

УДК 631.4

ЭВОЛЮЦИЯ СВЕТЛО-КАШТАНОВЫХ ПОЧВ ПРИКАСПИЯ В СВЯЗИ С ПРОГНОЗОМ ПОТЕПЛЕНИЯ КЛИМАТА

© 2015 О.И. Худяков, О.В. Решоткин

Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, г. Пушкино

Поступила в редакцию 25.05.2015

В работе анализируется динамика климата зоны распространения светло-каштановых почв за более, чем столетний период. Рассмотрено современное потепление климата и динамика осадков по сезонам года. На основании полученных результатов делается заключение об эволюции светло-каштановых почв в связи с прогнозом потепления климата к 2050 г.

Ключевые слова: *эволюция почв, климат почв, климатическая норма*

Эволюция почв является одной из фундаментальных проблем почвоведения. Еще совсем недавно изучение эволюции почв представлялось проблемой чисто теоретической и привлекало внимание сравнительно немногих исследователей. В настоящее время эта проблема выдвинулась на передний край почвоведения и приобрела актуальность в связи с необходимостью прогноза эволюции почвенного покрова вследствие возможных глобальных изменений климата в ближайшие 25-50 лет в результате так называемого парникового эффекта. Сегодня перед почвоведением встала совершенно новая задача – дать прогноз будущей эволюции почв в заданных параметрах, притом для разных уровней возможных изменений почвенного покрова – глобального, регионального, а во многих случаях и локального [1, 2]. На современном этапе отмечается глобальное, континентальное и региональное потепление климата [3, 4].

Цель работы: анализ возможной эволюции светло-каштановых почв Прикаспия в связи с современной тенденцией потепления климата.

Объекты и методы исследования. Исходная климатическая информация взята из метеорологического ежемесячника [5] и веб-сайта ВНИИГ-МИ-МЦД [6]. Объектами исследования послужили светло-каштановые почвы Прикаспия, характеризующиеся данными метеостанций Волгоград, Элиста и Эльтон. В основу характеристики климата взята климатическая норма параметра климата (КН), как диапазон среднедесятилетних величин параметра климата от минимального до максимального его значения, взятого за период 1961-1990 гг., относительно которого анализируется динамика температуры воздуха и осадков в многолетнем и сезонном циклах. Кроме того КН параметров климата рассматривается как базовая характеристика условий почвообразования и изменчивости климата во

времени. По вопросам изучения эволюции почв существуют несколько методов [1], среди которых рассматривается метод оценки эволюции почв, связанный с прогнозными построениями потепления климата на текущую перспективу (климатическая эволюция).

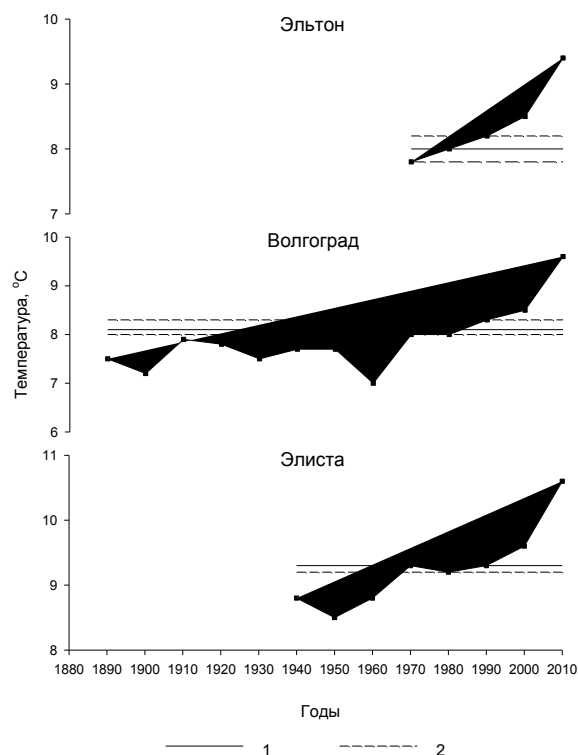


Рис. 1. Изменение среднедесятилетней температуры воздуха по метеостанциям:

1 – среднее значение параметра климатической нормы за 1961-1990 гг.; 2 – минимальные и максимальные значения параметра климатической нормы за 1961-1990 гг.

