

УДК 631.4

Почвы Каменной Степи от времени В.В. Докучаева до наших дней

Н.Б. Хитров¹, Ю.И. Чевердин²

¹ ФГБНУ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева», Москва,
khitrovn@gmail.com

² НИИ сельского хозяйства Центрально-черноземной полосы
им. В.В. Докучаева, Таловая, Воронежская область, cheverdin62@mail.ru

Аннотация

Программа упорядочивания водного хозяйства в степях России, предложенная В.В. Докучаевым, и комплексное исследование Каменной Степи особой экспедицией в 1892—1894 гг. под его руководством послужили фундаментом последующего антропогенного преобразования степного ландшафта в течение XX века в агролесоландшафт. Тенденции изменения почвенного покрова оценивали на основе составленной карты текущего состояния структуры почвенного покрова и синтеза имеющейся разносторонней картографической, аналитической и текстовой информации, подготовленной разными исследователями в разные годы. В статье рассмотрены четыре этапа изменения Каменной Степи за последние полтора столетия, в течение которых происходили увеличение доли пашни, посадка и развитие лесных полос, создание прудов, оросительной системы. Это привело к подъему грунтовых вод, формированию полугидроморфного и локально гидроморфного режимов почв на водоразделах и склонах, возникновению локального поверхностного сезонного переувлажнения почв, расширению общей площади засоленных и солонцеватых почв. В современных условиях целесообразно *дифференцированное регулирование* водного баланса отдельных участков и в целом всей территории.

Ключевые слова: структура почвенного покрова, черноземы, солонцы, вертисоли, переувлажнение почв

Eng: Soils of Kamennaya Steppe from the days of V.V. Dokuchaev till nowadays
N.B. Khitrov, Yu.I. Cheverdin

Abstract

The program of water farming regulation in steppe in Russia formulated by V.V. Dokuchaev and comprehensive research of Kamennaya Steppe carried out in 1892-1894 by special expedition supervised by V.V. Dokuchaev were a basement for the following transformation of steppe landscape into agroforest one during the 20th Century. Trends of soil cover changes were evaluated on the basis of modern soil cover pattern map and synthesis of different cartographic, analytical and text information prepared by different researchers during the century. Four stages of landscape changes during the last 120 years are discussed in the article. Factors entailed landscape changes were as follow: rising of arable lands share, planting and growing of forest belts, building of ponds and irrigation system. The results were raising ground water table, formation of semihydromorphic and local hydromorphic regimes of soils at the watersheds and slopes, appearance of local seasonal surface overmoistening of soils, total extension of saline and sodic soils. Differential water balance regulation of distinct area and entire landscape is rational under modern environmental conditions.

Keywords: soil cover pattern, Chernozems, Solonetz, Vertisols, soil overmoistening, soil water-logging

Введение

В 1891 г. в степных районах европейской части России разразилась жестокая засуха, в результате которой начался голод, и правительству пришлось принимать серьезные меры для снижения негативных социальных и экономических последствий и стабилизации обстановки в стране. На столь животрепещущие события незамедлительно отреагировали многие видные деятели науки (А.И. Воейков, А.А. Измаильский, П.А. Костычев и ряд других ученых) того времени, предложив конкретные программы выполнения мероприятий, направленных на ликвидацию негативных последствий засухи, ведение хозяйства в условиях засухи и ее прогнозирование. Среди них был и профессор Санкт-Петербургского университета Василий Васильевич Докучаев. В январе 1892 г. он прочитал публичную лекцию на тему «Наши степи прежде и теперь», в которой изложил свои взгляды на причины усыхания степи и обосновал программу, направленную на «... упорядочение водного хозяйства в степях России». Сущность лекции в виде статьи была напечатана в «Правительственном Вестнике». В мае 1892 г. вышла в свет знаменитая книга с одноименным названием (Докучаев, 1892). А в июне того же года Лесной Департамент Министерства Земледелия и Государственных Имуществ выделил средства на особую экспедицию В.В. Докучаева, в задачи которой входило комплексное исследование степных ландшафтов и экспериментальная проверка предложенной программы на трех полигонах: Хреновском, Старобельском и Великоанадольском участках.

В настоящей статье речь пойдет о почвах Каменной Степи, которая входила в Хреновской участок в Воронежской губернии.

Каменная Степь – один из уникальных объектов, который более века изучают специалисты разного профиля: почвоведы, ботаники, зоологи, географы, геологи, климатологи, агрономы, мелиораторы и многие другие. Причин такого интереса несколько. Во-первых, природные особенности Каменной Степи представительны для достаточно большой территории в центральном Черноземье. Во-вторых, как отмечалось выше, на начальном этапе этот объект был комплексно и разносторонне исследован особой экспедицией, возглавляемой В.В. Докучаевым. В-третьих, здесь проверялись наиболее важные идеи конца XIX и всего XX в. комплексного воздействия человека на природный ландшафт с целью определения рациональных вариантов ведения сельскохозяйственного производства в степной зоне.

Изучение почвенного покрова на всех этапах, особенно начальных, являлось одной из центральных задач. Именно на основе знаний о почвах в комплексе с другими компонентами природы вырабатывались способы рациональной организации территории для экономически эффективного и экологически сбалансированного развития региона.

Имеется много публикаций о природных условиях, ландшафтах и почвах Каменной Степи (Глинка и др., 1892; Труды Каменно-Степной ..., 1914; Мальцев, 1923; Тумин, 1930; Почвы Каменно-Степной ..., 1938; Почвенная карта ..., 1944, 1947; Першина и др., 1947; Вопросы травопольной системы ..., 1953; Сухарев, Сухарева, 1957; Мелиорация солонцов в черноземной зоне ..., 1960; Басов, Грищенко, 1963; Сухарев, 1966, 1967; Винокурова, 1967; Преобразование природы ..., 1970; Мильков и др., 1971; Каменная Степь ..., 1992; Петров, 1992; Зборищук и др., 2007). Их систематизация представлена в двух выпусках научных трудов Почвенного института им. В.В. Докучаева (Каменная Степь ..., 2007; Разнообразие почв ..., 2009).

Цель настоящей статьи – выделить этапы преобразования ландшафта Каменной Степи от времени В.В. Докучаева до наших дней и оценить основные тенденции изменения почвенного покрова за этот период.

Объекты и методы.

Объектом исследования является почвенный покров агролесоландшафта Каменная Степь.

Этот ландшафт сформировался на границе двух физико-географических лесостепных провинций: Окско-Донской низменности (Битюгско-Хоперский район) и Среднерусской возвышенности (Калачский овражно-балочный район) (Мильков и др., 1971) в центральной части водораздела рек Битюг и Хопёр, являющихся левыми притоками р. Дон. Административно территория

Каменной Степи расположена в Таловском районе Воронежской области в 10—12 км к югу от районного центра Таловая. В настоящее время землепользование закреплено за Научно-исследовательским институтом сельского хозяйства Центрально-Черноземной полосы им. В.В. Докучаева (НИИСХ ЦЧП).

Оценку тенденций изменения почвенного покрова получали на основе карты текущего состояния структуры почвенного покрова (СПП) и синтеза имеющейся разносторонней картографической, аналитической и текстовой информации, подготовленной разными исследователями в разные годы.

Особенности методического подхода проведения ретроспективного мониторинга состояния почв изложены нами ранее (Хитров, 2008).

Для составления карты СПП использовано несколько взаимно дополняющих друг друга подходов.

Первый из них предполагает систематизацию разнообразных материалов по геологическому и гидрогеологическому строению, рельефу, климату, растительности, почвенному покрову, хозяйственной деятельности человека, которые были получены специалистами разного профиля, начиная с 1892 года. Систематизация тематической информации по времени ее получения позволила оценить основные факторы изменения почвенного покрова, их динамику в последние 120 лет и этапы преобразования ландшафта.

Второй подход заключается в выполнении разномасштабного картографирования почвенного покрова на основе сочетания прямого полевого обследования методом вложенных ключей и дистанционных способов зондирования с последующим дешифрированием их результатов.

Наземное полевое обследование включало детальное картографирование почв сети ключевых участков, а также закладку отдельных почвенных разрезов (всего 1103 точки опробования). Кроме того, использована информация о положении и морфологическом описании 150 разрезов, сделанных во время обследования в 1940-х гг. (Першина и др., 1947). Авторские названия почв, приведенные в легенде к указанной карте и в машинописном отчете, на основе морфологических описаний разрезов приведены в соответствие с классификациями почв 1977 и 2004 гг.

Проведено прямое картографирование ареалов почв с сезонным проявлением поверхностного переувлажнения путем обхода границ на местности в период его максимальной выраженности в разные по погодным условиям годы (2006—2008) и регистрации их приемником GPS (Хитров, Чевердин, 2012).

Для всех точек опробования проводили геодезическую привязку разной точности, включая использование приемника GPS (точность $\pm 5\div 10$ м), а также стандартные геодезические методы с использованием нивелира,

теодолита и металлических мерных лент длиной 50 и 100 м.

Среди материалов дистанционного зондирования использованы аэрофотосъемка 1980-х гг. и космические снимки Landsat.

Третий подход – составление и использование проекта ГИС, включавшего цифровую модель рельефа, материалы дистанционного зондирования, схему и некоторые параметры лесных насаждений, результаты полевого обследования почв, а также результирующую карту СПП с необходимыми базами данных. Кроме того, на промежуточных этапах создания карты СПП применяли методы цифровой почвенной картографии (Kozlov et al., 2008).

Современное строение почвенного покрова Каменной Степи

В Каменной Степи выделена 61 почвенная комбинация (Хитров, 2009). На рис. 1 отображены границы ареалов почвенных комбинаций (ПК), система лесных полос (для ориентации) и цифровой код ПК. Легенда к карте СПП создана с использованием двух классификаций почв (1977 и 2004 гг.). Для каждой ПК составлена формула, включающая индексы почв сначала по классификации почв СССР (1977), а затем по классификации почв России (2004). Во втором случае широко использовали «Полевой определитель почв» (2008). В зависимости от компонентного состава, сложности, особенностей микро- и мезорельефа, почвообразующих и подстилающих пород почвенные комбинации объединены в 17 групп.

До подъема уровня грунтовых вод на плоских водоразделах со слабо выраженным микрорельефом и сравнительно однородным плащом лессовидных суглинков и глин мощностью более 2 м почвенный покров был представлен трехкомпонентной пятнистостью черноземов типичных, черноземов зоогенно перерытых и черноземов выщелоченных (по классификации 1977 г.) (ПК 1, 2). В настоящее время в связи с общим подъемом грунтовых вод до глубины 1,5—4 м в агролесоландшафте «Каменная Степь» черноземы постепенно эволюционируют в лугово-черноземные почвы. В соответствии с классификацией почв России (2004) пятнистость состоит из агрочерноземов миграционно-мицелярных глубоко-квазиглееватых (АЧммц,гм), агрочерноземов зоотурбированных глубоко-квазиглееватых (АЧзтр,гм) и агрочерноземов глинисто-иллювиальных глубоко-квазиглееватых (АЧги,гм). Более того, за счет большого количества широких лесополос и участков многолетних залежей ПК становится сложной пятнистостью–ташетом, включающей дополнительно черноземы миграционно-мицелярные глубоко-квазиглееватые постагrogenные (Чммц,гм,ра), черноземы зоотурбированные глубоко-квазиглееватые постагrogenные (Чзтр,гм,ра) и черноземы глинисто-иллювиальные глубоко-

квизиглееватые постагрогенные (Чги,гм,ра), которые не имеют пахотного горизонта. Более подробно строение почвенного профиля каждой почвы и фрагменты почвенных карт ключевых участков, характеризующих этот вид пятнистости представлены в статье (Хитров, Лойко, 2010).

