



УДК 631.4:528.92.94

DOI 10.18413/2075-4671-2018-42-3-358-379

**ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПЕРЕУВЛАЖНЕНИЯ НА СМЕНУ ТИПОВ
ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ ПАХОТНЫХ ЗЕМЕЛЬ ТАМБОВСКОЙ ОБЛАСТИ
В 1968-2018 ГОДАХ МЕТОДАМИ РЕТРОСПЕКТИВНОГО МОНИТОРИНГА
ПОЧВЕННО-ЗЕМЕЛЬНОГО ПОКРОВА**

**ASSESSMENT OF WATERLOGGING ON THE CHANGE OF TYPES OF LAND USE
OF ARABLE LAND OF THE TAMBOV REGION IN 1968-2018 BY METHODS OF
RETROSPECTIVE MONITORING OF THE SOIL-LAND COVER**

**Д.А. Шаповалов¹, П.В. Королева², Е.А. Долинина², Д.И. Рухович²
D.A. Sharovalov¹, P.V. Koroleva², E.A. Dolinina², D.I. Rukhovich²**

¹Государственный университет по землеустройству,
Россия, 105064, г. Москва, ул. Казакова, д.15
²Почвенный институт им. В.В. Докучаева,
Россия, 119017, г. Москва, Пыжевский пер., д. 7 стр. 2

¹State University of Land Use Planning,
15 Kazakova str., 105064, Moscow, Russia
²V.V. Dokuchaev Soil Science Institute,
7, p. 2 Pyzhevsky per., 119017, Moscow, Russia

E-mail: shapoval_ecology@mail.ru; landmap@yandex.ru

Аннотация

Проведен детальный крупномасштабный анализ динамики землепользования Тамбовской области. Установлено, что площадь переувлажненных земель составляет порядка 16 % сельскохозяйственных угодий области, а 6 % из них находятся на пашне и периодически препятствуют культивации сельскохозяйственных культур, то есть являются динамичными территориями. Показано, что статистически значимого роста площадей переувлажненных земель в период с 1968 г. по 2018 г. не наблюдалось. Методами ретроспективного мониторинга почвенно-земельного покрова удалось гармонизировать информацию о переувлажнении почв Тамбовской области из нескольких источников.

Abstract

A detailed analysis of the large-scale land-use dynamics of the Tambov region was conducted. It is found that the area of wetlands is about 16 % of agricultural land area, and 6 % of them are on the plow and periodically interfere with the cultivation of crops, i.e. are dynamic areas. It is shown that a statistically significant increase in the area of wetlands in the period from 1968 to 2018 was not observed. Non-cultivated arable land, for reasons connected with water logging, is 5 % — 100 thous. ha for a particular year. Total area of arable land, which has a marked effect of waterlogging, in one form or another, over to 1968 to 2018, is 8.5 % (18 thous ha). It's apparent that most of these lands (8 %) is getting over-watered temporarily, that is, it is a dynamic part of the soil cover of arable land. Methods of retrospective monitoring of soil and land cover have been able to harmonize information on the waterlogging of soils in the Tambov region from several sources. The hypothesis of disastrous growth of rainfed wetlands of Tambov region, resulting in non-cultivated arable land, has not been confirmed.

Ключевые слова: почвенно-земельный покров, динамика землепользования, переувлажнение почв и земель, Тамбовская область.

Keywords: Soil-land cover, dynamics of land use, waterlogging of soils and lands, Tambov region.

Введение

Официальная статистика фиксирует высокую динамичность посевных площадей [Единая..., 2018], при этом не увеличивая площади залежных земель России. Так же статистика не указывает причины изменений посевных площадей, а кадастровое деление и в большинстве случаев в принципе не разделяет земли сельскохозяйственного назначения на пахотные и различные неудобья. Фактически мы не имеем даже карты пахотных угодий России, а методы составления карт динамики пахотных угодий находятся исключительно в сфере науки [Рухович и др., 2015].

На этом фоне ряд ученых высказывают мнения о массовой деградации почвенного покрова в ходе роста гидроморфизма богарных черноземов [Овечкин, Исаев, 1989, 1985; Паракшин, Паракшина, 1997; Зайдельман и др. 2002; Хитров, Назаренко, 2012; Хитров, Чевердин, 2012; Чевердин, Титова, 2013]. Вводятся термины «мочар» и «мочаризация» [Хитров, Назаренко, 2012; Зайдельман и др., 2013]. Эти исследования показывают, что рост переувлажнения приводит к увеличению площадей залежи. Особенно много работ посвящено Тамбовской области [Гвоздецкий, Заморин, 1933; Степанцова и др., 2008; Зайдельман, 2012, 2002, 2013; Абрамова, 2016].

С другой стороны, официальные доклады по состоянию земель Тамбовской области не меняют площади переувлажненных земель десятилетиями [Доклад..., 2014]. Доклады 1990–2017 годов дают одну и ту же величину – 273 тыс. га. Аналогичную величину можно получить и по почвенной карте Тамбовской области 1958 г. М 1:250 000 [Почвенная..., 1958]. Но переувлажненные почвы долгое время были классификационно не проработаны [Розов, 1939; Иванова 1976; Зайдельман и др., 2013]. Обследования 50-х годов должны были бы сильно занижать площадь переувлажнения.

Возникает ряд противоречий между различными источниками информации. Если динамика посевных площадей федеральной службы статистики верна и сокращение посевной площади обусловлено переувлажнением, то в отчетах по Тамбовской области должна наблюдаться динамика площади переувлажнения. Но динамики переувлажнения в отчетах не наблюдается с 1958 г. Возможно, нет динамики посевных площадей, возможно, нет роста переувлажнения, а возможно, величины переувлажнения Тамбовской области взяты с карты 1958 г. и более не менялись. Возможно, каким-то образом изменения посевных площадей даже не связаны с образованием залежи. Какое из утверждений верно, проверить довольно сложно. В ряде случаев нужно корректировать все источники информации [Рухович и др., 2017, 2018].

В настоящее время активно разрабатываются методы дистанционного мониторинга изменений землепользования [Xiao et al., 2006; El-Kawy et al., 2011; Rawat, Kumar, 2015; Adamietal., 2015]. Существуют подходы с ретроспективным применением этих методов, которые позволяют довольно точно установить изменения площади пашни и причины изменений с 1968 г. по настоящее время [Ахтырцев, 2002; Рухович и др., 2017а, 2017б, 2018]. Эти методы основаны на составлении крупномасштабных карт почвенно-земельного покрова и карт динамики почвенно-земельного покрова.

Первая цель работы – провести мониторинг состояния пахотных земель Тамбовской области с 1968 по 2018 годы и установить точные площади пахотных земель по годам. Вторая цель работы – установить причины изменений типов землепользования пахотных угодий. Третья цель работы – проверить гипотезу о нарастании гидроморфизма Тамбовской области и образования залежи вследствие роста гидроморфизма.



Объект исследования, используемые материалы и методы исследования

Объектом исследования является часть почвенно-земельного покрова пахотных сельскохозяйственных угодий Тамбовской области, подверженная переувлажнению.

В работе использованы архивные материалы, каждый из которых покрывает всю территорию области:

1. Почвенные карты хозяйств (колхозов и совхозов), созданные в 1982–86 годах в масштабе 1:10 000.
2. Пояснительные записки к почвенным картам хозяйств.
3. Почвенные карты районов, созданные в 1978–87 годах в масштабах 1:50 000 и 1:100 000.
4. Почвенная карта Тамбовской области 1958 г. М 1:250 000.
5. Почвенная карта Тамбовской области 1966 г. М 1:250 000.
6. Топографические карты М 1:25 000.
7. Топографические карты М 1:100 000.

Для дешифрирования и синхронизации карт землепользования использованы данные дистанционного зондирования (ДДЗ) (указанные в пунктах 1, 2 и 9 ДДЗ собраны только на территориях Сампурского и Знаменского районов):

1. CORONA – панхроматическая съемка 1968 г. с пространственным разрешением 3 метра.
2. CORONA – панхроматическая съемка 1975 г. с пространственным разрешением 4.5 м/пиксель.
3. Landsat 1 MSS – многозональная съемка с пространственным разрешением 60 м/пиксель, 1976 г.
4. Landsat 2MSS – многозональная съемка с пространственным разрешением 60 м/пиксель, 1979 г.
5. Landsat 5 TM – многозональная съемка с пространственным разрешением 30 м/пиксель 1984 (2 кадра), 1987 (2 кадра), 1990, 1991, 1994, 1995, 1998 (2 кадра), 1999, 2003, 2007, 2009 (2 кадра), 2010 (2 кадра), 2011 гг.
6. Landsat 7 ETM+ - многозональная съемка с пространственным разрешением 30 м/пиксель, 2002 г.
7. IRS – RGB-композит в псевдоцветах с пространственным разрешением 6 м/пиксель, 2007 г.
8. Landsat 8 OLI – многозональная съемка с пространственным разрешением 30 м/пиксель, 2013, 2014 (3 кадра) гг.
9. Кадры IKONOS, QuickBird, и другие снимки от DigitalGlobe из открытых источников с пространственным разрешением не менее 1 м/пиксель, в период с 2007 по 2018 гг.
10. Карта административного деления Тамбовской области на 1958 г.
11. Карта административного деления Тамбовской области на 1966 г.
12. Карта административного деления Тамбовской области на 2018 г. по кадастровому делению.