Результаты и обсуждение. Климатическая норма температуры воздуха светло-каштановых почв сухой степи Прикаспия по метеостанции Волгоград изменяется в пределах от 8,0° до 8,3°С, по метеостанции Элиста диапазон КН составляет 9,2-9,3°С, а по метеостанции Эльтон диапазон КН

Худяков Олег Иванович, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник. E-mail: oix@rambler.ru
Решоткин Олег Владимирович, кандидат биологических наук, научный сотрудник. E-mail: reshotkin@rambler.ru

температуры воздуха изменяется в пределах от $7,8^{\circ}$ до $8,2^{\circ}\text{C}$. Из этого следует, что диапазон формирования температурного параметра климата зоны распространения светло-каштановых почв характеризуется диапазоном температур от его минимального значения $7,8^{\circ}$ по метеостанции Эльтон до максимального значения $9,3^{\circ}\text{C}$ по метеостанции Элиста (рис. 1).

За более, чем столетний период наблюдения (1881–2010 гг.) по метеостанции Волгоград отмечается общий тренд повышения среднедесятилетних температур воздуха светло-каштановых почв, при котором относительное превышение среднедесятилетней температуры воздуха от минимальных ее значений до среднедесятилетней за 2001–2010 гг. составляет $2,4^{\circ}\text{C}$ по метеостанции Волгоград и $2,1^{\circ}\text{C}$ по метеостанции Элиста. По метеостанциям Волгоград и Элиста, имеющих относительно длинный ряд наблюдений, отмечается три периода климатических изменений. Период похолодания продолжается от начала наблюдения до 1970 г., когда каждая среднедесятилетняя температура воздуха за этот период была ниже значения нижнего предела диапазона КН. Период похолодания сменился повышением температуры воздуха, при котором среднедесятилетняя температура изменялась в пределах диапазона температур КН. Этот период продолжался с 1971 по 1990 гг. Формирование светло-каштановых почв в условиях диапазона соответствующего КН температуры воздуха за 1971–1990 гг. отмечается по данным метеостанций Волгоград, Элиста и Эльтон. В зоне распространения светло-каштановых почв Прикаспия с 1981 по 2010 гг. отмечается устойчивый тренд потепления, при котором каждая среднедесятилетняя температура воздуха по метеостанциям Волгоград, Элиста и Эльтон превышала верхний предел диапазона КН температуры. Особенно существенное потепление климата отмечается за 2001–2010 гг. В этот период среднедесятилетняя температура воздуха зоны распространения светло-каштановых почв превысила верхний предел диапазона КН температуры воздуха на $1,1$ – $1,3^{\circ}\text{C}$ (рис. 1).

Таким образом, для светло-каштановых почв Прикаспия КН температуры воздуха представляет собой диапазон температур от минимальных ее значений $7,8^{\circ}\text{C}$ по метеостанции Эльтон до $9,3^{\circ}\text{C}$ по метеостанции Элиста. Относительное колебание температуры КН от минимальных ее значений до максимальных зоны формирования светло-каштановых почв составляет $1,5^{\circ}\text{C}$. С другой стороны современное потепление климата светло-каштановых почв Прикаспия по метеостанциям Волгоград, Элиста и Эльтон характеризуется превышением среднедесятилетних температур воздуха, относительно верхнего предела диапазона КН, на $1,2$ – $1,3^{\circ}\text{C}$, что позволяет отнести этот период к периоду современного потепления климата зоны распространения светло-каштановых почв.

Климатическая норма осадков светло каштановых почв изменяется в пределах от 317,4 до

359,4 мм по метеостанции Элиста, от 249,3 до 302,4 мм по метеостанции Эльтон и от 395,4 до 419,8 мм по метеостанции Волгоград. Диапазон колебания осадков КН зоны распространения светло-каштановых почв от минимальных ее значений до максимальных по метеостанциям изменяется от 249,3 до 419,8 мм и составляет 170,5 мм (рис. 2).