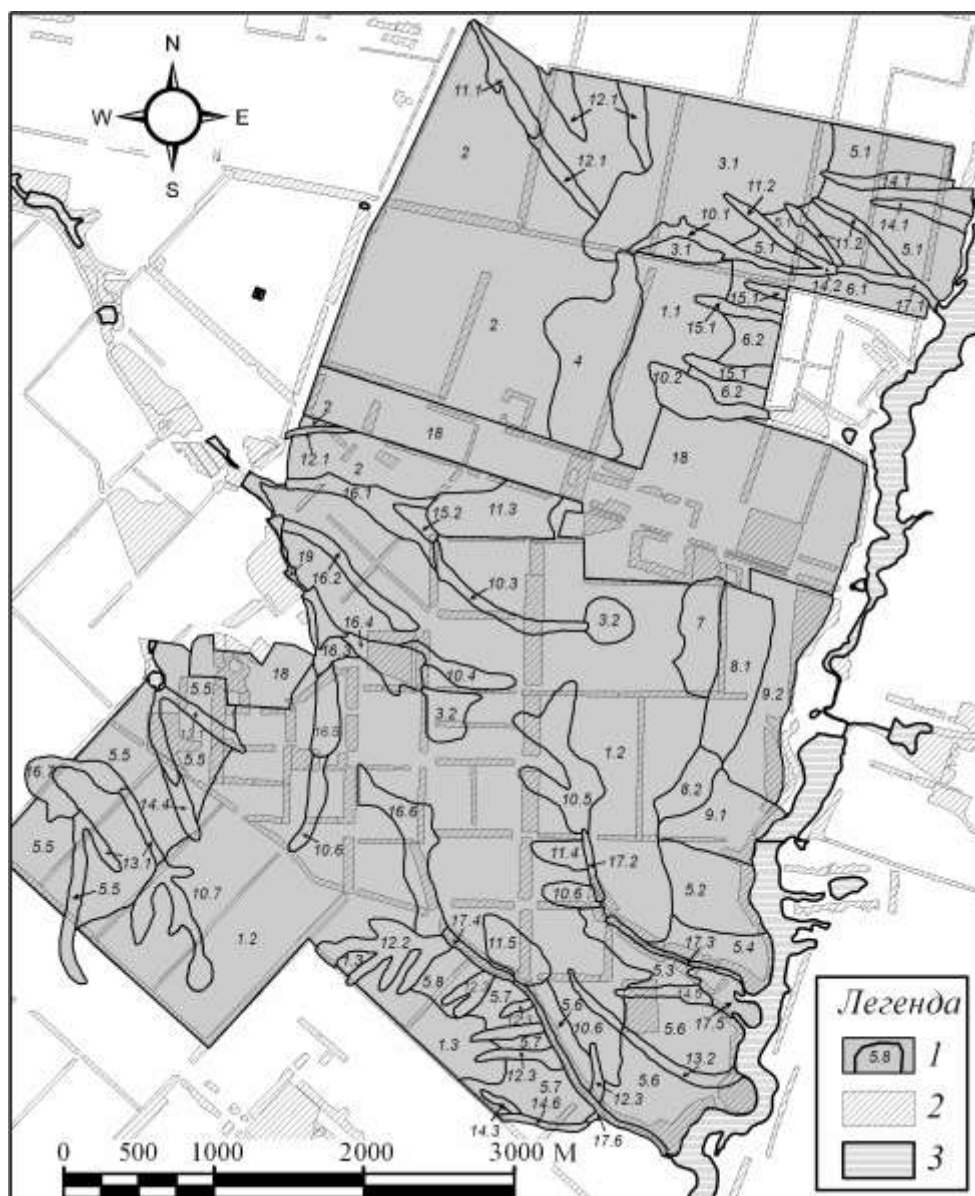


Рис. 1. Карта структур почвенного покрова Каменной Степи: 1 – границы ареалов и цифровой код почвенных комбинаций (ПК); 2 – лесополосы и многолетняя травянистая растительность; 3 – пруды и водохранилища.

Легенда карты структур почвенного покрова

ЦК ПК*	Классификация 1977 года**	Классификация 2004 года***
1.1	Чт·Чперерыт·Чв	(АЧммц,гм·АЧзтр,гм·АЧги,гм): :(Чммц,гм·Чзтр,гм·Чги,гм)
1.2	Чт·Чперерыт·Чв с редкими ареалами Чо	(АЧммц,гм·АЧзтр,гм·АЧги,гм): :(Чммц,гм·Чзтр,гм·Чги,гм) с редкими ареалами АЧсг,гм
1.3	Чт·Чперерыт·Чв – пятнистость с линейными элементами	АЧммц,гм·АЧзтр,гм·АЧги,гм – пятнистость с линейными элементами
2	Чт·Чт,см·Чт,перерыт·Чо	(АЧммц,гм·АЧммц,см,гм· ·АЧзтр,гм·АЧсг,гм) : :(Чммц,гм,ра·Чзтр,гм,ра·Чсг,гм,ра)
3.1	(Чт·Чперерыт·Чв) + +(Чт·Чв·Чперерыт) ^{спу}	((АЧммц,гм·АЧзтр,гм·АЧги,гм): :(Чммц,гм·Чзтр,гм·Чги,гм))+ +(АЧммц,гм·АЧги,гм·АЧзтр,гм) ^{спу}
3.2	(Чт·Чперерыт·Чв)+ +(Чт·Чперерыт·Чв) ^{спу}	(АЧммц,гм·АЧзтр,гм·АЧги,гм)+ +(АЧммц,гм·АЧзтр,гм·АЧги,гм) ^{спу}
4	(Чт×Чперерыт·Чв)+ +(Чоп,сл) ^{спу} + (Чоп) ^{спу} + +(Чт·Чв) ^{спу}	((Чммц,гм·Чзтр,гм·Чги,гм) + +(Чги,гм,сл,эл) ^{спу} + (Чги,гм,эл) ^{спу} + +(Чммц,гм·Чги,гм) ^{спу}): :(((АЧммц,гм·АЧзтр,гм)+(АЧги,гм,эл) ^{спу})+ +((АЧммц,гм·АЧзтр,гм)+АЧги,гм) ^{спу})
5.1	Чо·Чо,см·Чв·Чперерыт	(АЧсг·АЧсг,см·АЧги·АЧзтр): :(Чсг·Чзтр·Чги)
5.2	(Чперерыт·Чо·Чо,см)+ +(Чв·Чв,см)	(АЧзтр·АЧсг·АЧсг,см)+ +(АЧги·АЧги,см)
5.3	(Чо·Чперерыт) + Чв	((АЧсг,гм·АЧзтр) + АЧги,гм): :((Чсг,гм·Чзтр)+ Чги,гм)
5.4	(Чо·Чо,см·Чперерыт·Чв,см)× ×(Чт·Чт,см·Чперерыт·Чв,см)	((АЧсг,гм·АЧсг,гм,см· ·АЧзтр,гм·АЧги,гм,см)× ×(АЧммц,гм·АЧзтр,гм·АЧги,гм,см)): :((Чсг,см×Чммц,гм)· ·(Чсг,гм,см·Чммц,гм,см·Чзтр·Чги,см))
5.5	Чо,гсч·Чо,см·Чперерыт·Чв	(АЧсг,гм,гсч·АЧсг,гм,см·АЧзтр,гм· ·АЧги,гм): (Чсг,гм·Чзтр,гм·Чги,гм)
5.6	Чо·Чперерыт·Чв	(АЧсг,гм·АЧзтр,гм·АЧги,гм): :(Чсг,гм·Чзтр,гм·Чги,гм)
5.7	(Чо·Чперерыт·Чв)+Чв	(АЧсг,гм·АЧзтр,гм·АЧги,гм) +

5.8	$(\text{Чо} \cdot \text{Чперерыт} \cdot \text{Чв}) + \text{Чв}$	АЧги,гм $((\text{АЧсг,гм} \cdot \text{АЧзтр,гм} \cdot \text{АЧги,гм}) : (\text{Чсг,гм} \cdot \text{Чзтр} \cdot \text{Чги,гм})) + \text{АЧги,гм}$
6.1	$(\text{Чо} \cdot \text{Чо,см} \cdot \text{Чв}) : (\text{Чо,гипс} \cdot \text{Чо,см,гипс} \cdot \text{Чперерыт,гипс})$	$(\text{АЧсг,гм,ра} \cdot \text{АЧсг,гм,см,ра} \cdot \text{АЧги,гм,ра}) : ((\text{АЧсг,гм,cs} \cdot \text{АЧсг,гм,см,cs} \cdot \text{АЧзтр,cs}) : (\text{Чсг,гм} \cdot \text{Чзтр,гм} \cdot \text{Чги,гм}))$
6.2	$\text{Чо,гипс} \cdot \text{Чперерыт,гипс} \cdot \text{Чв}$	$\text{АЧсг,гм,см,cs} \cdot \text{АЧзтр,cs} \cdot \text{АЧги,гм}$
7	$\text{Чперерыт} + (\text{Чперерыт} + \text{Чт} + \text{Чт,гипс} + \text{Чт,см} + \text{Чв} + \text{Чв,гипс} + \text{Чв,см} + \text{Чв,см,гипс})^{\text{спу}}$	$\text{АЧзтр,гм} + (\text{АЧзтр,гм} + \text{АЧммц,гм} + \text{АЧммц,гм,cs} + \text{АЧммц,гм,см} + \text{АЧги,гм} + \text{АЧги,гм,cs} + \text{АЧги,гм,см} + \text{АЧги,гм,см,cs})^{\text{спу}}$
8.1	$(\text{Чв} + \text{Чв,см})^{\text{спу}} + (\text{Чт,см} \times \text{Чо,см})^{\text{спу}} + ((\text{Чперерыт} \cdot \text{Чт} \cdot \text{Чт,см}) \times (\text{Чперерыт} \cdot \text{Чо} \cdot \text{Чо,см})) : ((\text{Чо} \times \text{Чт}) \cdot \text{Чперерыт} \cdot \text{Чв})$	$(\text{АЧги,гм} + \text{АЧги,гм,см})^{\text{спу}} + (\text{АЧммц,гм,см} \times \text{АЧсг,гм,см})^{\text{спу}} + ((\text{АЧзтр} \cdot \text{АЧммц} \cdot \text{АЧммц,см}) \times (\text{АЧзтр} \cdot \text{АЧсг} \cdot \text{АЧсг,см})) : ((\text{Чсг} \times \text{Чммц}) \cdot \text{Чзтр} \cdot \text{Чги})$
8.2	$((\text{Чл,в,сл} \times \text{Лч,сл,сн})^{\text{спу}} \times \text{Чв,сл}) + ((\text{Чо,сл} \cdot \text{Чо,см}) \times (\text{Чт} \cdot \text{Чт,см}) \times (\text{Чл,сч})^{\text{спу}})$	$((\text{АЧги,сл} \times \text{СЛги,гм,сн})^{\text{спу}} \times \text{АЧги,сл}) + ((\text{АЧсг,гм,сл} \cdot \text{АЧсг,гм,см}) \times (\text{АЧммц,гм} \cdot \text{АЧммц,гм,см}) \times (\text{АЧммц,гм,сч})^{\text{спу}})$
9.1	$(\text{Чв,см} \times \text{Чв,сл,см} \times \text{Слитозем (намыт)} \times \text{Сильносмытая}) + ((\text{Чт} \cdot \text{Чт,см}) \times (\text{Чо} \cdot \text{Чо,см}) \times (\text{Чо,сл,см}))$	$(\text{АЧги,гм,см} \times \text{АЧги,гм,сл,см} \times \text{АСЛстр} \times \text{ААБтк,гм}) + ((\text{АЧммц,гм} \cdot \text{АЧммц,гм,см}) \times (\text{АЧсг,гм} \cdot \text{АЧсг,гм,см}) \times (\text{АЧтк,гм,сл,см}))$
9.2	$((\text{Чт} \cdot \text{Чт,см} \cdot \text{Чперерыт}) \times (\text{Чо} \cdot \text{Чо,см} \cdot \text{Чперерыт})) + (\text{Чо,см} \times \text{Чт,см} \times \text{Сильносмытая почва}) + (\text{Чв,см} \times \text{Чв,намытый})$	$((\text{АЧммц,гм} \cdot \text{АЧммц,гм,см} \cdot \text{АЧзтр,гм}) \times (\text{АЧсг,гм} \cdot \text{АЧсг,гм,см} \cdot \text{АЧзтр,гм})) + (\text{АЧсг,см} \times \text{АЧммц,см} \times \text{ААБ}) + (\text{АЧги,гм,см} \times \text{АЧги,гм,стр}) : ((\text{Чсг} \times \text{Чммц}) \cdot \text{Чзтр}) + (\text{Чги} \cdot \text{Чги,см} \cdot \text{Чги,стр})$
10.1	$(\text{Чв} + (\text{Чперерыт} \cdot \text{Чперерыт,см} \cdot \text{Чт} \cdot \text{Чт,см}))^{\text{спу}}$	$(\text{АЧги,гм} + (\text{АЧзтр,гм} \cdot \text{АЧзтр,гм,см} \cdot \text{АЧммц,гм} \cdot \text{АЧммц,гм,см}))^{\text{спу}}$
10.2	$(\text{Чл,в,см} + (\text{Чт,сч} + \text{Чперерыт}) + \text{Чнамытый})^{\text{спу}}$	$(\text{Чги,гм,см,ра} + (\text{Чммц,гм,сч} \cdot \text{Чзтр,гм}) + \text{СЗт})^{\text{спу}}$
10.3	$(\text{Чв} + (\text{Чт} \cdot \text{Чперерыт}))^{\text{спу}} \square (\text{Чв} + (\text{Чт} \cdot \text{Чперерыт}))$ – линейная	$((\text{АЧги,гм} + (\text{АЧммц,гм} \cdot \text{АЧзтр,гм}))^{\text{спу}} : (\text{Чги,гм} + (\text{Чммц,гм} \cdot \text{Чзтр})))$ – линейная
10.4	$(\text{Чв} + \text{Чт})^{\text{спу}} + (\text{Чв} + (\text{Чт} \cdot \text{Чперерыт}))$ – линейная	$(\text{АЧги,гм} + \text{АЧммц,гм})^{\text{спу}} + (\text{АЧги,гм} + (\text{АЧммц,гм} \cdot \text{АЧзтр,гм}))$