Дополнительная информация по рельефу:

1. ЦМР SRTM с пространственным разрешением 90 м/пиксель.
2. ЦМР SRTM с пространственным разрешением 30 м/пиксель.
3. ЦМР ASTERDEM с пространственным разрешением 30 м/пиксель.

Методы работы

В работе использованы не отдельные методы, а технологические цепочки.

1. Технология создания топологической ГИС крупного масштаба.

В рамках этой технологии проделаны следующие процедуры:

- 1) Отсканированы (переведены в растровую форму) все вышеперечисленные почвенные и топографические карты Тамбовской области на бумажных носителях.
- 2) Проведена пространственная привязка всех растровых карт с точностью топографической карты М 1:10 000.
- 3) Проведена векторизация всех геопривязанных почвенных карт.
- 4) Проведена топологическая сборка линейно-узловой топологии всех почвенных карт.
- 5) Создана база данных почвенной информации, аккумулирующая сведения о каждом почвенном контуре.
- 6) Создан слой наземных опробований ГИПРОЗЕМа – слой разрезов, по которым строились крупномасштабные почвенные карты.
- 7) Создана база данных почвенной информации со сведениями о каждом разрезе.
- 8) Проведена пространственная привязка ДДЗ.
- 9) Для многозональных ДДЗ проведен синтез псевдоцветных изображений.
- 10) Создана ГИС, содержащая все вышеперечисленные растровые и векторные слои общим количеством порядка 55 слоев, если считать все 300 почвенных карт хозяйств области за один слой, как и все почвенные карты районов – за слой районных карт.

Всего в ГИС введено порядка 400 различных материалов в растровой и векторной форме.

2. Технология ретроспективного мониторинга.

Технология основана на геологических принципах актуализма [Hutton, 1788] и униформизма [Лайель, 1859]. Эти принципы позволяют выработать единую методику дешифрирования для ДДЗ различного происхождения с различных космических аппаратов (в данной работе не менее десяти).

Технология включает в себя камеральный визуальный логический образно-эталонный метод анализа рисунка изображения для дешифрирования ДДЗ в рамках ГИС (метод дешифрирования классифицирован по Константиновской [Константиновская, 2011; Рухович др., 2017а]). Слои ГИС перечислены выше.

Примеры использованных для дешифрирования слоев ГИС даны на рисунках 1: (топографические карты: А – М 1:25 000, Б – М 1:100 000; Почвенные карты: В – М 1:10 000 (1 – черноземы выщелоченные мощные среднегумусные тяжелосуглинистые, 2 – черноземы типичные среднемощные среднегумусные тяжелосуглинистые, 3 – лугово-черноземные выщелоченные среднемощные среднегумусные глинистые, 4 – черноземно-луговые среднемощные среднегумусные тяжелосуглинистые, 5 – лугово-болотные перегнойные тяжелосуглинистые), Г – М 1:50 000 (1 – черноземы выщелоченные мощные среднегумусные тяжелосуглинистые, 2 – черноземы выщелоченные среднемощные среднегумусные тяжелосуглинистые, 3 – черноземы типичные среднемощные среднегумусные тяжелосуглинистые, 4 – лугово-черноземные выщелоченные среднемощные среднегумусные глинистые, 5 – черноземно-луговые среднемощные среднегумусные тяжелосуглинистые), Д – М 1:250 000 (1 – черноземы типичные мощные и среднемощные глинистые, 2 – черноземы слабовыщелоченные глинистые, 3 – размытые и сильно смытые площади); Е – ДДЗ высокого разрешения) и на рисунке 2. Технология детально описана в серии работ, опубликованных в 2013–2017 годах [Рухович и др., 2014, 2015, 2017а].

Назначение технологии – создание серии карт типов землепользования заданного масштаба на заданную территорию с заданными временными интервалами или сроками. Технология позволила в рамках настоящей работы создать серию векторных карт типов землепользования в М 1:10 000 на территории Сампурского и Знаменского районов (рис. 3) на 1968, 1975, 1984, 1990, 2000, 2007, 2013 годы. Карты выполнены в единой легенде (табл. 1).