Для светло-каштановых почв современное потепление климата в одном случае сопровождается колебанием осадков в пределах диапазона КН, а в другом – повышением осадков относительно КН. По метеостанции Элиста осадки за 2001–2010 гг. превышали КН на 65,8 мм.

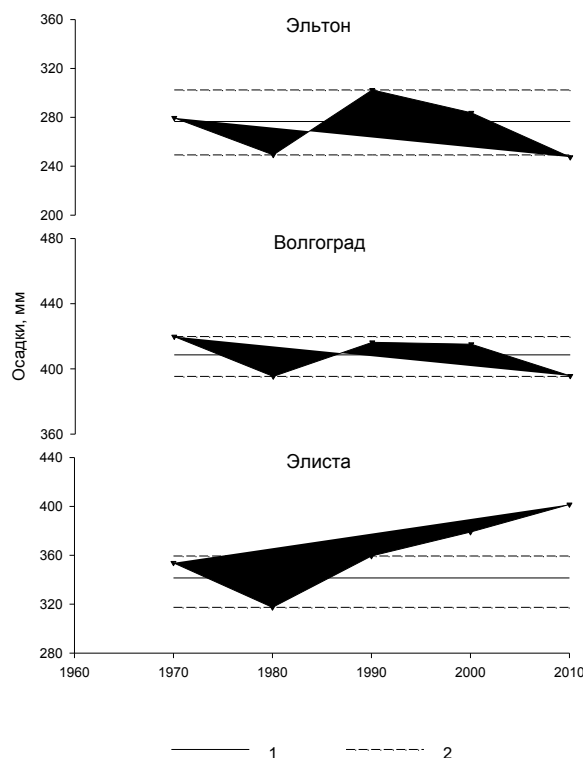


Рис. 2. Изменение среднедесятилетнего количества осадков по метеостанциям:

1 – среднее значение параметра климатической нормы за 1961–1990 гг.; 2 – минимальные и максимальные значения параметра климатической нормы за 1961–1990 гг.

Такое превышение осадков относительно КН по Демкину и др. [7] должно привести к гумидизации климата и переходу каштановых почв в темно-каштановые. Однако распределение осадков по месяцам и сезонам года носит неравномерный характер. Из 65,8 мм на зимний период приходится 7,3 мм, на весенний – 36,3, на летний – 11,2 и на осенний период – 36,9 мм. Это количество осадков, которое должно быть прибавлено к климатической норме, но учитывая КУ для сухой степи [8] количество продуктивной влаги в почве резко сокращается. Весьма характерно, что в самый теплый летний период из этой добавки осадков в июне и в июле в почве легкодоступной влаги не окажется. Это свидетельствует о том, что для почв сухой степи повышение осадков на 65,8 мм не изменит их гидрологическое состояние, в почвах

сохранится летняя засуха. Формирование летней засухи в почвах и весьма низкое содержание легкодоступной влаги в них в весенний и осенний периоды ставят под сомнение формирование дернового горизонта в почвах и повышение содержания гумуса в них при увеличении осадков на 30-50 мм. Это означает, что на современном этапе увеличение осадков на 65,8 выше КН в зоне распространения почв с хорошей термообеспеченностью не приводит к гумусонакоплению, так как осадки, превышающие КН приходится на холодный период, они малоэффективны в продукционном процессе, в формировании дернового горизонта и процессах гумусонакопления, приходящихся на теплый период года.

С другой стороны, необходимо учитывать диапазон колебания осадков климатической нормы за каждое из десятилетий, взятых за период 1961-1990 гг. Например, для метеостанции Элиста КН осадков составляет 341 мм, при этом диапазон колебания КН среднедесятилетних осадков за период 1961-1990 гг. от минимальных значений (317 мм) до максимальных десятилетних (359 мм) составляет 42 мм. Это означает, что увеличение осадков даже на 65,8 мм относительно КН за 2001-2010 гг., с учетом КУ по метеостанции Элиста, соответствует диапазону природного колебания КН осадков, в котором формируются современные светло-каштановые почвы. Из этого следует, что осадки, превышающие КН на 30-50 мм соответствуют диапазону колебания КН осадков современных светло-каштановых почв. Для вегетационного сезона эти осадки недостаточно эффективны, чтобы изменить характер процессов формирования дернового горизонта и увеличения содержания гумуса в светло-каштановых почвах.