10.5	$(\text{Чл,в} + (\text{Чт} \cdot \text{Чперерыт}))^{\text{спу}} + ((\text{Чт} \cdot \text{Чперерыт}) + \text{Чв}) -$ древовидная	$:(\text{Чги,гм} + (\text{Чммц,гм} \cdot \text{Чзтр,гм})) -$ линейная $((\text{Чги,гм,ра} + (\text{Чммц,гм} \cdot \text{Чзтр,гм})):$ $:(\text{АЧммц,гм} \cdot \text{АЧзтр,гм}))^{\text{спу}} +$ $+(((\text{АЧммц,гм} \cdot \text{АЧзтр,гм}) + \text{АЧги,гм}):$ $:(\text{Чммц,гм} \cdot \text{Чзтр,гм}) + \text{Чги,гм})) -$ древовидная
10.6	$\text{Чв} + (\text{Чт} \cdot \text{Чперерыт}) -$ линейная	$(\text{АЧги,гм} + (\text{АЧммц,гм} \cdot \text{АЧзтр})) :$ $:(\text{Чги,гм} + (\text{Чммц,гм} \cdot \text{Чзтр})) -$ линейная
10.7	$\text{Чв} + (\text{Чт} \cdot \text{Чперерыт}) -$ древовидная	$(\text{АЧги,гм} + (\text{АЧммц,гм} \cdot \text{АЧзтр,гм})) :$ $:(\text{Чги,гм} + (\text{Чммц,гм} \cdot \text{Чзтр,гм})) -$ древовидная
11.1	$(\text{Чв} + (\text{Чт} \cdot \text{Чперерыт} \cdot \text{Чо}))^{\text{спу}} -$ линейная	$(\text{АЧги,гм} + (\text{АЧммц,гм} \cdot \text{АЧзтр,гм} \cdot$ $\cdot \text{АЧсг,гм}))^{\text{спу}} -$ линейная
11.2	$(\text{Чв} + \text{Чв,см} +$ $+ (\text{Чт} \cdot \text{Чо} \cdot \text{Чо,см} \cdot \text{Чперерыт}))^{\text{спу}}$ $+ + (\text{Чв} + \text{Чв,см} +$ $+ (\text{Чт} \cdot \text{Чо} \cdot \text{Чо,см} \cdot \text{Чперерыт})) -$ линейная	$(\text{АЧги,гм} + \text{АЧги,гм,см} + (\text{АЧммц,гм} \cdot$ $\text{АЧсг,гм} \cdot \text{АЧсг,гм,см} \cdot \text{АЧзтр,гм}))^{\text{спу}} +$ $+ ((\text{АЧги,гм} + (\text{АЧммц,гм} \cdot \text{АЧсг,гм} \cdot$ $\cdot \text{АЧсг,гм,см} \cdot \text{АЧзтр,гм})): (\text{Чги,гм} +$ $+ (\text{Чммц,гм} \cdot \text{Чсг,гм} \cdot \text{Чзтр,гм})) -$ линейная
11.3	$((\text{Чл,в} + \text{Лч,в,сл,сч}) +$ $+ ((\text{Чт} \times \text{Чо}) \cdot \text{Чперерыт}))^{\text{спу}}$	$((\text{АЧги,гм,ра} + \text{АЧги,гм,сл,сч,ра}) +$ $+ ((\text{АЧммц,гм} \times \text{АЧсг,гм}) \cdot \text{АЧзтр,гм}))^{\text{спу}}$
11.4	$((\text{Чл,в} \times \text{Чл}) +$ $+ (\text{Чт} \cdot \text{Чперерыт}))^{\text{спу}} +$ $+ ((\text{Чт} \cdot \text{Чперерыт}) + \text{Чв})$	$((\text{АЧги,гм} \times \text{АЧсг,гм,ра}) +$ $+ (\text{АЧммц,гм} \cdot \text{АЧзтр,гм}))^{\text{спу}} +$ $+ ((\text{АЧммц,гм} \cdot \text{АЧзтр,гм}) + \text{АЧги,гм})$
11.5	$(\text{Чл,в,сч} + \text{Чо})^{\text{спу}} + ((\text{Чв} +$ $+ (\text{Чт} \times \text{Чо}) \cdot \text{Чперерыт}))$	$((\text{Чги,гм,сч,ра} + \text{Чсг,гм,ра}): (\text{АЧги,гм,сч}$ $+ \text{АЧсг,гм}))^{\text{спу}} + ((\text{Чги,гм,ра} +$ $+ ((\text{Чммц,гм,ра} \times \text{Чсг,гм,ра}) \cdot \text{Чзтр,ра})):$ $:(\text{АЧги,гм} + (\text{АЧсг,гм} \cdot \text{АЧзтр,гм}))$
12.1	$\text{Чв} + (\text{Чт} \cdot \text{Чперерыт} \cdot \text{Чо}) -$ линейная	$\text{АЧги,гм} + (\text{АЧммц,гм} \cdot \text{АЧзтр} \cdot \text{АЧсг,гм})$ – линейная
12.2	$\text{Чв} + ((\text{Чт} \cdot \text{Чперерыт} \cdot \text{Чв}) \times$ $\times (\text{Чо} \cdot \text{Чперерыт} \cdot \text{Чв})) -$ древовидная	$\text{АЧги,гм} + ((\text{АЧммц,гм} \cdot \text{АЧзтр} \cdot \text{АЧги,гм}) \times$ $\times (\text{АЧсг,гм} \cdot \text{АЧзтр} \cdot \text{АЧги,гм})) -$ древовидная
12.3	$\text{Чв} + (((\text{Чт} \times$ $\times (\text{Чо} \cdot \text{Чо,см})) \cdot \text{Чперерыт})$	$\text{АЧги,гм} + (((\text{АЧммц} \times$ $\times (\text{АЧсг,гм} \cdot \text{АЧсг,гм,см})) \cdot \text{АЧзтр,гм})$
12.4	$\text{Чв} + ((\text{Чт} \times \text{Чо}) \cdot \text{Чперерыт})$	$\text{АЧги,гм} + ((\text{АЧммц} \times$ $\text{АЧсг,гм}) \cdot \text{АЧзтр,гм})$
13.1	$(\text{Чл,сл} + (\text{Чо} \cdot \text{Чперерыт}))^{\text{спу}}$	$(\text{Чги,гм,сл,ра} + (\text{Чсг,гм,ра} \cdot \text{Чзтр,гм}))^{\text{спу}}$
13.2	$(\text{Лч,см})^{\text{спу}} + \text{Чв,сл,см} +$ $+ (\text{Чо} \cdot \text{Чперерыт})$	$(\text{АЧги,гм,см})^{\text{спу}} + \text{АЧги,гм,сл,см} +$ $+ (\text{АЧсг,гм} \cdot \text{АЧзтр,гм})$

14.1	Чв+ (Чо·Чо,см·Чперерыт) – линейная	(АЧги + (АЧсг·АЧсг,см·АЧзтр)): (Чги,ра + (Чсг,ра·Чзтр,ра)) – линейная
14.2	Чв+ (Чо·Чо,см·Чперерыт·сильносмытая почва)	(АЧги,гм+ (АЧсг·АЧсг,см·АЧзтр·АЧзтр,см·ААбак)): (Чги,гм,ра+ +(Чсг,ра·Чсг,см·Чзтр))
14.3	Чв+ (Чо·Чперерыт) – линейная	АЧги,гм + (АЧсг,гм·АЧзтр,гм) – линейная
14.4	Чв+ (Чо·Чперерыт) – линейная	(АЧги,гм + (АЧсг,гм·АЧзтр)) : (Чги,гм+ (Чсг,гм·Чзтр)) – линейная
14.5	(Чв,см·Чв) + (Чо·Чперерыт) – линейная	(АЧги,гм,см + (АЧсг,гм·АЧзтр,гм)) : (Чги,гм + (Чсг,гм·Чзтр,гм)) – линейная
14.6	Чл,в+(Чо·Чо,см·Чперерыт·Чперерыт,см)	Чги,гм+ ((АЧсг·АЧзтр·АЧсг,см·АЧзтр,см): (Чсг·Чзтр·Чсг,см·Чзтр,см))
15.1	Чв+ (Чо·Чперерыт·Чо,ск·Чперерыт,ск) – линейная	АЧги,гм + (АЧсг,гм·АЧзтр,гм·АЧсг,гм,сч·АЧзтр,гм,сч) – линейная
15.2	(Чо→Чл,сч)·Чперерыт,сч·(Чв→Чл,в,сч)	(АЧсг,гм,сч,ра·АЧзтр,гм,сч,ра·АЧги,гм,сч,ра): (Чсг,гм,сч·Чзтр,гм,сч·Чги,гм,сч)
16.1	Лч,в,сл,сн,ск + (Чл,сн,сч (Чо,гсч·Чперерыт,гсч·Чв,гсч))	Чги,гм,сл,сн,ск,ра + (АЧсн,гм,сч (АЧсг,гм,гсч·АЧзтр,гм,гсч·АЧги,гм,гсч))
16.2	(Лч,в,сн,см) ^{спу} + (Чт,гсч·Чперерыт·Чперерыт,гсч) – линейная	((АЧги,гм,сн,см,ра) ^{спу} + (АЧммц,гм,гсч·АЧзтр,гм·АЧзтр,гм,гсч)): (Чги,гм,сн,см,ра+ (Чммц,гм,гсч·Чзтр,гм·Чзтр,гм,гсч)) – линейная
16.3	Лч,в,сн,ск+(Лч,сн,ск·Лч,ск·Лч,перерыт,сч)	Чги,гм,сн,ск+ (Чсн,гм,ск·Чммц,гм,ск·Чзтр,гм,сч·Чсг,гм,ск)
16.4	(СНч,ск,сл,в Лч,в,сн,сл Лч,в) ^{спу} + (Чсн,сч) ^{спу} + (Чо,гипс·Чт·Чперерыт)	(СНт,гм,ск,сл,сч,ра Чги,гм,сн,сл,ра Чги,гм,ра) ^{спу} + (Чсн,гм,ра) ^{спу} + (Чсг,гм,ра,сч·Чммц,гм,ра·Чзтр,гм,ра)
16.5	Чв + (Чсн (Чт·Чперерыт))	Чги,гм,ра + (Чсн,гм,ра (Чммц,гм,ра·Чзтр,ра))
16.6	((Чл,в Чл,в,сн) ^{спу} + (Чсн Чт)·Чперерыт) + (Чл,в,сл,сч + (СНчл,сл Чл,сн)) ^{спу} + (Лч,в+ (Чт·Чперерыт) Чсн)	((АЧги,гм,ра АЧги,гм,сн,ра) ^{спу} + ((АЧсн,гм,ра АЧммц,гм,ра)·АЧзтр,гм))+ (Чги,гм,сл,сч + (СНт,гм,сл,ра Чсн,гм,ра)) ^{спу} + ((АЧги,гм + (АЧммц,гм·АЧзтр,гм) (АЧсн,гм)):