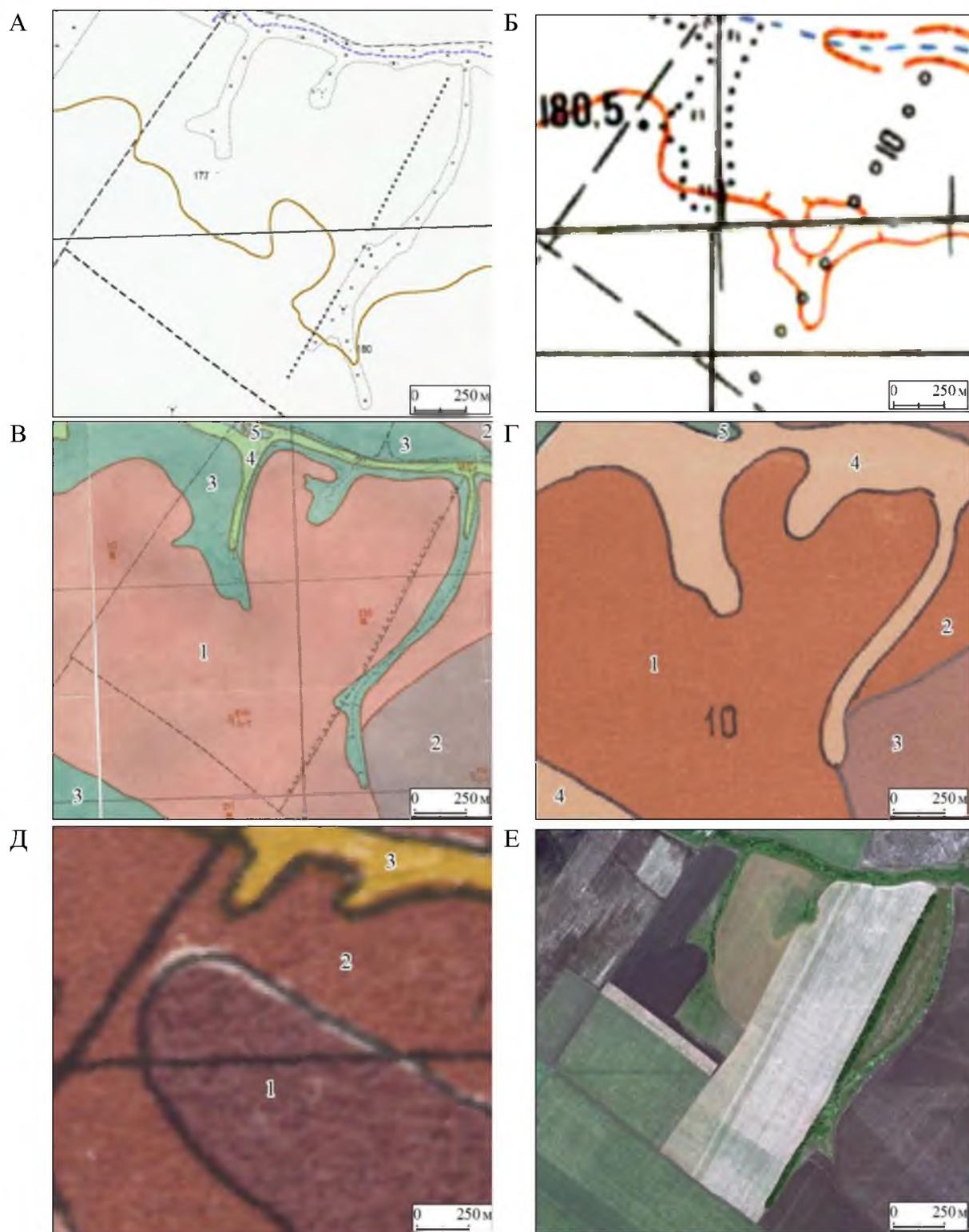


Рис. 1. Слои ГИС для дешифрирования землепользования Тамбовской области

Fig. 1. GIS layers for deciphering the land use of the Tambov region

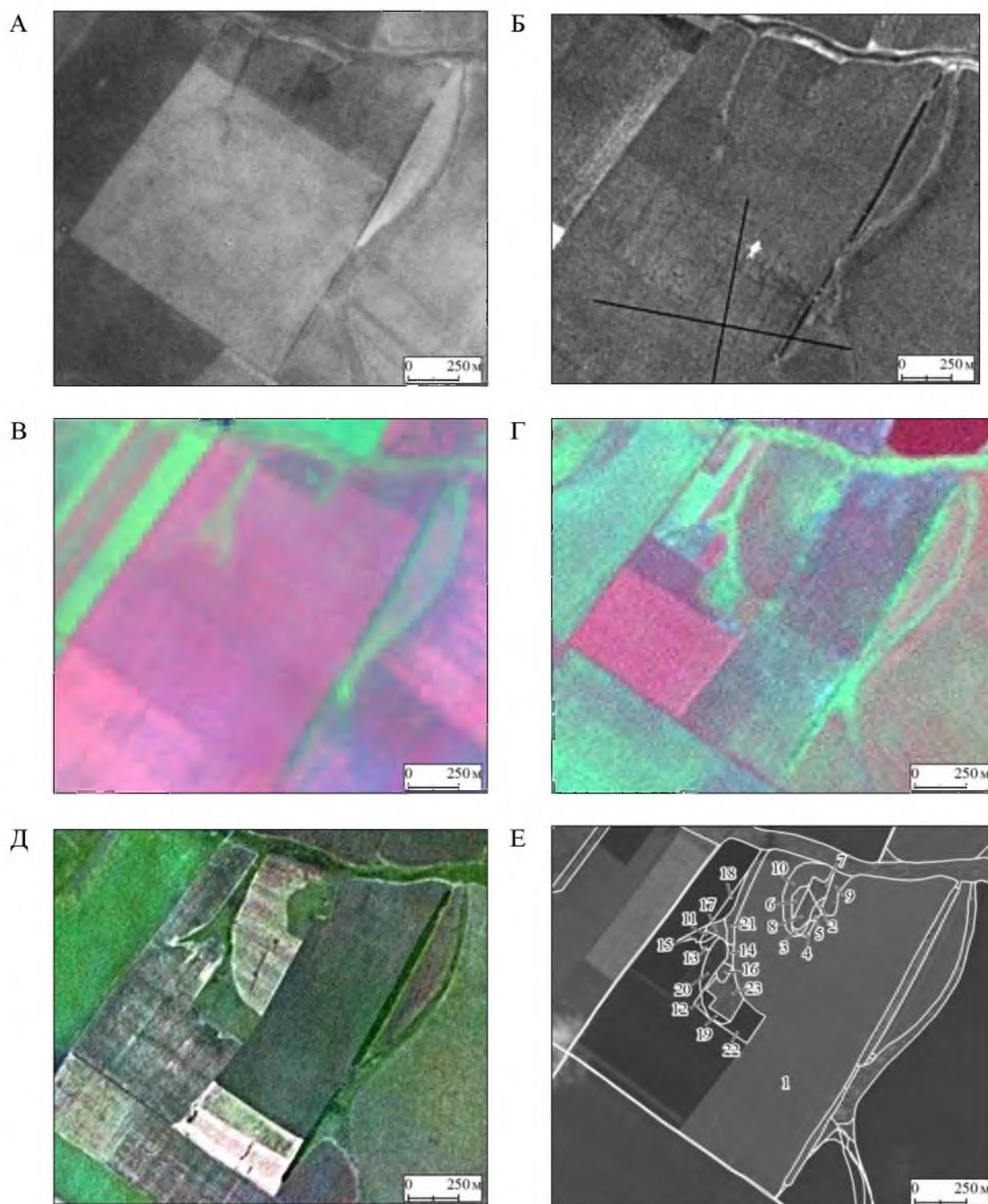
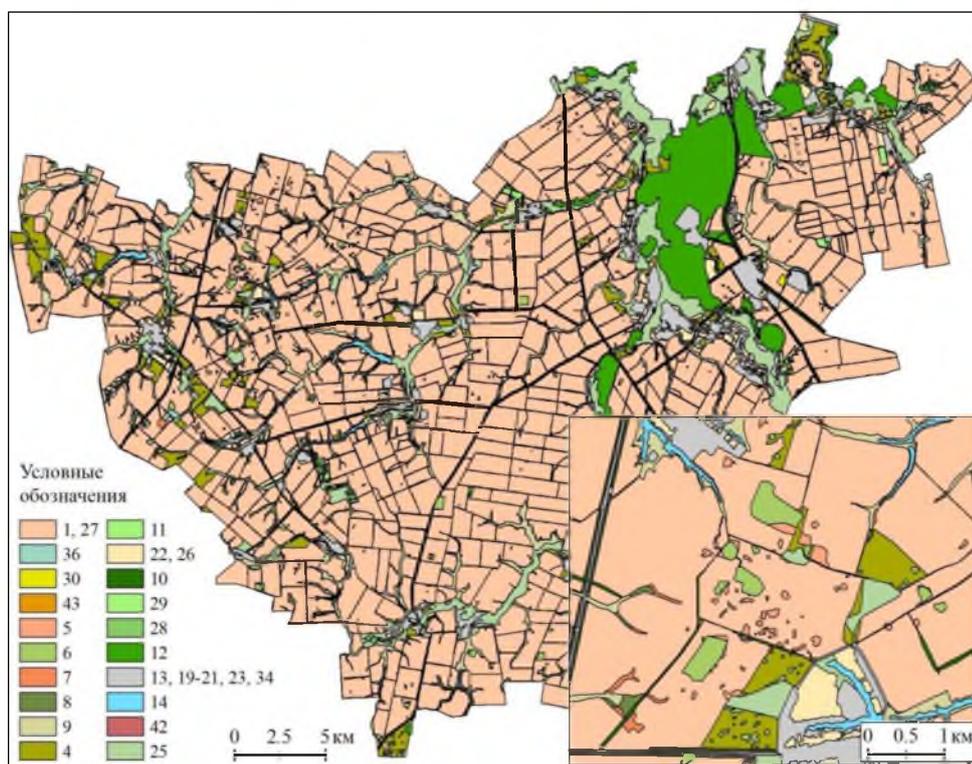


Рис. 2. Пример 1. Анализ динамики землепользования по потяжинам. ДДЗ: А – 1968 г., Б – 1975 г., В – 1990 г., Г – 2000 г., Д – 2007 г., Е – 2013 г. (цифрами обозначены контуры карты динамики землепользования, см. табл. 3)

Fig. 2. Example 1. Analysis of the dynamics of land tenure in terms of tensions. Remote sensing data: A – 1968, Б – 1975, В – 1990, Г – 2000, Д – 2007, Е – 2013 (figures indicate the contours of the map of land use dynamics, see Table 3)

А



Б

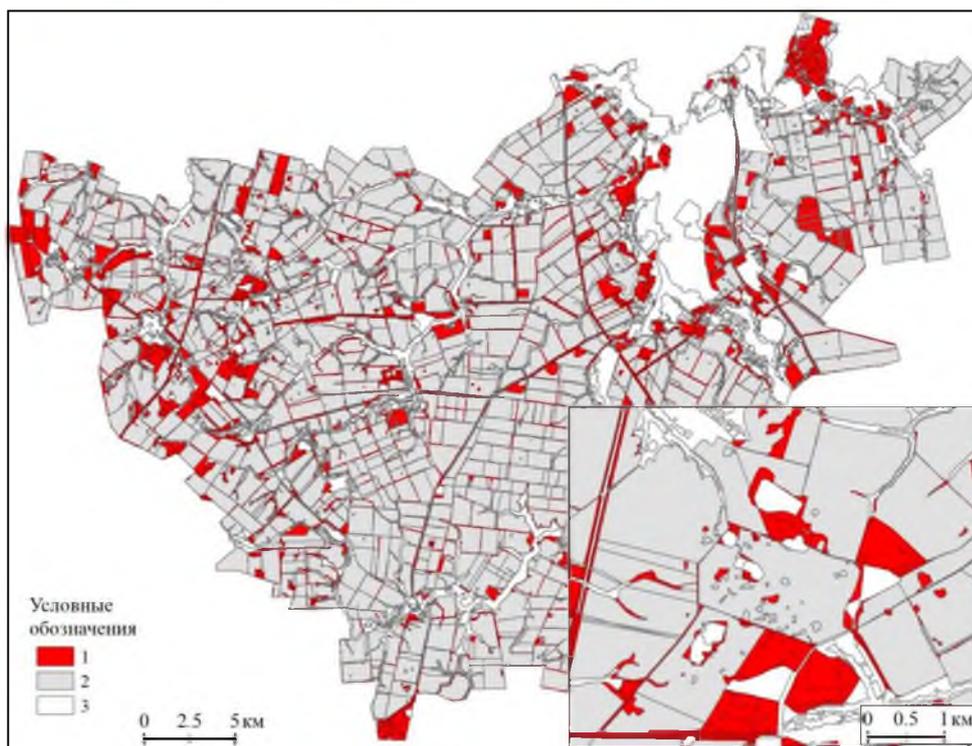


Рис. 3. А – карта землепользования Знаменского р-на Тамбовской обл. 2007 г., расшифровка условных обозначений типов землепользования в таблице 2; Б – карта динамики землепользования (1 – сельскохозяйственные земли с проявлением динамики, 2 – сельскохозяйственные земли без проявления динамики, 3 – не сельскохозяйственные земли)
 Fig. 3. A – Map of land use of Znamensky district of Tambov region. 2007, the description of land use types in Table 2; B – map of the dynamics of land use (1 – agricultural land with dynamics, 2 – agricultural land without manifestation of dynamics, 3 – non-agricultural land)