Осенняя сезонная климатическая стадия. В сентябре КН температуры, как базовой основы термообеспеченности светло-каштановой почвы на глубине 20 см по метеостанции Элиста достигает 20,3°C, что характеризует климат как теплый. В октябре КН температуры почвы понижается до 12,2°C, что характеризует климат как умеренно холодный и в ноябре светло-каштановые почвы формируются в условиях холодного климата, при котором КН температуры почвы снижается до 5,6°C. Постепенное понижение температуры почвы в осеннюю сезонную климатическую стадию свидетельствует о том, что из трех осенних месяцев в сентябре и октябре температура почвы на глубине 20 см превышает температуру активности второго биологического минимума и лишь только в ноябре температура почвы понижается до температуры, приближающейся к верхнему значению второго биологического минимума, что резко замедляет биологическую активность. Современное потепление климата за период 2001-2010 гг. в осеннюю сезонную климатическую стадию сопровождается повышением температуры почвы, относительно КН, от 0,8°C в сентябре до 1°C в ноябре. Однако это повышение не изменяет классификационную оценку климата почв в каждом осеннем месяце.

Весьма характерно, что повышение среднедесятилетней температуры воздуха в осеннюю сезонную климатическую стадию сопровождается повышением осадков. Превышение осадков относительно КН за осенний период составило 36,9 мм. Однако учитывая КУ за этот период, количество легкодоступной влаги в почве составит всего 15 мм.

Зимняя сезонная климатическая стадия. В зимнюю сезонную климатическую стадию светло-каштановые почвы сухой степи находятся в мерзло-талом состоянии. Климатическая норма глубины сезонного промерзания находится в диапазоне от 56 см по метеостанции Элиста до 91 см по метеостанции Волгоград. Климатическая норма температура мерзлого слоя светло-каштановой почвы находится в диапазоне от 0 до -2,6°C, что характеризует климат как умеренно мерзлотный. Современное потепление климата сопровождается повышением температуры светло-каштановых почв до глубины 320 см. Весьма характерно, что при потеплении климата среднедесятилетняя температура светло-каштановых почв на глубине 20 см по метеостанции Элиста повысилась на 0,9°C, что предопределило переход почвы из мерзлого состояния в талое, а климат изменился на умеренно холодный. В светло-каштановых почвах, характеризующихся метеоданными Эльтона, современное потепление сопровождается повышением температуры мерзлой части почвы, относительно КН, на 0,6°C на глубине 40 см и на 1,2°C на глубине 20 см. Такое повышение температуры почвы не изменяет климат почвы в зимнюю сезонную климатическую стадию, который характеризуется как умеренно-мерзлотный.

Таким образом, КН температуры зимней сезонной стадии предопределяет пребывание светло-каштановых почв в мерзло-талом состоянии, климат мерзлой части которых характеризуется как умеренно мерзлотный. Пребывание верхней части светло-каштановых почв в мерзлом состоянии определяет развитие почвенных процессов по мерзлотному типу. Современное потепление климата, относительно КН, зимней климатической стадии на 1,7°C по метеостанции Эльтон, сопровождалось повышением температуры мерзлого слоя светло-каштановых почв. Для светло-каштановых почв, характеризующихся данными метеостанции Элиста, современное потепление климата на 1,6°C сопровождалось повышением температуры почвы на глубине 20 см на 1,4°C, что повысило среднедесятилетнюю температуру почвы на глубине 20 см на 0,9°C. Пребывание в талом состоянии в зимнюю климатическую стадию определило развитие процессов почвообразования светло-каштановых почв в условиях положительных температур.

Весенняя сезонная климатическая стадия. Климатическая норма температуры светло-каштановых почв на глубине 20 см изменяется от 9,5 по метеостанции Элиста до 8,7°C по метеостанции Эльтон, что характеризует климат как холодный. Современное потепление климата (2001-2010 гг.) в весеннюю сезонную климатическую стадию

сопровождается повышением температуры относительно КН по всему профилю светло-каштановой почвы.