16.7	Чл,сл,сн,сч + (Чсн,сч СНл,ск СНчл,сч,сл Чо,гсч Чперерыт,гсч)	:(Чги,гм + (Чммц,гм·Чзтр,гм))) (ГМгу,сн,сч,сл,ра) ^{спу} + (Чсн,гм,ск СНт,гм,ск СНт,гм,сл,ск,ра Чсн,гм,сч,стр Чсг,гм,ра,гсч Чзтр,гм,ра,гсч)
17.1	Чл,в+ (Чо·Чперерыт· ·Чо,см·Чперерыт,см)	ГМгу+ (Чсг·Чзтр·Чсг,см·Чзтр,см)
17.2	Чл,сл + (Чо·Чперерыт·Чл) – линейная	Гт,сл + (Чсг,гм·Чсг·Чзтр) – линейная
17.3	смыто-намытые почвы+ ((Чо,см·Чперерыт,см·Чв,см)× × (Чт,см·Чперерыт,см·Чв,см))	(Аб×СЗт) + (Чсг,см·Чзтр,см·Чги,см)× ×(Чммц,см·Чзтр,см·Чги,см)
17.4	(Чл,в) ^{спу} + (Чт·Чперерыт·Чв)	(Чги,гм) ^{спу} + (Чммц,гм·Чзтр,гм·Чги,гм)
17.5	(Чо·Чо,см·Чперерыт) + Чл + +Лч,в,намыт	(Чсг,ра·Чсг,ра,см·Чзтр,ра)+Чсг,гм,ра+ +Чги,гм,стр,ра
17.6	Чл,в+ смыто-намытые почвы + +((Чо,см·Чперерыт,см·Чв,см)× × (Чт,см·Чперерыт,см·Чв,см))	Чги,гм+ (Аб×СЗт) + +((Чсг,см·Чзтр,см·Чги,см)× ×(Чммц,см·Чзтр,см·Чги,см))
18	Населенные пункты	

* ЦК ПК – цифровой код почвенной комбинации состоит из двух частей, разделенных точкой. Число перед точкой является номером группы ПК, близких по своему составу, сложности и условиям распространения. Число после точки означает номер ПК в пределах соответствующей группы ПК.

** Обозначения почв по классификации почв СССР (1977): чернозем (Ч), лугово-черноземная (Чл), черноземно-луговая (Лч) почвы, солонец (СН); малые индексы: в – выщелоченный, о – обыкновенный, оп – оподзоленный, т – типичный, перерыт – перерытый животными, см – смытый, сл – слитой, сн – солонцеватый, ск – солончаковый, сч – солончаковатый, гсч – глубокосолончаковатый, гипс – содержащий гипс; надстрочный индекс (^{спу}) – внетаксономическая группа почв, подверженных сезонному поверхностному переувлажнению.

*** Обозначения почв по классификации почв России (2004): типы почв: Аб – абразем, ААб – агроабразем, Абак – агроабразем аккумулятивно-карбонатный, ААБтк – агроабразем текстурно-карбонатный, АСЛ – агрослитая темная, АЧги – агрочернозем глинисто-иллювиальный, АЧ – агроземнозем, АЧтк – агрочернозем текстурно-карбонатный, ГМгу – гумусово-гидрометаморфическая, Гт – темногумусово-глеевая, СЗт – стратозем темногумусовый, СЛ – слитая темная, СНт – солонец темный, Чги – чернозем глинисто-иллювиальный, Ч – чернозем; подтипы: ги – глинисто-иллювиированный, гм – квазиглееватый (ранее «гидрометаморфизованный»), зтр – зоотурбированный, ммц – миграционно-мицелярный, сг – сегрегационный, сл – слитизированный, см – абрадированный, сн – солонцеватый, стр – стратифицированный, эл – элювиированный, ра – постагрогенный, cs – гипс-содержащий; виды почв: ск – солончаковый, сч – солончаковатый, гсч – глубокосолончаковатый; надстрочный индекс (^{спу}) –

внетаксономическая группа почв, подверженных сезонному поверхностному переувлажнению.

Обозначения связей в ПК. Чммц:АЧммц – ташет; Чо×Чт – мозаика; Чв+Чт – сочетание; АЧммц·АЧзтр – пятнистость; Чсн СН – комплекс.

На участках плоских водоразделов с хорошо выраженными глубокими (до 1 м) замкнутыми западинами (ПК 4) к названным компонентам добавляются почвы, испытывающие сезонное (весна и начало лета) поверхностное переувлажнение, часто сопровождающееся временным затоплением. Кратковременное затопление (до 20 сут.) способствует формированию черноземов оподзоленных слитых или лугово-черноземных оподзоленных слитых почв (черноземов глинисто-иллювиальных элювиированных слитизированных квазиглееватых). Более длительное затопление (до 2 месяцев) привело к образованию почв с профилем AU–AUe–BELg–BI/Q/V–BCsa,q, которые пока не имеют четкого положения в существующих классификациях почв (1977, 2004). По-видимому, именно эти почвы З.С. Филиппович (1951) называл дерновыми оподзоленными. С нашей точки зрения, эти почвы можно отнести к черноземно-влажно-луговым элювиально-глеевым выщелоченным слитым почвам в терминах классификации почв СССР или к черноземам глинисто-иллювиальным квазиглеевым элювиированным слитизированным в терминах классификации почв России. Более подробно строение почвенного профиля такой почвы представлено в статье (Хитров и др., 2013).

По мере проявления в рельефе ложбин, переходящих в лощины, далее выпадающих в балки, пятнистость преобразуется в линейное или древовидное сочетание–пятнистость (ПК 3, 10, 11, 12, 13, 14, 15). В таких почвенных комбинациях вдоль днища ложбины или лощины сформировался узкий (10–30 м) вытянутый ареал чернозема выщелоченного (чернозема глинисто-иллювиального квазиглееватого и агрочернозема глинисто-иллювиального квазиглееватого), который образует осевую линию сложного сочетания, а на бортах ложбин и примыкающей к ним части водораздела или пологих приводораздельных склонов расположена пятнистость, состоящая из тех же трех компонентов (Чт·Чперерыт·Чв). Причем в области бровки более крутого борта ложбины, для которой характерна наилучшая дренированность, отмечается явное увеличение доли черноземов зоогенно перерытых. Более подробно строение почвенного профиля почв и почвенных катен, секущих лощины в поперечном направлении, представлено в статьях сборника (Разнообразие почв Каменной Степи, 2009).

При переходе от плоских водоразделов к склонам на дифференциацию структур почвенного покрова существенным образом начинают оказывать

влияние мезорельефа, литологическая смена почвообразующих и подстилающих пород и их сочетание. Склоны восточной экспозиции, опускающиеся в долину балки Таловая, имеют большие уклоны (2° – 4° , в некоторых местах до 10°) и смену почвообразующих пород на небольших расстояниях. На наиболее крутых участках (3° – 10°) этих склонов распространены эрозионные, эрозионно-зональные и полугидроморфно-эрозионные сочетания и сочетания–мозаики (ПК 5, 6, 7, 8, 9). Склоны западной экспозиции пологие. Для них характерно участие засоленных и солонцовых почв в ПК (ПК 16, 17).

Благодаря слоистому залеганию четвертичных и более древних пород на территории Каменной Степи, сравнительно выдержанный в пространстве плащ желто-бурых лёссовидных глин и суглинков мощностью более 2 м на плоских водоразделах сменяется на склонах двучленными покровными лёссовидными отложениями, в которых желто-бурая глина подстилается с глубины 1—1,5 м бурой или коричневато-бурой глиной. Такая литологическая смена пород привела к формированию карбонатных новообразований в форме белоглазки. В результате на склонах вместо чернозема типичного чаще встречается чернозем обыкновенный (чернозем сегрегационный и агрочернозем сегрегационный, как правило, квазиглееватый – и тот, и другой), образуя пятнистости, сочетания и сочетания–пятнистости с черноземом зоогенно перерытым и черноземом выщелоченным, включая эродированные варианты всех этих почв.

Почвы, испытывающие одновременно грунтовое и сезонное поверхностное переувлажнение, в которых проявляются признаки вторичного засоления, наиболее часто встречаются в пределах пояса абсолютных высот от 185 до 180 м в ложбинах и вогнутых частях склона, где под слоем желто-бурых водопроницаемых лёссовидных суглинков и глин на глубине 0,8—1,3 м залегают менее водопроницаемые бурые глины. Здесь встречаются слитизированные, засоленные и абрадированные (смытые) подтипы агрочерноземов, агрочерноземов глинисто-иллювиальных и агрочерноземов текстурно-карбонатных квазиглееватых. В поясе абсолютных высот ниже 180 м появляются сочетания–мозаики, обусловленные частой сменой почвообразующих пород (песков, делювиальных суглинков, переотложенной морены разного гранулометрического состава). В нижней более пологой части склонов восточной экспозиции появляются намытые почвы.

Склоны южной и особенно западной экспозиции являются пологими с малым уклоном. Они осложнены разветвленной сетью широких ложбин, переходящих в лоцины и балки. При подстилании водопроницаемыми породами в ложбинах и лоцинах сформировались черноземы выщелоченные

(по классификации 1977 г.), которые при подъеме грунтовых вод постепенно эволюционируют в лугово-черноземные выщелоченные почвы (агрочерноземы глинисто-иллювиальные квазиглееватые). В условиях близкого (менее 1—1,5 м) подстилания темно-бурыми и шоколадными слабОВОДПРОНИЦАЕМЫМИ глинами в днищах и/или на бортах широких лощин формируются почвы с признаками сезонного и/или постоянного оглеения или квазиглееватости, вторичного засоления, солонцеватости и слитогенеза. Они образуют сложные сочетания с АЧммц,гм, АЧзтр,гм, АЧсг,гм, Чммц,гм, Чзтр,гм, Чсг,гм на склонах лощин и межбалочных водоразделах, АЧги,гм и Чги,гм в днищах ложбин, а также с солонцовыми комплексами в днищах, на бортах ложбин и на прилегающих к ним частях низких водоразделов между ложбинами и лощинами.

В агролесоландшафте Каменной Степи почвы, подвергшиеся поверхностному сезонному переувлажнению (рис. 2), распространены, во-первых, на плоских водоразделах с хорошо развитым западным микрорельефом, во-вторых, в вогнутых частях склонов, ложбинах и лощинах при близком залегании (1—1,5 м) от поверхности коричневатобурых глин, отличающихся низкой водопроницаемостью в вертикальном направлении.

Эродированные почвы (рис. 3) приурочены главным образом к склону восточной экспозиции, спускающемуся в балку Таловая, для которого характерны уклоны 2°–4°.

Засоленные почвы (рис. 4) локализуются в местах длительного сохранения гидроморфного режима за счет грунтовых вод, залегающих в течение всего года на глубине менее 1,5—2,5 м. Кроме того, на карте выделены ареалы ПК, в состав которых входят почвы формально незасоленные, но содержащие новообразования мучнистого гипса. Эти почвы 20–40 лет назад подверглись вторичному засолению при орошении. После прекращения регулярного орошения и понижения уровня грунтовых вод к настоящему времени концентрация легкорастворимых (натриевых солей) снизилась до уровня, позволяющего их классифицировать как незасоленные. Остаточные явления обусловлены сохранившимися новообразованиями гипса и концентрацией ионов натрия в почвенном растворе в интервале 1—15 ммоль/л. Собственно засоленные почвы представлены глубоко солончаковатыми, солончаковатыми и солончаковыми разностями. Засоление гидрокарбонатно-сульфатное или содово-сульфатное натриевое.