Таблица 1
Table 1

Легенда к картам типов землепользования
Legend to maps of land use types

№	Тип землепользования
1	Сельскохозяйственное поле обрабатываемое
4	Залежь
5	Обрабатываемая западина
6	Необрабатываемая западина
7	Обрабатываемый участок овражно-балочной сети
8	Необрабатываемый участок овражно-балочной сети
9	Овражно-балочная сеть, не относящаяся к сельскохозяйственным полям (разделитель и т.д.)
10	Лесополоса
11	Садовая территория
12	Кустарники, редколесья, естественная древесная растительность и лесхозы
13	Разделитель поля (не классифицируемый)
14	Водохранилище под орошение
19	Полевая дорога (периодически запахиваемая)
20	Постоянная грунтовая или асфальтовая дорога
21	Хозяйственные объекты и прилегающие территории
22	Частные обрабатываемые участки
23	Земли населенных пунктов
25	Иные земли (не классифицированные)
26	Частные огороды
27	Сельскохозяйственные участки полей, вдоль дорог и лесополос
28	Древесно-кустарниковая растительность (зарастание поля)
29	Древесно-кустарниковая растительность редкая (зарастание поля)
30	Необрабатываемый участок на поле
34	Кладбища
36	Участок сельскохозяйственного поля с увлажнением
37	Нарушение почвенного покрова
39	Сельскохозяйственное поле (с регулируемым водным режимом)
42	Старичные понижения
43	Эрозия, угнетение растительности

Результаты и обсуждение

Для понимания технологии расчетов необходимо рассмотреть ряд примеров изменчивости видов землепользования.

Пример 1. Распространение переувлажнения по тальвегу потяжины в направлении водораздела (см. рис. 2, табл. 2). Рассмотрим поле на рисунке 2А. Поле имеет площадь пашни на 1968 г. – 175.8 га, составляющую 100 % от площади поля. На поле прослеживаются участки луговато-черноземных почв, которые не препятствуют пашне и культивации сельскохозяйственных культур. Ситуация не сильно меняется к 1975 году (см. рис. 2Б), т.к. поле остается пахотным, но по тальвегу образуется переувлажненный участок площадью 1.9 га. В 1990 г. (см. рис. 2В) наблюдаются уже два необрабатываемых фрагмента поля под влаголюбивой сорной растительностью. В 2000 г. продолжается рост переувлажнения с формированием двух «мочаров» (см. рис. 2Г). К 2007 г. (см. рис. 2Д) необрабатываемая часть поля достигает 15.8 га. Формируется устойчивая переувлажненная часть поля с луговато-черноземными, лугово-черноземными и черноземно-луговыми почвами (см. рис. 1В), на которых произрастает естественная влаголюбивая растительность (см. рис. 1А).

Таблица 2
Table 2

Динамика землепользования контуров к примеру 1
(расшифровка типов землепользования в таблице 2)
The dynamics of land use of contours to example 1
(Decoding of land use types in Table 2)

№ контура	Площадь, га	Типы землепользования по годам						
		1968 г.	1975 г.	1984 г.	1990 г.	2000 г.	2007 г.	2013 г.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	155.155	1	1	1	1	1	1	1
2	0.141	5	5	7	8	8	8	8
3	0.188	1	1	7	7	7	8	7
4	0.240	1	1	1	1	1	8	7
5	0.247	5	5	7	7	8	8	8
6	0.618	1	1	7	7	7	8	7
7	0.905	5	5	7	8	7	8	8
8	1.159	5	5	7	7	7	8	8
9	1.426	5	5	8	8	8	8	8
10	2.810	1	1	7	7	7	7	7
11	0.210	1	1	8	8	7	8	7
12	0.249	1	1	1	1	8	8	7
13	0.315	1	1	8	8	7	7	7
14	0.332	7	7	8	8	8	8	8
15	0.430	1	1	1	1	1	8	7
16	0.470	1	7	7	7	8	8	8
17	0.680	7	7	8	8	8	8	8
18	0.904	1	1	1	1	1	8	7
19	0.968	1	1	7	7	8	8	7
20	1.668	1	1	7	7	7	7	7
21	1.905	7	8	8	8	8	8	8
22	2.214	1	1	1	1	8	8	7
23	2.518	1	1	7	7	8	8	8

Площадь, занятая выщелоченными черноземами, сократилась, как сократилась и площадь пахотных земель. Почвенные разности классифицировались по разрезам ГИПРОЗЕМА 1985 г. (6 разрезов на анализируемый фрагмент). На ДДЗ 2014 г. метрового разрешения (см. рис. 2Е) нанесены все границы необрабатываемых фрагментов поля за весь период наблюдения. Всего выделяется 23 фрагмента поля, которые меняли вид землепользования с 1968 по 2014 год (см. табл. 2). Общая площадь переувлажнения, ограничивающая пашню, составила 20.6 га.

Пример 2. Распространение переувлажнения по замкнутым западинам (рис. 4) (табл. 3). Поле на рисунке 4А в 1968 г. имело площадь пашни 81.3 га. В правом верхнем углу поля отмечается переувлажненный участок. К 1975 г. (рис. 4Б) пахотная часть поля сокращается за счет формирования двух «мочаров». Структура почвенного покрова поля не определяется двумя «мочарами», что хорошо прослеживается на некоторых снимках (рис. 4Е). Легко дешифрируются десятки локальных переувлажненных участков по понижениям рельефа. Вполне очевидно, что понижения на поле существовали значительно ранее периода текущих исследований. В 1987 г. (рис. 4В) на поле фиксируется лишь один «мочар», который препятствует пашне. То есть, большинство западин с луговато-черноземными почвами не оказывают существенного влияния на тип землепользования. Ситуация резко меняется к 2007 г. (рис. 4Г). На поле появляется множество переувлажненных фрагментов, препятствующих сельскохозяйственной обработке. В несколько измененном виде картина сохраняется и на 2014 г. (рис. 4Е). Общая площадь под «мочарами» на поле колеблется от 0 до 13.4 га. На рисунке 4Д отображены все границы распространения переувлажнения, ограничивающего

землепользование, за весь период исследования. Фиксируются 50 контуров с уникальными записями в базе данных. Из анализа таблицы 3 следует, что в отличие от примера 1 последовательного увеличения площадей «мочаров» не наблюдается. Есть некоторое количество локальных понижений фиксированной конфигурации, которые в разные годы перестают быть обрабатываемыми.

