Degradation Neutrality: The Target Setting Programme. 20 p.
- UNCCD. 2017. Scientific Conceptual Framework for Land Degradation Neutrality. A Report of the Science-Policy Interface. Bonn, Germany. 128 p.