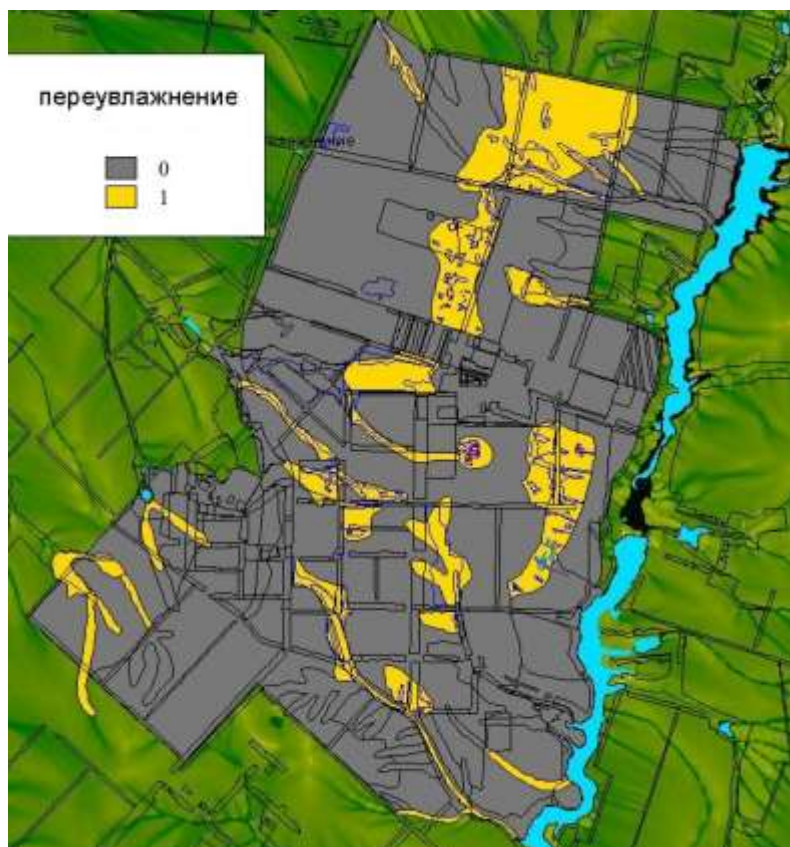


Рис. 2. Карта-схема распространения почвенных комбинаций, исключаящих (0) и включающих (1) сезонно поверхностно переувлажненные почвы.

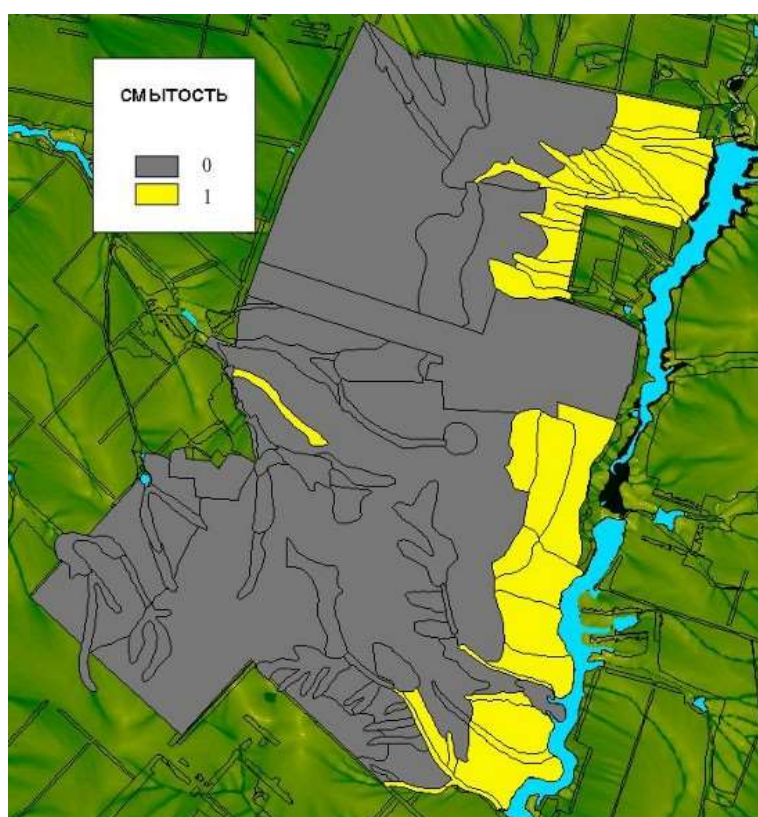


Рис. 3. Карта-схема распространения почвенных комбинаций, исключая (0) и включающих (1) смытые почвы.

Солонцы и солонцеватые почвы (рис. 5) формируются в условиях двустороннего водно-солевого режима. Он включает чередование восходящего и нисходящего передвижения воды и солей. Восходящие потоки воды и солей от грунтовых вод и верховодки к дневной поверхности формируются в летний период за счет расхода воды на испарение и транспирацию. Сезонные нисходящие потоки воды и солей способствуют промыванию верхней части профиля в весенний период после снеготаяния. Большинство ареалов распространения этих почв было выявлено в 1950-х гг. (Мелиорация ..., 1960). Хотя солонцовые почвы были обнаружены при первом обследовании Каменной Степи (Глинка и др., 1894), их ареалы встречались редко. Последующие исследователи (Мальцев, 1923; Филиппович, 1951; Мелиорация ..., 1960) отмечали формирование новых ареалов засоленных и солонцовых почв в результате общего подъема грунтовых вод в ландшафте.

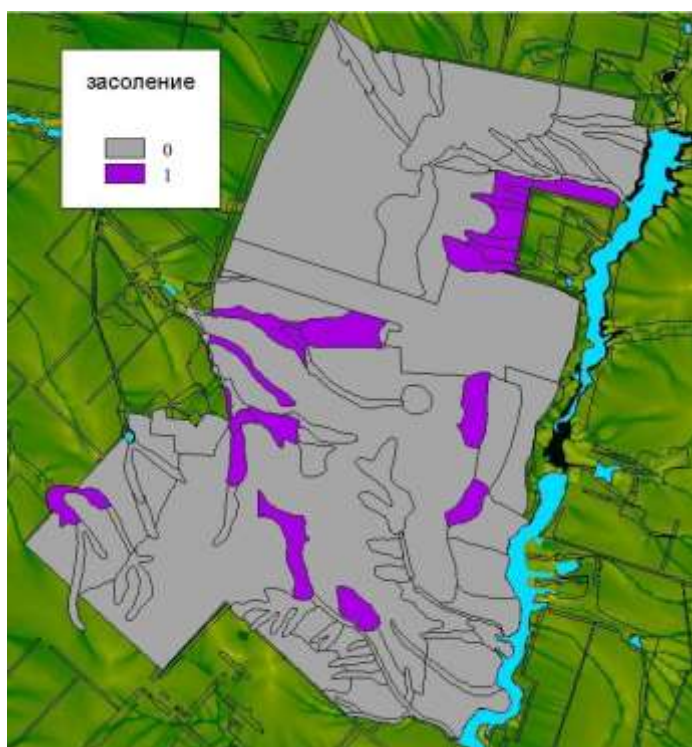


Рис. 4. Карта-схема распространения почвенных комбинаций, исключая (0) и включающих (1) засоленные почвы.

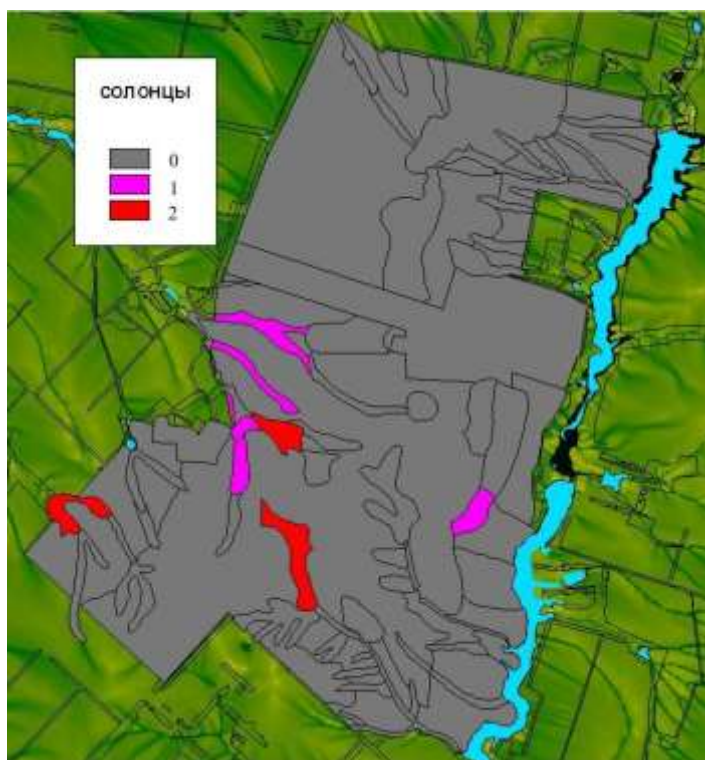


Рис. 5. Карта-схема распространения почвенных комбинаций, исключающих (0) и включающих только солонцеватые почвы (1), солонцеватые почвы и солонцы вместе (2).

В почвах Каменной Степи, приуроченных к днищам вогнутых форм микро- и мезорельефа (западины и ложбины), в ряде случаев отмечаются признаки слитогенеза в виде поверхностей скольжения (сликенсайдов) на субгоризонтальных гранях призмовидных агрегатов, клиновидной структуры и даже микрорельефа гильгай (рис. 6). Дополнительными факторами, способствующими этому процессу, являются глинистый гранулометрический состав и высокая доля набухающих глинистых минералов. Сочетание указанных факторов в Каменной Степи на фоне климатических параметров, характерных для южной части лесостепи, вызывает контрастную смену периодов сезонного переувлажнения почвенного профиля весной и ранним летом и глубокого иссушения летом и ранней осенью. По классификации почв России (2004) среди них встречаются темные слитые квазиглеевые, черноземы и солонцы слитизированные и глубоко слитизированные квазиглеевые и квазиглееватые. По международной классификации WRB (IUSS, 2014) – это Pellic Vertisols (Stagnic), Vertic Stagnic Chernic Phaeozems, Vertic Chernozems (Stagnic), Vertic Stagnic Solonetz (Humic).

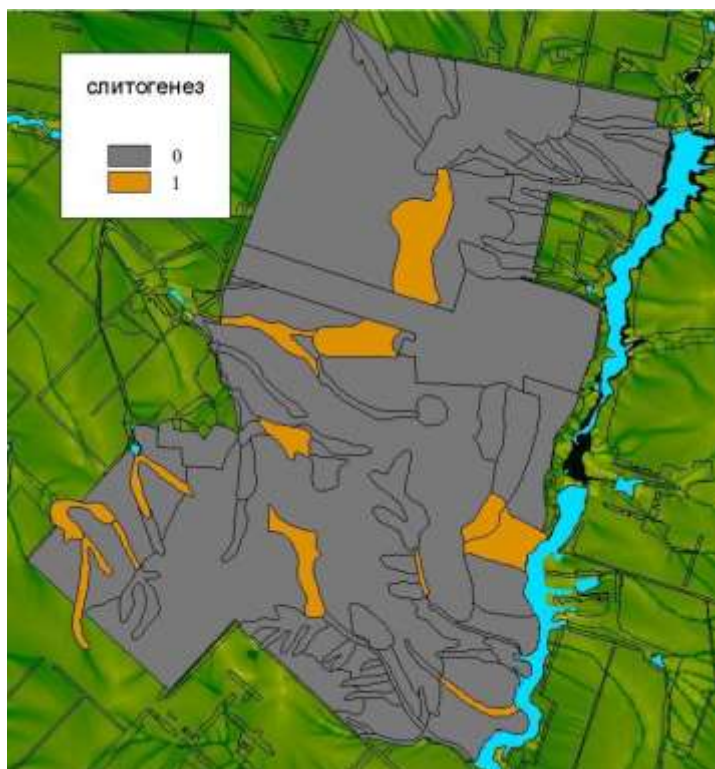


Рис. 6. Карта-схема распространения почвенных комбинаций, исключаящих (0) и включающих (1) почвы с признаками слито(верти)генеза.