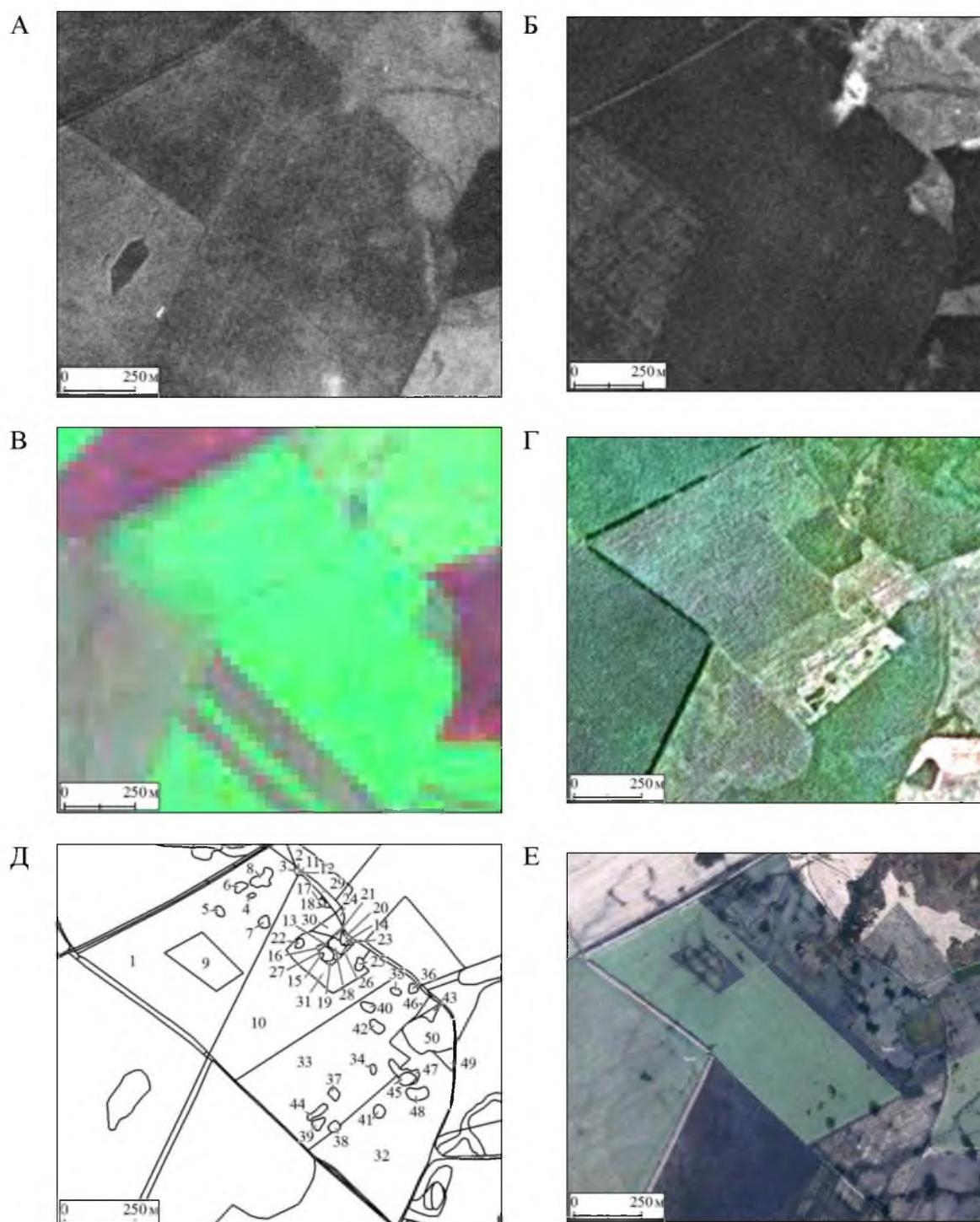


Рис. 4. Примеры 2 и 3. Малые локальные западины и залежь. ДДЗ: А – 1968 г., Б – 1975 г., В – 2014 г. (цифрами обозначены контуры карты динамики землепользования, см. табл. 4), Г – 1987 г., Д – 2007 г., Е – 2014 г.
 Fig. 4. Examples 2 and 3. Small local depressions and reservoir. Remote sensing data: А – 1968, Б – 1975, В – 2014 (figures indicate the contours of the map of the dynamics of land use, see Table 4), Г – 1987, Д – 2007, Е – 2014



Таблица 3
Table 3

Динамика землепользования контуров к Примерам 2 и 3
(расшифровка типов землепользования в таблице 2)
The dynamics of land use of the contours to Examples 2 and 3
(Description of the types of land use in Table 2)

№ контура	Площадь, га	Типы землепользования по годам						
		1968 г.	1975 г.	1984 г.	1990 г.	2000 г.	2007 г.	2013 г.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	21.165	1	1	1	1	1	1	1
2	0.008	1	5	6	6	6	6	6
3	0.031	1	5	5	5	5	5	5
4	0.035	1	5	5	5	5	5	5
5	0.092	1	5	5	5	5	5	5
6	0.121	1	5	5	5	5	5	5
7	0.135	1	5	5	5	5	5	5
8	0.325	1	5	5	5	5	5	5
9	2.736	1	1	1	1	1	1	5
10	16.386	1	1	1	1	1	1	1
11	0.009	1	5	5	5	5	5	5
12	0.012	1	5	6	6	6	6	6
13	0.013	1	1	1	1	6	6	5
14	0.017	6	6	6	6	6	6	5
15	0.023	1	1	1	1	6	6	5
16	0.037	1	5	6	6	5	6	5
17	0.042	1	5	5	5	5	5	5
18	0.046	1	1	5	5	5	5	5
19	0.047	1	1	1	1	6	6	5
20	0.061	6	6	6	6	6	6	5
21	0.077	1	6	6	6	6	6	5
22	0.078	1	5	5	5	5	6	5
23	0.101	6	6	6	6	6	6	5
24	0.105	1	1	4	4	4	6	6
25	0.106	1	1	5	5	5	6	5
26	0.130	1	6	6	6	6	6	5
27	0.183	1	5	6	6	6	6	5
28	0.212	1	6	6	6	6	6	5
29	0.366	1	1	4	4	4	4	4
30	0.454	1	1	1	1	1	6	5
31	3.002	1	1	1	1	5	6	5
32	15.070	1	1	1	1	4	4	1
33	17.664	1	1	1	1	4	1	1
34	0.057	1	1	1	1	5	6	5
35	0.076	1	1	5	5	6	5	5
36	0.087	1	1	5	5	6	5	5
37	0.124	1	1	1	1	5	6	5
38	0.126	1	1	1	1	5	6	5
39	0.132	1	1	1	1	5	6	5
40	0.138	1	5	5	5	6	5	5
41	0.151	1	1	1	1	4	4	5
42	0.167	1	5	5	5	6	6	5
43	0.168	6	6	6	6	6	5	5



Окончание таблицы 3
Ending of table 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
44	0.170	1	1	1	1	5	6	5
45	0.202	1	5	5	5	6	6	6
46	0.240	1	6	6	6	6	5	5
47	0.266	1	1	1	1	4	6	5
48	0.293	1	5	5	5	4	6	5
49	0.312	1	6	6	6	6	6	5
50	2.070	6	6	6	6	6	6	6

Пример 3. Образование залежи на полях с замкнутыми западинами (см. рис. 4 и табл. 3). Влияние на землепользование небольших замкнутых западин не ограничивается только потерей площади пахотных угодий под ними [Колесников и др., 2018]. Сами западины могут (как на рис. 4Е) угнетать растительность только в их границах. Но на 2007 г. (см. рис. 4Г) фиксируется прекращение обработки большого фрагмента поля, который становится залежью и требует перенарезки поля. Дальнейшее введение залежи в сельскохозяйственный оборот требует специфической обработки, наблюдаемой в 2014 г. (см. рис. 4Е). Таким образом, некоторое критичное количество переувлажненных участков на поле может в определенные годы приводить к выводу из севооборота всего поля на площадях, значительно превышающих фактическое переувлажнение. То есть, перестают быть пашней не только фрагменты поля, занятые луговато-черноземными и лугово-черноземными почвами, но и зональными почвами – черноземами выщелоченными. Площади залежных земель значительно превосходят площади фактического переувлажнения.

Пример 4. Пульсация стационарных западин (рис. 5, табл. 4). Кроме нарастающих по площади объектов (пример 1), небольших локальных объектов, которые лишь периодически проявляются (пример 2) и временно возникающей залежи, существует довольно большое количество пульсирующих объектов. Под пульсирующим объектом понимается фрагмент пахотного поля, который никогда не исчезает окончательно (не становится пашней), но в некоторые годы выводит из пашни значительные части поля вокруг себя.

На рисунке 5А приведен фрагмент пахотного поля, распаханного в 1968 г. на 100 %. В 1975 г. (см. рис. 5Б) хорошо дешифрируется блюдцеобразная западина и прямоугольная территория предполагаемого залужения, то есть формирования устойчивой луговой растительной ассоциации на части поля с черноземно-луговыми почвами и солодами (дано по почвенной карте хозяйства). Из пашни выводилось порядка 10 га. Основной пахотный массив поля относится к черноземам типичным. Предполагаемый к залужению массив значительно больше площади блюдцеобразной западины. Реальное распространение переувлажнения хорошо дешифрируется в 2013 г. (см. рис. 5В). Минимальный необрабатываемый объект прямоугольной формы четко прослеживается в 2014 г. (см. рис. 5Г, Д). На этом же рисунке хорошо дешифрируется и вся блюдцеобразная западина, но также четко фиксируется и пахотная обработка западины, за исключением минимального фрагмента. В иные годы (2007 г.) конфигурация необрабатываемой части поля может выглядеть иначе (см. рис. 5Е). На рисунке 5Е также нанесены все границы проявления переувлажнения за весь период исследования. Всего фиксируется 8 объектов, которые имеют разную историю землепользования.