Климатическая норма осадков в весеннюю сезонную стадию составляет от 71,3 мм по метеостанции Элиста и 63,7 мм по метеостанции Эльтон, но, если еще учитывать коэффициент увлажнения светло-каштановых почв (0,4-0,5) за весенний период, то окажется, что доступной влаги для живых организмов в почве будет 32-36 мм. Из этого следует, что с экологических позиций весенний период в светло-каштановых почвах характеризуется недостаточно благоприятными условиями, с температурой почвы ниже второго биологического минимума и низкими запасами легко доступной влаги.

В весеннюю сезонную климатическую стадию осадки за 2001-2010 гг. по метеостанции Элиста составили 115,7 мм, а по метеостанции Эльтон – 72,4 мм. С учетом коэффициента увлажнения от всей суммы весенних осадков легко доступной влаги в почве в весенний сезон остается только 67 и 36 мм соответственно, что характеризует экологические условия в почвах как засушливые или аридные. Таким образом, современное потепление климата сопровождается увеличением осадков в весеннюю сезонную климатическую стадию, однако высокий расход влаги на физическое испарение влаги из почвы формирует в них весеннюю почвенную засуху.

Летняя сезонная климатическая стадия. Климатическая норма температуры воздуха летней сезонной стадии светло-каштановой почвы по метеостанции Элиста составляет 22,9°C, по метеостанции Эльтон 23,3°C и по метеостанции Волгоград 24,6°C. При таких температурах воздуха климат характеризуется как теплый. Исходя из температурных условий, климат летней сезонной стадии светло-каштановых почв по температурному параметру характеризуется как экологически благоприятный.

КН осадков светло-каштановых почв летней климатической стадии изменяется от 83,5 мм по метеостанции Эльтон до 118,8 мм по метеостанции Элиста. Диапазон колебания осадков КН от минимальных ее значений до максимальных составляет 35,3 мм. С учетом КУ легкодоступной влаги в светло-каштановой почве в летний сезон будет от 40 до 55 мм. Если рассматривать осадки и КУ каждого летнего месяца, то окажется, что в июне легкодоступной влаги в светло-каштановой почве (метеостанция Элиста) от осадков останется 8 мм, в июле 6 мм, а в августе 7 мм. В светло-каштановых почвах (метеостанция Эльтон) в июне, июле и августе легкодоступной влаги от осадков, с учетом КУ, останется 7, 6 и 7 мм соответственно. При таких запасах легко доступной влаги в летнюю сезонную климатическую стадию в светло-каштановых почвах формируется почвенная засуха. Потепление климата за 2001-2010 гг., относительно КН на 1,3°C по метеостанции Элиста и на

1,1°C по метеостанции Эльтон способствовало повышению температуры по профилю светло-каштановых почв от 0,1 до 0,5°C. Это означает, что повышение температуры светло-каштановых почв в связи с потеплением произошло в пределах диапазона температур, характерных очень теплому климату. Современное потепление климата светло-каштановых почв в летнюю сезонную климатическую стадию сопровождалось уменьшением осадков. Для светло-каштановых почв, характеризующихся данными метеостанции Волгоград осадков выпало в летнюю сезонную стадию меньше КН на 51,6 мм, по метеостанции Элиста на 21,4 мм, а по метеостанции Эльтон на 23,8 мм, что формировало почвенную климатическую засуху в летний период.