Факторы изменения ландшафта и его почвенного покрова

Основными видами деятельности человека, которые стимулировали изменение почв и почвенного покрова и трансформацию исходного степного ландшафта в целом, были: (а) быстрый рост доли пашни в XX веке (рис. 7), (б) последовательная посадка лесополос для защиты полей (рис. 8); (в) создание системы прудов в балках (рис. 1); (г) применение системы простых мероприятий по преобразованию поверхностного стока во внутрпочвенный и грунтовый сток; (д) создание оросительной системы на местном стоке, которая эксплуатировалась с 1953 г. до начала 1980-х годов; сейчас используются отдельные ее элементы для полива приусадебных участков.

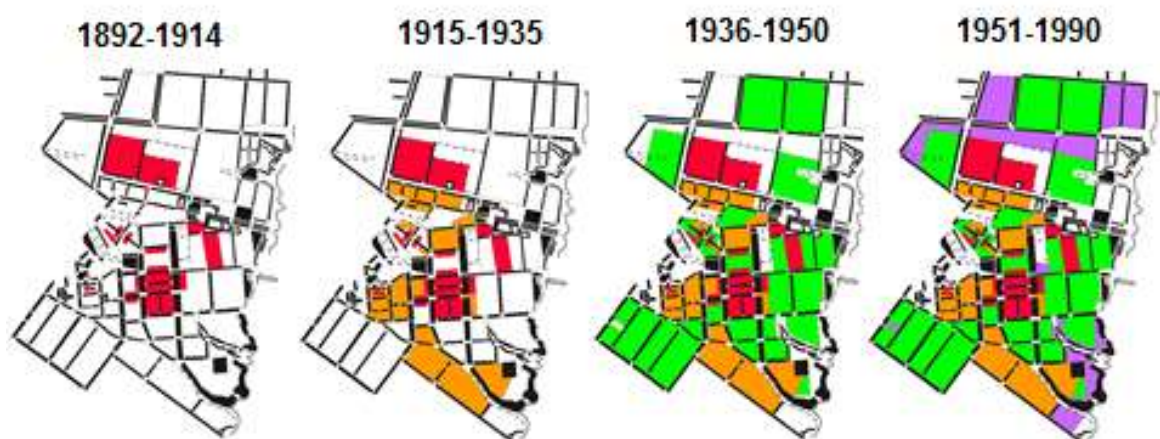


Рис. 7. Увеличение площади пашни в Каменной Степи в течение XX века. Разным цветом показаны поля, вовлеченные в пашню в разные периоды времени: красный – в 1892-1914 гг., желтый – 1915-1935 гг., зеленый – 1936-1950 гг. (травопольная система), фиолетовый – 1951-1990 гг. В настоящее время все участки используются под пашню.

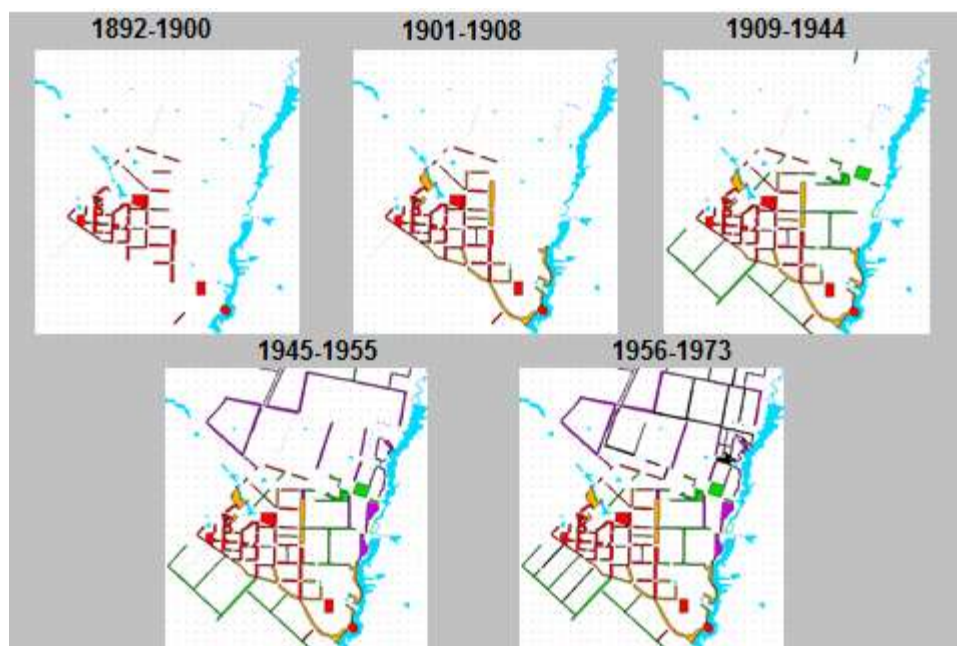


Рис. 8. Годы посадки лесных полос (обозначены цветом): красный – 1892-1900 гг., желтый – 1901-1908 гг., зеленый – 1909-1944 гг., фиолетовый – 1945-1955 гг., черный – 1956-1973 гг. В дальнейшем посадок не было. Все лесополосы существуют в настоящее время.

Этапы изменения ландшафта Каменной Степи за полтора века

На основании имеющихся материалов можно выделить четыре основных этапа изменения ландшафта Каменной Степи за последние полтора столетия, связанные, прежде всего, с хозяйственной деятельностью человека и целенаправленного преобразования естественного степного ландшафта в агролесоландшафт.

Конец XIX века – открытая степь с автоморфными черноземами (в том числе зоотурбированными – сильно перерытыми животными) на водоразделах и склонах с эродированными вариантами на крутых склонах и редкими ареалами солонцов и солонцеватых почв. Небольшая доля пашни преимущественно на водораздельных пространствах, остальная площадь – разновозрастные залежи.

Первая половина XX века – становление лесомелиоративного комплекса в центральной части ландшафта, последовательное увеличение площади пашни, зарегулирование поверхностного стока, строительство прудов, медленный подъем грунтовых вод, постепенное увеличение числа мелких ареалов засоленных почв и солонцов в разных частях ландшафта, прежде всего, вокруг прудов и по днищам балок и лоцин, создание и поддержание заповедных участков.

Середина XX века –

- распашка большей части территории с введением в 1936 г. травопольной системы земледелия,
- расширение системы лесных полос на весь ландшафт,
- организация орошения на водоразделе в 1950-х и строительство двух водохранилищ в балке Таловая,
- быстрый подъем грунтовых вод, переход почв в полугидроморфный и гидроморфный режимы функционирования (рис. 9, 10),
- появляются ареалы сезонного поверхностного переувлажнения и затопления,
- черноземы медленно эволюционируют в лугово-черноземные и черноземно-луговые почвы,
- количество ареалов солонцов относительно стабилизировалось, появляются засоленные несолонцеватые почвы.

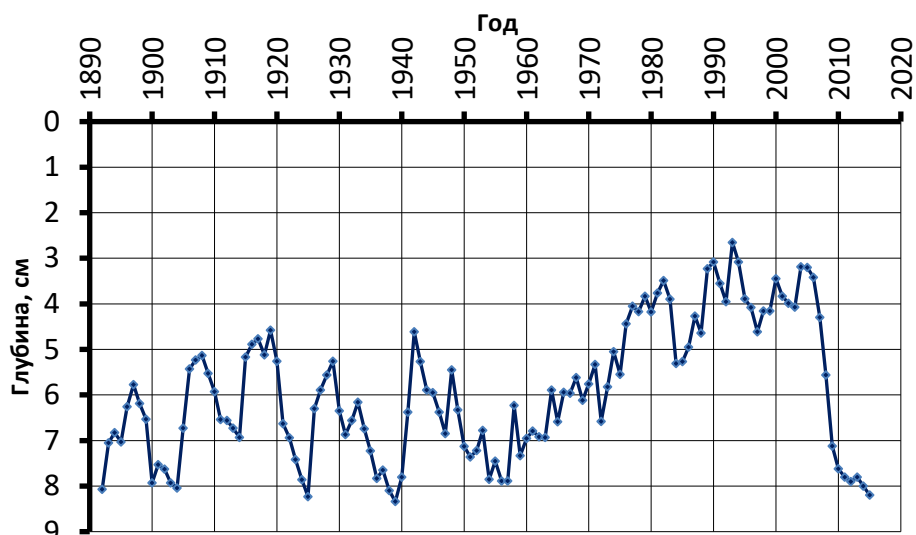


Рис. 9. Многолетняя динамика глубины грунтовых вод по Докучаевскому колодезю.

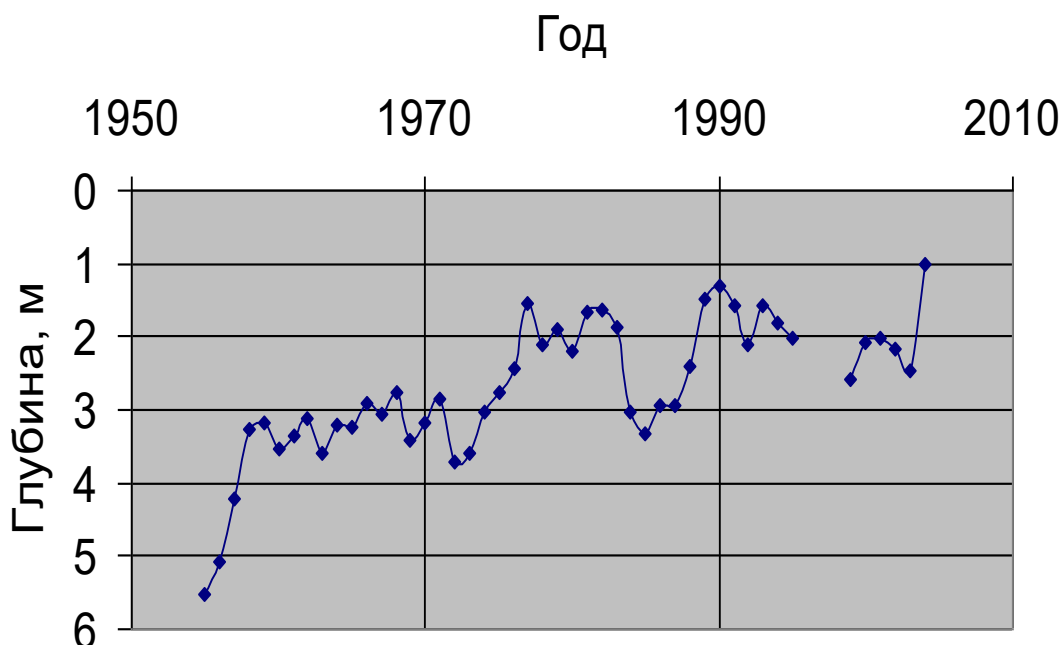


Рис. 10. Изменения глубины грунтовых вод на ключевом участке КС-1 (поле на водоразделе) по данным постоянной наблюдательной скважины гидрогеолого-мелиоративного мониторинга.

Конец XX в. – начало XXI в. – агролесоландшафт с разновозрастными лесополосами, системой полей, используемых под разные виды севооборотов,

и заповедных участков в условиях влажной фазы многолетнего климатического цикла:

- характерен процесс естественного зарастания лесом открытых пространств семенами и корневыми отпрысками от существующих лесонасаждений (образование опушек, зарастание некосимых залежей), но под пологом леса естественное возобновление происходит неудовлетворительно из-за недостатка света,
- усиление дифференциации почвенного покрова за счет эрозионных процессов на склонах и широкого развития сезонного поверхностного переувлажнения почв,
- естественное восстановление мелиорированных солонцов.

Тенденции изменения почвенного покрова во времени

Тенденции изменения почвенного покрова во времени целесообразно оценить в зависимости от пространственной и функциональной организации агролесоландшафта. Материала для убедительных оценок получается немного, а в ряде случаев исходная неоднородность территории затрудняет или на данном этапе исследований не позволяет их сделать. Поэтому предлагаемые ниже заключения включают степень их обоснованности.