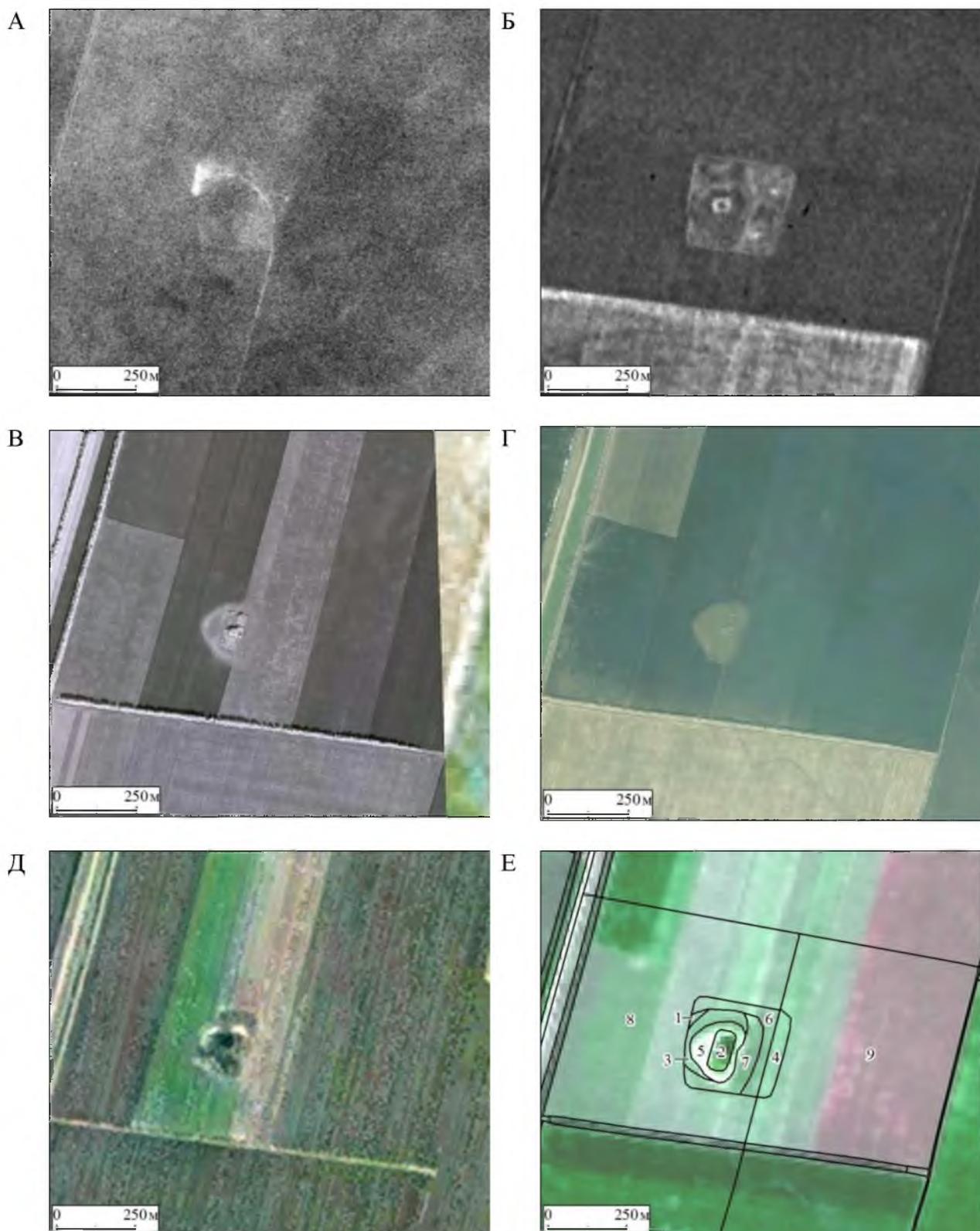


Рис. 5. Пример 4. Пульсация западины. ДДЗ: А – 1968 г., Б – 1975 г., В – 2013 г., Г – 2014 г., Д – 2007 г., Е – 2014 г. (цифрами обозначены контуры карты динамики землепользования, см. табл. 5)

Fig. 5. Example 4. Pulsation of the trough. Remote sensing data: А – 1968, Б – 1975, В – 2013, Г – 2014, Д – 2007, Е – 2014 (figures indicate the contours of the map of the dynamics of land use, see Table 5)



Таблица 4
Table 4

Динамика землепользования контуров к Примеру 4
(расшифровка типов землепользования в таблице 2)
The dynamics of land use of contours to Example 4
(Description of the types of land use in Table 2)

№ контура	Площадь, га	Типы землепользования по годам						
		1968 г.	1975 г.	1984 г.	1990 г.	2000 г.	2007 г.	2013 г.
1	0.113	6	6	5	5	6	5	5
2	0.805	6	6	6	6	6	6	6
3	1.123	6	6	5	5	6	6	5
4	1.247	1	6	5	5	5	5	5
5	1.609	6	6	6	6	6	6	6
6	1.903	6	6	5	5	5	5	5
7	1.982	6	6	5	5	6	5	5
8	37.554	1	1	1	1	1	1	1
9	38.063	1	1	1	1	1	1	1

Карта динамики землепользования Знаменского района

Приведенные выше примеры демонстрируют результаты ретроспективного мониторинга почвенно-земельного покрова. Аналогично приведенным примерам обработаны все сельскохозяйственные поля Знаменского и Сампурского районов, и составлены по 7 карт типов землепользования в единой легенде (см. табл. 1): на 1968, 1975, 1984, 1990, 2000, 2007 и 2013 годы. Пример карты землепользования на 2007 г. дан на рисунке 3А. Изменения площади пашни и переувлажнения по годам даны в таблице 5. Минимальная площадь пашни фиксируется в период с 2000 по 2007 годы.

Таблица 5
Table 5

Изменения площадей обрабатываемых земель и распространения переувлажнения
в Знаменском р-не Тамбовской обл. (в числителе – тыс. га,
в знаменателе – % от площади максимальной распашки)

Changes in the areas of cultivated land and the spread of waterlogging in Znamensky district of the Tambov region (in the numerator – thousand ha, in the denominator – % of the maximum plowing area)

Годы / Тип земель	1968	1975	1984	1990	2000	2007	2013
Пашни	<u>82.54</u> 96.81	<u>82.30</u> 96.53	<u>79.84</u> 93.64	<u>79.17</u> 92.86	<u>75.67</u> 88.75	<u>76.23</u> 89.41	<u>77.03</u> 90.35
Обрабатываемое переувлажнение	<u>0.39</u> 0.46	<u>0.50</u> 0.59	<u>0.63</u> 0.74	<u>0.63</u> 0.73	<u>0.59</u> 0.69	<u>0.63</u> 0.74	<u>0.99</u> 1.17
Необрабатываемое переувлажнение	<u>0.08</u> 0.10	<u>0.13</u> 0.15	<u>0.29</u> 0.34	<u>0.39</u> 0.46	<u>0.64</u> 0.75	<u>0.79</u> 0.93	<u>0.51</u> 0.60
Залежи	<u>0.00</u> 0.00	<u>0.13</u> 0.15	<u>0.99</u> 1.17	<u>1.41</u> 1.66	<u>4.01</u> 4.71	<u>3.24</u> 3.80	<u>2.56</u> 3.01
Лесополосы	<u>0.04</u> 0.05	<u>0.14</u> 0.16	<u>1.51</u> 1.77	<u>1.84</u> 2.15	<u>1.88</u> 2.20	<u>1.87</u> 2.19	<u>1.87</u> 2.19
Не с/х земли	<u>2.20</u> 2.58	<u>2.07</u> 2.43	<u>2.00</u> 2.34	<u>1.83</u> 2.14	<u>2.47</u> 2.89	<u>2.50</u> 2.93	<u>2.29</u> 2.69

Пересечение семи карт землепользования позволяет получить карту динамичности [Рухович и др., 2016] района (см. рис. 3Б) (табл. 6). Данные общей карты динамичности и отдельных карт землепользования существенно отличаются. К примеру, максимальная площадь пашни по годам не превышала 82.54 тыс. га, в то время как за все годы



исследования пашня распространялась на 85.26 тыс. га. Минимальная площадь пашни составляла 75.67 тыс. га, но территории, которые обрабатывались весь период исследования (были пашней во все годы) составляют только 73.30 тыс. га.

Таким образом, 14.85 % пашни района в то или иное время переставали обрабатываться, то есть меняли тип землепользования. Конечно, не вся изменчивость землепользования связана со свойствами почвенного покрова. На территории района фиксируется культивирование лесополос, строительство дорог, животноводческих комплексов и т.д., что также отслеживается при ретроспективном мониторинге как изменчивость типов землепользования. Отметим, что даже эти процессы не всегда носят направленный характер, так как фиксируется распашка территории деревень, запашка ряда дорог и ликвидация лесополос, то есть вовлечение земель в пашню. Но для текущего исследования важными являются процессы переувлажнения, приводящие к смене землепользования.

Таблица 6

Table 6

Данные карты динамичности Знаменского района Тамбовской области
The data of the dynamic map of Znamensky district of Tambov region

	Площадь, тыс. га.	% от площади максимальной распашки
Площадь максимальной обработки	85.26	100.00
Постоянно обрабатывается	73.30	85.97
Общая динамика	12.66	14.85
Проявление переувлажнения	1.55	1.82
Залежи	5.49	6.44
Динамика, связанная с переувлажнением	7.04	8.26

Всего вследствие переувлажнения пашней переставали быть 7.04 тыс. га или 8.26 % от максимальной площади обработки. При этом непосредственно «мочары» формировались на 1.55 тыс. га, то есть на 1.82 % пашни. Площадь стационарных «мочаров», образовавшихся за годы исследования на пашне, составляет не более 500 га – 0.6 %. То есть собственно к площади земель с нарастанием переувлажнения на пашне относятся только 0.6 % пашни, которые вышли из сельскохозяйственного оборота и более не обрабатываются. 7.6 % – это территории, которые под воздействием климатических и других флуктуаций в одни годы являются пашней, а в другие – нет. Элементы рельефа, на которых фиксируются переувлажнения, и типы почв в этих элементах за годы исследования не менялись, так как в той или иной мере прослеживаются на самых ранних снимках.