Изложенный материал по изменчивости климатических параметров в условиях современного потепления дает основание разработать подход к проблеме эволюции почв в связи с прогнозируемым потеплением климата к 2050 г. в зоне светло-каштановых почв. Для почв сухой степи и в частности Прикаспийской низменности хорошо обеспеченной теплом территории, эволюция почв связана в первую очередь с изменением атмосферного увлажнения территории, изменением уровня грунтовых вод и перераспределением поверхностного стока микрорельефом. Так, например, по мнению Г.В. Добровольского и Г.С. Куста [1, 2] для полупустынной зоны светло-каштановых и бурых почв Прикаспийской низменности наряду с потеплением климата к 2050 г. на 1,2-3,9°C ожидается увеличение осадков примерно на 100 мм, что станет существенной «добавкой» к увлажнению почв и растительности в этой зоне. В результате этого можно предполагать постепенное расширение злакового компонента в типчаково-полынных и полынно-солянковых фитоценозах и общее улучшение растительности пастбищных угодий. В течение этого времени не следует ожидать изменений границ почвенных зон. Реальнее – появление тенденций внутризональных изменений соотношения разных видов почв в структурах почвенного покрова. Вполне реальны медленные изменения режимов почвообразования и свойств почв в пределах подтиповых и видовых различий. Что касается изменений почвы, то отмечается, что вследствие своей биокосной природы почва менее чувствительна к изменению внешних условий, нежели живые организмы. Поэтому она более устойчива, консервативна в своих изменениях во времени, в том числе и под влиянием изменения климата [1]. Таким образом по прогнозным построениям [2] для полупустынной зоны светло-каштановых и бурых пустынных почв Прикаспийской низменности потепление климата к 2050 г. на 1,2-3,9°C и увеличение осадков примерно на 100 мм не приведет к смещению границ почвенных зон.

При построении прогноза изменения климата необходимо учитывать современную тенденцию динамики потепления. Так, например, за пе-

риод экспериментальных наблюдений по метеостанциям, характеризующих климат светло-каштановых почв среднедесятилетия температура воздуха от минимальных ее значений до значений за 2001-2010 гг. повысилась относительно КН на 1,6°C по метеостанции Эльтон до 2,4°C по метеостанции Волгоград, а осадки по метеостанции Элиста превысили КН на 65,8 мм. Это означает, что прогноз, сделанный в 1990-е годы [1, 2] по количественным параметрам потепления климата во многом оправдался уже к 2010 г. В этой связи нет оснований ожидать трансформации светло-каштановой почвы в другой подтип, даже при осадках, превышающих КН на 65,8 мм так как прогнозируемое изменение температуры воздуха и осадков находятся в диапазоне колебания КН параметров климата, характерных локальной и пространственной неоднородности формирования светло-каштановых почв Прикаспия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Добровольский, Г.В. Основные пути и методы прогноза эволюции почв под влиянием глобальных изменений климата / Г.В. Добровольский, Г.С. Куст // Вестник Моск. ун-та. Сер. 17, почвоведение. 1994. № 2. С. 3-14.
2. Добровольский, Г.В. Глобальные изменения климата и эволюция почв / Г.В. Добровольский, Г.С. Куст // Природа. 1995. № 8. С. 63-71.
3. Всемирная конференция по изменению климата. Тез. докл. – М., 2003. 700 с.
4. Худяков, О.И. Динамика температуры песчаных и суглинистых почв лесотундры Полярного Урала в связи с изменением климата / О.И. Худяков, О.В. Решоткин // Почвоведение. 2014. № 12. С. 1467-1482.
5. Метеорологический ежемесячник СССР. – М. 1966-1990 гг. Вып. 13. Ч. II.
6. <http://www.meteo.ru>.
7. Демкин, В.А. Динамика свойств степных палеопочв сарматского времени (II в. до н.э. - IV в. н.э.) в связи с вековой изменчивостью увлажненности климата / В.А. Демкин, Б.Н. Золотарева, Т.С. Демкина и др. // Почвоведение. 2012. № 2. С. 142-155.
8. Ногина, Н.А. Сухостепные почвы Баргузинской котловины // Почвоведение. 1956. № 4. С. 59-69.

EVOLUTION OF PRECASPIAN LIGHT CHESTNUT SOILS DUE TO FORECAST OF CLIMATE WARMING

© 2015 O.I. Khudyakov, O.V. Reshotkin

Institute of Physicochemical and Biological Problems in Soil Science, Pushchino

The paper analyzes the dynamics of the climate of the zone of light chestnut soils for over a hundred years. The current climate warming and dynamics of rainfall by seasons are considered. Based on these results it is concluded on the evolution of light chestnut soils due to forecast of global warming by 2050.

Key words: *soil evolution, soils climate, climatic norm*