Водоразделы и их пологие склоны функционально используются под пашню, защищенную системой лесных полос разного возраста, ширины, состава и расстояния между ними (лесистость изменяется от 5 до 14%, составляя в среднем 9%), а также заповедники (многолетние залежи, находящиеся в режимах ежегодного сенокосения или без него).

На участках слабо выраженного микрорельефа в течение века автоморфные пятнистости черноземов типичных (миграционно-мицелярных), перерытых (зоотурбированных) и выщелоченных (глинисто-иллювиальных) в связи с общим подъемом грунтовых вод за счет накопления снега и зарегулирования поверхностного стока в условиях слоистого залегания четвертичных отложений постепенно эволюционируют в полугидроморфные пятнистости грунтового увлажнения (лугово-черноземные почвы по классификации 1977 г. или черноземы глубококвазиглееватые по классификации 2004 г.).

По мере увеличения длительности использования черноземов под пашню происходит снижение содержания гумуса (Чевердин, 2009).

При наличии глубоких западин в состав почвенного покрова входят почвы с развитием элювиально-глеевого процесса в средней части и слитогенеза в нижней части профиля. Для оценки тенденций их изменения недостаточно экспериментальных данных. Вместе с тем, на плоском водоразделе с хорошо выраженным западным микрорельефом в настоящее время отмечается сезонное поверхностное переувлажнение и затопление почв, длительность

которых связана с глубиной западины, площадью ее водосбора и погодными условиями года.

Крутые склоны разделены системой продольных и поперечных лесных полос на участки, используемые под пашню, огороды, сады, или выведенные из сельскохозяйственного оборота.

Структура почвенного покрова этих территорий наиболее сложная за счет совместного влияния на нее мезо-, микрорельефа, литологии почвообразующих и подстилающих пород и воздействий человека. Это создает затруднения в корректном сопоставлении данных по свойствам почв, полученных в разные периоды времени. В частности отмечены ареалы слитозема и глубинно-слитизированных черноземов по днищам ложбин, но о времени их формирования сведения отсутствуют. Наиболее вероятно, что эти почвы возникли сравнительно давно (более нескольких веков назад), но их стали выделять только в последнее время после отработки диагностических критериев.

Вполне определенно выявлены следующие тенденции.

Во-первых, в связи с общим подъемом грунтовых вод автоморфные черноземы типичные (миграционно-мицелярные), обыкновенные (сегрегационные), перерытые (зоотурбированные), выщелоченные (глинисто-иллювиальные) разной степени смытости или намытости эволюционируют в лугово-черноземные и черноземно-луговые почвы (черноземы квазиглееватые).

Во-вторых, приближение к поверхности коричневатобурых слабоводопроницаемых глин в условиях накопления снега на водоразделах способствовало появлению на вогнутых частях мезосклона пояса ареалов сезонно длительно поверхностно переувлажненных почв, в которых постепенно увеличивается концентрация легкорастворимых солей и иногда проявляется солонцеватость (Хитров, Чевердин, 2012).

В-третьих, продолжаются процессы эрозионного смыва, размыва и намыва, которые приводят к восстановлению ложбинного микрорельефа на мезосклоне даже после целенаправленного его устранения (см. статью Чижиковой с соавторами, 2010).

Ложбины и лоцины выполняют функцию сбора поверхностного стока с окружающих пространств и отвода его из ландшафта в речную сеть. Часть из них находится под пашней, часть выведена из сельскохозяйственного оборота за счет длительного переувлажнения, часть не используется. Ниже по уклону все лоцины перехвачены лесополосами и системой прудов для аккумуляции поверхностного стока.

В связи с общим подъемом грунтовых вод и целенаправленным ограничением стока черноземы выщелоченные (глинисто-иллювиальные) эволюционируют в черноземно-луговые выщелоченные почвы (или черноземы глинисто-иллювиальные квазиглееватые и квазиглеевые по классификации 2004 г.).

В солонцах, расположенных в днищах и на бортах лощин, происходит постепенное накопление легкорастворимых солей.

В позициях с длительным застоем поверхностных вод (три разреза из 16) характерен процесс выщелачивания карбонатов из карбонатных горизонтов, сопровождающийся понижением линии сплошного вскипания на 10—15 см (иногда более) глубже верхней границы обнаружения остаточных сегрегационных форм карбонатов.

Заключение

Программа упорядочивания водного хозяйства в степях России, предложенная В.В. Докучаевым, и комплексное исследование Каменной Степи особой экспедицией в 1892-1894 гг. под его руководством послужили фундаментом последующего антропогенного преобразования степного ландшафта в течение XX века в агролесоландшафт.

Тенденции изменения почвенного покрова оценивали на основе составленной карты текущего состояния структуры почвенного покрова и синтеза имеющейся разносторонней картографической, аналитической и текстовой информации, подготовленной разными исследователями в разные годы.

Изменение состояния ландшафта и, в частности почвенного покрова, в начале XXI в. за счет подъема грунтовых вод по сравнению с таковым в конце XIX в. вызывает необходимость корректировки общей стратегии однонаправленного накопления воды в ландшафте в сторону *дифференцированного регулирования* водного баланса отдельных участков и в целом всей территории.

Созданная система лесных полос и прудов рассчитана на ослабление последствий засух на сельскохозяйственное производство, но не учитывает сезонное длительное затопление почв во влажные годы в длительном своем функционировании по мере подъема грунтовых вод.

Наличие в ландшафте Каменной Степи относительных водоупоров на небольшой глубине является важным ограничивающим фактором для размещения орошаемых участков на широком плоском водораздельном пространстве. На водоразделе в условиях прекращения регулярного орошения сравнительно крупных массивов через 30 лет агролесоландшафт Каменной Степи постепенно возвращается к режиму более рационального

функционирования лишь с минимальным кратковременным проявлением локального сезонного поверхностного переувлажнения почв в годы с экстремальным количеством зимних и весенних осадков.

На отдельных участках агролесоландшафта, исключая заповедники, целесообразно создание специальных конструкций для устранения сезонно затопляемых ареалов почв, направленных на рассредоточение стока или его отвод, а также изменение вида землепользования – перевод пашни на крутых склонах и с участием солонцов в сенокосы, пастбища и заказники.

Благодарности

Работа выполнена по плановым заданиям НИР Почвенного института им. В.В. Докучаева 2006-2009 гг. и проектам РФФИ № 06-04-08323, 08-04-01195, 11-04-00710, 14-04-01694, 15-04-08528.

Список литературы

1. *Басов Г.Ф., Грищенко М.Н.* Гидрологическая роль лесных полос (по данным исследований, проведенных в Каменной степи). М.: Гослесбумиздат, 1963. 201 с.
2. *Винокурова И.К.* Климатические условия Каменной Степи // Лесные полосы Каменной Степи: Сб. статей. Воронеж, Центр.-Чернозем. Кн. изд-во, 1967. С. 5–23.
3. Вопросы травопольной системы земледелия. Т. 2. Итоги работ по изучению изменения почв под воздействием комплекса Докучаева–Костычева–Вильямса. М.: Изд-во АН СССР. 1953. 600 с.
4. *Глинка К., Сибирцев Н., Отоцкий П.* Хреновской участок // Труды экспедиции, снаряженной Лесным Департаментом. Под рук. проф. Докучаева. Отчет Министерству Земледелия и Гос. Имуществ. Науч. отдел. Т. 1: Оро-гидрография, геология, почвы и грунтовые воды. Вып. 1. СПб.: Издание Мин-ва Земледелия и Гос. имуществ, 1894. 124 с.
5. *Докучаев В.В.* Наши степи прежде и теперь. 1892 / По изданию: В.В. Докучаев Сочинения. Т. VI. М. –Л.: Изд-во АН СССР, 1951. С. 11–102.
6. *Зборищук Ю.Н., Рымарь В.Т., Чевердин Ю.И.* Состояние черноземов обыкновенных Каменной степи. М., 2007. 160 с.
7. Каменная Степь: лесоаграрные ландшафты. Под ред. Ф.Н. Милькова. Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 1992. 224 с.
8. Каменная Степь: проблемы изучения почвенного покрова / Научные труды. Под ред. Н.Б. Хитрова. М.: Почвенный институт им. В.В. Докучаева, 2007. 210 с.
9. Классификация и диагностика почв СССР. М.: Колос, 1977. 223 с.
10. Классификация и диагностика почв России / Авторы и составители: Л.Л. Шишов, В.Д. Тонконогов, И.И. Лебедева, М.И. Герасимова.

- Смоленск: Ойкумена, 2004. 342 с.
11. *Мальцев А.И.* Фитосоциологические исследования в Каменной степи. (К вопросу о происхождении и сменах растительности степей) // Труды по прикладной ботанике и селекции. Л., 1923. Т. 13, Вып. 2. С. 135–255.
 12. Мелиорация солонцов в черноземной зоне европейской части СССР. М.: Изд-во АН СССР, 1960. 264 с.
 13. *Мильков Ф.Н., Нестеров А.И., Петров Н.Г., Гончаров М.В.* Каменная степь (опыт ландшафтно-типологической характеристики). Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 1971. 176 с.
 14. *Першина М.Н., Никольский Н.Н., Колпенская Н.П.* Предварительный отчет полевого обследования почв земельной территории института земледелия Центрально-Черноземной зоны им. В.В. Докучаева. М.: Кафедра почвоведения МСХА им. К.А. Тимирязева (на правах рукописи), 1947. 170 с. Фонды библиотеки НИИСХ ЦЧП им. В.В. Докучаева.
 15. *Петров П.Г.* Формирование агролесосистемы и развитие лесомелиоративных исследований // Каменная Степь: лесоаграрные ландшафты. Воронеж, Изд-во Воронежского ун-та, 1992. С. 13–38.
 16. Полевой определитель почв. М.: Почв. ин-т им. В.В. Докучаева, 2008. 182 с.
 17. Почвенная карта Каменно-Степной государственной селекционной станции. Составлена канд. с.-х. наук Д.И. Попазовым по материалам Всесоюзной почвенно-агрономической станции им. акад. В.Р. Вильямса Н.К.З. СССР. 1944 г. Масштаб 1 : 25 000. Фонды музея при НИИСХ ЦЧП им. В.В. Докучаева. Экспонат основной экспозиции.
 18. Почвенная карта территории института земледелия Центрально-Черноземной полосы им. проф. В.В. Докучаева. Масштаб 1 : 10 000. 1947 год. Составлена доцентами кафедры почвоведения ТСХА М.Н. Першиной, Н.Н. Никольским, Н.П. Колпенской с использованием материалов предыдущих исследований Попазова Д.И. и Филипповича З.С. Под редакцией заслуженного деятеля науки, члена-корреспондента АН СССР профессора В.П. Бушинского и доцента С.П. Яркова // Фонды музея НИИСХ ЦЧП им. В.В. Докучаева. Постоянная экспозиция.
 19. Почвы Каменно-Степной опытной станции / Отчет составлен доцентом лаб. почвоведения ТСХА З.С. Филипповичем. М.: Почвенно-Агрономическая станция НКЗ СССР при лаборатории почвоведения ТСХА, 1938. Машинописный текст с таблицами. Фондовые материалы библиотеки НИИСХ ЦЧП им. В.В. Докучаева. 117 с.
 20. Преобразование природы в Каменной степи. М.: Россельхозиздат, 1970. 302 с.
 21. Разнообразие почв Каменной Степи / Научные труды. Под ред. Н.Б. Хитрова. М.: Почвенный институт им. В.В. Докучаева, 2009. 428 с.
 22. *Сухарев И.П.* Гидрологическая и противоэрозионная роль лесных полос. Н.Б. Хитров, Ю.И. Чевердин, Почвы Каменной Степи от времени В.В. Докучаева до наших дней // «Живые и биокосные системы». – 2016. – № 16; URL: <http://www.jbks.ru/archive/issue-16/article-2>