Анализ динамики землепользования

Поскольку максимум вывода земель из сельскохозяйственного оборота приходится на 2000–2007 годы [Alcantara et al., 2013; Prishchepov et al., 2013; Estel et al., 2015], то можно было бы предположить, что причина этого – влияние влажного периода. В эти же годы на заброс указывает и ряд авторов, так же приходя к выводу о влажном периоде [Степанцова и др., 2008; Зайдельман и др., 2012; Хитров, Назаренко, 2012; Зайдельман и др., 2013]. К сожалению, приходится внести некоторые коррективы в степень влияния климатического фактора [Минаков, Ахтырцев, 2011].

Дело в том, что именно на период с 2000 по 2007 годы приходится максимальный спад сельского хозяйства по всей стране. Сокращение посевных площадей в эти годы составило по всей России 36.5 % [ЕМИСС 4], если брать официальную статистику.

Тамбовская область просто не является исключением из общего правила. Аналогичный рост площади залежи в этот период наблюдается и в Тульской области. Но там заброс четко связан с экономической ситуацией и естественным плодородием почв [Куляница и др., 2017; Рухович и др., 2014; Рухович и др., 2018; Рухович и др., 2017б]. В Тульской области забрасывались наименее плодородные земли, на которых распространены дерново-подзолистые и серые лесные почвы. Процент заброса убывает в следующем зональном ряду почв: дерново-сильноподзолистые, дерново-среднеподзолистые, дерново-слабоподзолистые, светло-серые лесные, серые лесные, темно-серые лесные, черноземы оподзоленные, черноземы выщелоченные. Черноземы выщелоченные практически не забрасывались, а сильноподзолистые заброшены на 80 %.

В Тамбовской области зональный ряд выглядит так: серые лесные, черноземы сильно выщелоченные, черноземы средне выщелоченные, черноземы слабо выщелоченные, черноземы типичные [Юмашев, Трунов, 2006]. Поэтому в Тульской области сокращение посевной доходило до 55 %, а в Тамбовской только до 38 %, достигнув максимума в 2007 году. Большинство почв Тамбовской области по сравнению с Тульской областью являются наиболее плодородными. Но роль наименее плодородных почв в Тамбовской области играют не зональные, а интразональные почвы – солоды, лугово-черноземные, черноземно-луговые и солонцеватые почвы. Именно они первыми становятся невыгодными для возделывания, то есть забрасываются, что и выявляет ретроспективный мониторинг.

Конечно, рост увлажнения в 2000–2007 годах подтверждается при ретроспективном мониторинге, но площадь «мочаров» составила в этот период 1.44–1.67 % от площади пашни когда минимум за период аблюдения состовлял 0,56 %. А вот залежь по причине увлажнения достигала 4.71 % при минимуме 0 %. Таким образом «мочары» оказывали влияние на площади в 5 раз большие, чем занимали сами. Но залежь образовывалась на полях с большим количеством западин, почв лугового ряда, солодей и т.д. Территории распространения залежей исходно относились к периодически переувлажняемым землям, то есть экономически наименее рентабельным. Таким образом, заброс земель связан не только и не столько с увлажнением, сколько с экономической ситуацией в целом.

Влияние экономической ситуации продолжает маскировать влияние климатических факторов и позднее 2014 г. С 2007 г. происходит постепенное увеличение площади обрабатываемых земель, хотя на текущий момент и не достигшей уровня 1990 г. как в целом по России, так и в Тамбовской области [ЕМИСС 4; Климентова и др., 2013]. На фоне общей тенденции роста на территории Тамбовской области в 2016 г. наблюдается относительное снижение посевной – на 6.38 % по отношению к 2015 г. Изменение площади посевной неравномерно по различным районам области и колеблется от –16 % до +4 % (табл. 7). Средняя величина сокращения (6.38 %) довольно точно соответствует сокращению посевной Знаменского района.

По наличию переувлажненных земель Знаменский район так же является средним среди районов области. В остальных районах области также прослеживается четкая связь между площадями переувлажненных почв и величиной сокращения-увеличения площади посевной во влажном 2016 г. Рост площади посевной продолжился в 2017 г. и превысил величину 2015 г. То есть климатические факторы накладываются на экономические, но изменить общую экономическую тенденцию не могут.


 Таблица 7
 Table 7

 Динамика посевных площадей муниципальных районов Тамбовской области (тыс. га.)
 The dynamic of sown areas of municipal districts of the Tambov region (thousand ha)

Район	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
Бондарский район	26.21	36.59	34.98	45.01	43.23	52.64
Гавриловский район	42.40	50.41	49.32	51.00	47.63	53.39
Жердевский район	76.18	82.95	83.12	87.94	81.76	83.99
Знаменский район	66.92	69.82	72.23	75.06	70.31	69.93
Инжавинский район	82.53	93.67	95.36	101.24	95.53	98.45
Кирсановский район	52.34	56.65	60.42	63.43	53.07	62.32
Мичуринский район	60.56	67.45	71.94	72.29	71.05	67.20
Мордовский район	91.27	94.61	98.40	104.87	97.80	102.81
Моршанский район	47.34	55.85	56.57	69.24	69.29	82.87
Мучкапский район	58.35	64.09	64.92	65.98	58.38	61.93
Никифоровский район	64.69	70.42	70.34	76.21	69.51	77.33
Первомайский район	24.47	30.50	26.42	27.58	28.76	30.12
Петровский район	103.00	109.83	110.11	113.94	111.84	115.01
Пичаевский район	30.25	35.27	37.26	41.04	34.77	46.14
Рассказовский район	80.27	89.79	90.77	96.37	91.81	95.72
Ржаксинский район	86.19	93.39	92.52	96.45	94.62	92.81
Сампурский район	64.11	68.07	65.98	72.09	71.64	71.07
Сосновский район	71.06	74.26	87.10	89.52	83.91	94.59
Староюрьевский район	52.52	57.08	57.13	63.77	61.03	67.81
Тамбовский район	96.98	101.87	103.33	110.11	99.46	112.87
Токаревский район	85.67	92.75	94.43	97.08	86.21	94.32
Уваровский район	65.02	72.14	70.35	76.40	72.09	73.33
Умётский район	45.13	48.87	50.84	59.06	50.21	60.00

Заключение

Почвенный покров Тамбовской области подвержен периодическому увлажнению и переувлажнению, в том числе на богарных территориях. Это явление на почвенных картах области прослеживается как минимум с 1953 г. (первый тур обследования), что можно наблюдать на почвенной карте 1958 г. [Почвенная..., 1958]. Обычно это почвенный покров локальных западин и потяжин, представленный солонцеватыми, луговато-черноземными, лугово-черноземными, болотными почвами и солодями. Большая часть этих элементов рельефа, скорее всего, никогда не вовлекалась в пашню. Документально можно утверждать, что на 1968 г. большая часть элементов рельефа (ландшафта), подверженных переувлажнению, не относилась к пахотным угодьям. То есть в распашку в основном вовлекались территории, мало подверженные переувлажнению. В пашню не вовлекались и довольно обширные водораздельные территории со структурой почвенного покрова, где доля периодически переувлажненных почв превышала 30 %. Крупномасштабные почвенные карты хозяйств и почвенные карты районов также фиксируют, что периодически переувлажняемые элементы ландшафта на водораздельных территориях в пашню в основном не вовлекались. Ситуация на почвенных картах 1986 г. мало отличается от ситуации 1958 г. Очевидно этим и обусловлены цифры официальной статистики, практически не изменяющиеся во времени.

Ретроспективный мониторинг показывает, что в пашню частично были вовлечены и небольшие локальные западины и потяжины, что не нашло отображения на почвенных и



землеустроительных материалах 1953–1989 годов. Одна из причин вовлечения этих непродуктивных земель в пашню – прямоугольная конфигурация полей, нарушающая принципы ландшафтной адаптации [Кирюшин, 2011]. Доля этих фрагментов составляет порядка 2 % от общей площади пашни или порядка 42 тыс. га. С 1968 по 2018 г. где-то четверть этих фрагментов окончательно вышла из состава пахотных земель с формированием на них «мочаров». Это составляет примерно 0.5 % площади пашни или порядка 10 тыс. га. Остальные три четверти лишь периодически перестают обрабатываться.

Влияние локальных западин и потяжин не ограничивается их площадью. Пахотные поля с большой долей переувлажненных фрагментов периодически забрасываются, хотя большая их часть не переувлажнена. Забрасываются поля в период фиксации максимального роста увлажнения локальных западин и потяжин, затрудняющих проход сельскохозяйственной техники. Площадь пашни, забрасываемой по причинам, связанным с переувлажнением, достигает 5 % – 106 тыс. га. в конкретный год. Общая площадь пашни, где в период с 1968 по 2018 годы отмечено влияние переувлажнения в том или ином виде, составляет до 8.5 % (181 тыс. га.). Очевидно, что большая часть этих земель (8 %) подвергается переувлажнению лишь временно, то есть является динамичной частью почвенного покрова пашни. Можно утверждать, что эти 8 % не являются результатом направленного процесса роста переувлажнения, так как являлись периодически переувлажняемыми всегда.