- Воронеж: Центр.-Чернозем. кн. изд-во, 1966. 120 с.
23. *Сухарев И.П.* Регулирование и использование местного стока. М.: Колос, 1967. 191 с.
24. *Сухарев И.П., Сухарева Е.М.* Пруды Центрально-Черноземной полосы (использование прудов и уход за ними). Воронеж: Воронеж кн. изд-во, 1957. 215 с.
25. Труды Каменно-Степной опытной станции им. В.В. Докучаева (Воронежской губ., Бобровского уезда). Саратов: Типо-литография Т-ва Г.Х. Шельгорн и К°, 1914. Вып. 1. 112 с. Приложение: План Каменно-Степной опытной станции имени профессора В.В. Докучаева.
26. *Тумин Г.М.* Влияние лесных полос на почву в Каменной Степи. Воронеж: Коммуна, 1930. 40 с.
27. *Филиппович З.С.* Пруды, лесные полосы и солонцы // Почвоведение. 1951. № 12. С.736–740.
28. *Хитров Н.Б., Лойко С.В.* Структура почвенного покрова плоских водораздельных пространств Каменной Степи // Почвоведение. 2010. No. 12. С. 1411-1423.
29. *Хитров Н.Б.* Подход к ретроспективной оценке изменения состояния почв во времени // Почвоведение. 2008. № 8. С. 899-912.
30. *Хитров Н.Б., Чевердин Ю.И.* Сезонно переувлажненные черноземные почвы Каменной Степи // Деградация богарных и орошаемых черноземов под влиянием переувлажнения и их мелиорация / Научн. тр. М.: АПР, 2012. С. 64-89.
31. *Хитров Н.Б., Чевердин Ю.И., Чижикова Н.П., Роговнева Л.В.* Почвы Каменной Степи, имеющие признаки слитогенеза (вертигенеза) // Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева. 2013. Вып. 72. С. 3-25.
32. *Чевердин Ю.И.* Закономерности изменения свойств почв юго-востока Центрального Черноземья под влиянием антропогенного воздействия. Автореф. дисс. ... доктора биол. наук. Воронеж, 2009. 42 с.
33. *Чижикова Н.П., Сорокина Н.П., Хитров Н.Б., Самсонова А.А.* Глинистые минералы в денудационно-аккумулятивной почвенной комбинации // Почвоведение. 2010. No. 1. С. 97-105.
34. IUSS Working Group WRB. World Reference Base for Soil Resources 2014. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. World Soil Resources Reports № 106. FAO, Rome, 2014. 181 p.
35. *Kozlov D.N., Sorokina N.P., Khitrov N.B.* Large scale digital mapping of soil cover structures // Proceedings of 3rd Global Workshop on Digital Soil Mapping "Digital Soil Mapping: Bridging Research, Production, and Environmental Application", Utah State University, 01-03 October 2008, p. 187.

Spisok literatury

1. Basov G.F., Grishhenko M.N. *Gidrologicheskaya rol' lesnykh polos (po dannym issledovaniy, provedennykh v Kamennoj stepi)*. M.: Goslesbumizdat, 1963. 201 s.
2. Vinokurova I.K. *Klimaticheskie usloviya Kamennoj Step'i // Lesnye polosy Kamennoj Step'i: Sb. statej. Voronezh, T'Sentr.-CHernozem. Kn. izd-vo, 1967. S. 5–23.*
3. *Voprosy travopol'noj sistemy zemledeliya. T. 2. Itogi rabot po izucheniyu izmeneniya pochv pod vozdeystviem kompleksa Dokuchaeva–Kostycheva–Vil'yamsa*. M.: Izd-vo AN SSSR. 1953. 600 s.
4. Glinka K., Sibirtsev N., Ototskij P. *KHrenovskoj uchastok // Trudy ehkspeditsii, snaryazhennoj Lesnym Departamentom. Pod ruk. prof. Dokuchaeva. Otchet Ministerstvu Zemledeliya i Gos. Imushhestv. Nauch. otdel. T. 1: Oro-gidrografiya, geologiya, pochvy i gruntovye vody. Vyp. 1. SPb.: Izdanie Min-va Zemledeliya i Gos. imushhestv, 1894. 124 s.*
5. Dokuchaev V.V. *Nashi stepi prezhde i teper'. 1892 / Po izdaniyu: V.V. Dokuchaev Sochineniya. T. VI. M. –L.: Izd-vo AN SSSR, 1951. S. 11–102.*
6. Zborishhuk YU.N., Rymar' V.T., CHEverdin YU.I. *Sostoyanie chernozemov obyknovennykh Kamennoj stepi*. M., 2007. 160 s.
7. *Kamennaya Step': lesoagrarnye landshafty. Pod red. F.N. Mil'kova. Voronezh: Izd-vo Voronezh. un-ta, 1992. 224 s.*
8. *Kamennaya Step': problemy izucheniya pochvennogo pokrova / Nauchnye trudy. Pod red. N.B. KHitrova. M.: Pochvennyj institut im. V.V. Dokuchaeva, 2007. 210 s.*
9. *Klassifikatsiya i diagnostika pochv SSSR*. M.: Kolos, 1977. 223 s.
10. *Klassifikatsiya i diagnostika pochv Rossii /Avtory i sostaviteli: L.L. SHishov, V.D. Tonkonogov, I.I. Lebedeva, M.I. Gerasimova. Smolensk: Ojkumena, 2004. 342 s.*
11. Mal'tsev A.I. *Fitosotsiologicheskie issledovaniya v Kamennoj stepi. (K voprosu o proiskhozhdenii i smenakh rastitel'nosti stepej) // Trudy po prikladnoj botanike i seleksii. L., 1923. T. 13, Vyp. 2. S. 135–255.*
12. *Melioratsiya solontsov v chernozemnoj zone evropejskoj chasti SSSR. M.: Izd-vo AN SSSR, 1960. 264 s.*
13. Mil'kov F.N., Nesterov A.I., Petrov N.G., Goncharov M.V. *Kamennaya step' (opyt landshaftno-tipologicheskoy kharakteristiki)*. Voronezh: Izd-vo Voronezh. un-ta, 1971. 176 s.
14. Pershina M.N., Nikol'skij N.N., Kolpenskaya N.P. *Predvaritel'nyj otchet polevogo obsledovaniya pochv zemel'noj territorii instituta zemledeliya T'Sentral'no-CHernozemnoj zony im. V.V. Dokuchaeva. M.: Kafedra pochvovedeniya MSKHA im. K.A. Timiryazeva (na pravakh rukopisi), 1947. 170 s. Fondy biblioteki NIISKH TSCHP im. V.V. Dokuchaeva.*

15. Petrov P.G. Formirovanie agrolesosistemy i razvitie lesomeliorativnykh issledovaniy // Kamennaya Step': lesoagrarnye landshafty. Voronezh, Izd-vo Voronezhskogo un-ta, 1992. S. 13–38.
16. Polevoj opredelitel' pochv. M.: Pochv. in-t im. V.V. Dokuchaeva, 2008. 182 s.
17. Pochvennaya karta Kamunno-Stepnoj gosudarstvennoj selektsionnoj stantsii. Sostavlena kand. s.-kh. nauk D.I. Popazovym po materialam Vsesoyuznoj pochvenno-agronomicheskoy stantsii im. akad. V.R. Vil'yamsa N.K.Z. SSSR. 1944 g. Masshtab 1 : 25 000. Fondy muzeya pri NIISKH TSCHP im. V.V. Dokuchaeva. EHksponat osnovnoj ehkspozitsii.
18. Pochvennaya karta territorii instituta zemledeliya TSentral'no-CHernozemnoj polosy im. prof. V.V. Dokuchaeva. Masshtab 1 : 10 000. 1947 god. Sostavlena dotsentami kafedry pochvovedeniya TSKHA M.N. Pershinoj, N.N. Nikol'skim, N.P. Kolpenskoj s ispol'zovaniem materialov predydushhikh issledovaniy Popazova D.I. i Filippovicha Z.S. Pod redaktsiej zasluzhennogo deyatelya nauki, chlena-korrespondenta AN SSSR professora V.P. Bushinskogo i dotsenta S.P. YArkova // Fondy muzeya NIISKH TSCHP im. V.V. Dokuchaeva. Postoyannaya ehkspozitsiya.
19. Pochvy Kamunno-Stepnoj opytnoj stantsii / Otchet sostavlenn dotsentom lab. pochvovedeniya TSKHA Z.S. Filippovichem. M.: Pochvenno-Agronomicheskaya stantsiya NKZ SSSR pri laboratorii pochvovedeniya TSKHA, 1938. Mashinopisnyj tekst s tablitsami. Fondovye materialy biblioteki NIISKH TSCHP im. V.V. Dokuchaeva. 117 s.
20. Preobrazovanie prirody v Kamunnoj stepi. M.: Rossel'khozizdat, 1970. 302 s.
21. Raznoobrazie pochv Kamunnoj Step'i / Nauchnye trudy. Pod red. N.B. KHitrova. M.: Pochvennyj institut im. V.V. Dokuchaeva, 2009. 428 s.
22. Sukharev I.P. Hidrologicheskaya i protivoehrozzionnaya rol' lesnykh polos. Voronezh: TSentr.-CHernozem. kn. izd-vo, 1966. 120 s.
23. Sukharev I.P. Regulirovanie i ispol'zovanie mestnogo stoka. M.: Kolos, 1967. 191 s.
24. Sukharev I.P., Sukhareva E.M. Prudy TSentral'no-CHernozemnoj polosy (ispol'zovanie prudov i ukhod za nimi). Voronezh: Voronezh kn. izd-vo, 1957. 215 s.
25. Trudy Kamunno-Stepnoj opytnoj stantsii im. V.V. Dokuchaeva (Voronezhskoj gub., Bobrovskogo uezda). Saratov: Tipo-litografiya T-va G.KH. SHel'gorn i Ko, 1914. Vyp. 1. 112 s. Prilozhenie: Plan Kamunno-Stepnoj opytnoj stantsii imeni professora V.V. Dokuchaeva.
26. Tumin G.M. Vliyanie lesnykh polos na pochvu v Kamunnoj Step'i. Voronezh: Kommuna, 1930. 40 s.

27. Filippovich Z.S. Prudy, lesnye polosy i solontsy // Pochvovedenie. 1951. № 12. S.736–740.
28. KHitrov N.B., Lojko S.V. Struktura pochvennogo pokrova ploskikh vodorazdel'nykh prostranstv Kamennoj Stepі // Pochvovedenie. 2010. No. 12. S. 1411-1423.
29. KHitrov N.B. Podkhod k retrospektivnoj otsenke izmeneniya sostoyaniya pochv vo vremeni // Pochvovedenie. 2008. № 8. S. 899-912.
30. KHitrov N.B. , CHEverdin YU.I. Sezonnno pereuvlazhnennye chernozemnyye pochvy Kamennoj Stepі // Degradatsiya bogarnykh i oroshaemykh chernozemov pod vliyaniem pereuvlazhneniya i ikh melioratsiya / Nauchn. tr. M.: APR, 2012. S. 64-89.
31. KHitrov N.B., CHEverdin YU.I., CHizhikova N.P., Rogovneva L.V. Pochvy Kamennoj Stepі, imeyushhie priznaki slitogeneza (vertigeneza) // Byulleten' Pochvennogo instituta im. V.V. Dokuchaeva. 2013. Vyp. 72. S. 3-25.
32. CHEverdin YU.I. Zakonomernosti izmeneniya svojstv pochv yugovostoka TSentral'nogo Chernozem'ya pod vliyaniem antropogennogo vozdeystviya. Avtoref. diss. ... doktora biol. nauk. Voronezh, 2009. 42 s.
33. CHizhikova N.P., Sorokina N.P., KHitrov N.B., Samsonova A.A. Glinistye mineraly v denudatsionno-akkumulyativnoj pochvennoj kombinatsii // Pochvovedenie. 2010. No. 1. S. 97-105.
34. IUSS Working Group WRB. World Reference Base for Soil Resources 2014. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. World Soil Resources Reports № 106. FAO, Rome, 2014. 181 p.
35. Kozlov D.N., Sorokina N.P., KHitrov N.B. Large scale digital mapping of soil cover structures // Proceedings of 3rd Global Workshop on Digital Soil Mapping "Digital Soil Mapping: Bridging Research, Production, and Environmental Application", Utah State University, 01-03 October 2008, p. 187.