Таким образом, гипотезу о катастрофическом росте переувлажнения богарных земель Тамбовской области, приводящему к забросу пахотных земель, подтвердить нельзя. Реально с 1968 по 2018 годы из пашни вышло лишь 0.5 % земель. Эти территории вовлечены в пашню ошибочно и не свидетельствуют о росте переувлажнения. Еще на 8 % земель наблюдаются периоды переувлажнения, которые существовали и ранее временного интервала наблюдений, но к выводу пашни из оборота не приводят.

Официальная статистика занижает площади переувлажненных земель области, так как практически не фиксирует их на пашне. К 273 тыс. га. переувлажненных сельскохозяйственных угодий официальной статистики необходимо прибавить 181 тыс. га. переувлажненной пашни, зафиксированной ретроспективным мониторингом. Получим 454 тыс. га. от 2 746 тыс. га. всех сельскохозяйственных угодий области или 16 %.

Общая площадь переувлажненных земель Тамбовской области обусловлена природными факторами и мало подвержена изменениям. Предположения об увеличении переувлажнения связаны, скорее всего, с развитием крупномасштабной почвенной картографии и методов обработки ДДЗ, которые позволяют все точнее и точнее наносить на почвенные карты контуры почв лугового ряда.

Список литературы References

1. Абрамова Л.А. 2016. Особенности развития западных ландшафтов на междуречных недренированных водоразделах Тамбовской области. Вестник Тамбовского университета. Естественные и технические науки, 21(5): 1859–1861
Abramova L.A. 2016. Features of the development on the landscape depressions on interfluvial undrained watersheds Tambov region. Tambov University Reports. Natural and Technical Sciences, 21(5): 1859–1861. (in Russian)
2. Ахтырцев А.Б. 2002. Принципы и методика картографирования переувлажненных земель лесостепи. Вестник Воронежского государственного университета. География и геоэкология, 1: 53–60.
Akhtyrtsev A.B. 2002. Principles and methodology of mapping of overmoistened land in the forest-steppe. Proceedings of Voronezh State University. Geography. Geoecology, 1: 53–60. (in Russian)
3. Гвоздецкий В.М., Заморин П.К. 1933. Мочары на Тульчанине. Журнал геолого-географического цикла, 2: 5–12.



Gvozdetsky V.M., Zamorin P.K. 1933. Mochars in Tulchanin. *Journal of the Geological and Geographical Cycle*, 2: 5–12. (in Russian)

4. Доклад о состоянии и охране окружающей среды Тамбовской области в 2013 году. Тамбов, ООО «Издательство «Юлис», 2014, 137.

Report on the status and environmental protection of the Tambov region in 2013. Tambov: Publishinghouse "Ulis", 2014, 137. (in Russian)

5. Единая межведомственная информационно-статистическая система (ЕМИСС). Государственная статистика // <https://www.fedstat.ru/> (дата обращения 20.01.2018)

Unified inter-related information-statistical system (UNRISS) // <https://www.fedstat.ru> (accessed 20.01.2018). (in Russian)

6. Зайдельман Ф.Р., Иванов А.Л., Каштанов А.Н. 2012. Деградация богарных и орошаемых черноземов под влиянием переувлажнения и их мелиорация. М., АПР, 212.

Zalderman F.R., Ivanov A.A., Kashtanov A.N. 2012. Degradation of rainfed and irrigated chernozems under the influence of waterlogging and reclamation. Moscow, APR, 212. (in Russian)

7. Зайдельман Ф.Р., Никифорова А.С., Степанцова Л.В. 2002. Эколого-гидрологические особенности выщелоченных черноземов и лугово-черноземных почв севера Тамбовской равнины. *Почвоведение*, 9: 1102–1114.

Zalderman F.R. Nikiforova A.S., Stepantsova L.V. 2002. Ecological-hydrological characteristics of leached Chernozem and meadow-Chernozem soils of the North of the Tambov plain. *Pochvovedeniye [Soil science]*, 9: 1102–1114. (in Russian)

8. Зайдельман Ф.Р., Степанцова Л.В., Никифорова А.С., Красин В.Н., Сафронов С.Б., Красина Т.В. 2013. Генезис и деградация черноземов Европейской России под влиянием переувлажнения. В кн.: Способы защиты и мелиорации. Воронеж, Кварта, 352.

Zaidelman F.R., Stepantsova L.V., Nikiforova A.S., Krasin V.N., Safronov, S.B., Krasina T.V. 2013. The Genesis and degradation of chernozems of European Russia under the influence of waterlogging. In: *Methods of protection and reclamation. Voronezh, Kvarta*, 352. (in Russian)

9. Иванова Е.Н. 1976. О распространении и генезисе лугово-черноземных почв ЦЧО. В кн.: Классификации почв СССР. М., Наука: 145–156.

Ivanova E.N. 1976. On the distribution and Genesis of meadow-chernozem soils of the Central chernozem region. In: *Soil Classification of the Soviet Union. Moscow, Science*: 145–156. (in Russian)

10. Кирюшин В.И. 2011. Теория адаптивно-ландшафтного земледелия и проектирование агроландшафтов. М., КолосС, 443.

Kiryushin V.I. 2011. Theory of adaptive-landscape agriculture and the design of agrolandscapes. Moscow, KolosS, 443. (in Russian)

11. Клементова Э.А., Дубовицкий А.А., Греков Н.И. 2013. Эффективность использования земли в сельскохозяйственном производстве Тамбовской области. *Вестник МичГАУ*, 4: 77–81.

Klementova E.A., Dubovitsky A.A., Grekov N.I. 2013. Efficiency of land use in agricultural production of Tambov region. *VestnikofMichSAU*, 4: 77–81. (in Russian)

12. Колесников С., Казеев К., Кандашова К. 2018. Влияние оглеения на эколого-биологические свойства переувлажненных почв юга России. *Ростов-на-Дону, Изд-во ЮФУ*, 108.

Kolesnikov S., Kazeev K., Kandashova K. 2018. The influence of gleying on the ecological and biological properties of overmoistened soils in the south of Russia. *Rostov-on-Don, Publishinghouse SFU*, 108. (in Russian)

13. Константиновская Л.В. 2011. Способы дешифрирования космических снимков // Сайт автора www.astronom2000.info. URL: <http://www.astronom2000.info/different/11-g/> (дата обращения 20.01.2016)

Konstantinovskaya L.V. 2011. Methods of deciphering space images // www.astronom2000.info. URL: <http://www.astronom2000.info/different/11-g/> (accessed 20.01.2016) (in Russian)

14. Куляница А.Л., Королёва П.В., Рухович Д.И., Рухович А.Д., Рухович Д.Д., Симакова М.С. 2017. Частота встречаемости открытой поверхности почвы как количественная мера интенсивности использования земель. *Информация и космос*, 1: 139–145.

Kulyanitsa A.L., Koroleva P.V., Rukhovich D.I., Rukhovich A.D., Rukhovich D.D., Simakova M.S. 2017. Frequency of occurrence of the open soil surface as a quantitative measure of the intensity of land use. *Information and space*, 1: 139–145. (in Russian)

15. Лайель Ч. 1859. Основания геологии или переменны, происходившие некогда с землею и с ее обитателями. Пер. с 5-го изд. в 2 т. М., Типография Э. Барфкнехта и Ко, Т. 1., 96; Т. 2., 96–177.



Liel C. 1859. The foundations of geology or changes that once occurred with the earth and its inhabitants / Trans. from the 5th ed.: In 2 vol. Moscow, E.Barfknecht and Co: Т. 1, 96; Т. 2., 96–177. (in Russian)

16. Минаков Р.Н., Ахтырцев А.Б. 2011. Динамика гидроморфного процесса лесостепи Центрально-Черноземного региона. Вестник ВГАУ, 2: 151–155.

Minakov R.N., Akhtyrtsev A.B. 2011. Dynamics of the hydromorphic process of the forest-steppe of the Central Black Earth region. Vestnik of VSAU, 2: 151–155. (in Russian)

17. Овечкин С.В., Исаев В.А. 1989. Периодически переувлажненные почвы ЦЧР. В кн.: Генезис, антропогенная эволюция и рациональное использование почв. Научные труды почвенного института им. Докучаева. Т. 47. М.: 8–25.

Ovechkin S.V., Isaev V.A. 1989. Periodically wetlands of TCD. In: Genesis, anthropogenic evolution and rational use of soils. Scientific works of the Dokuchaev Soil Science Institute. Т. 47. Moscow: 8–25. (in Russian)

18. Овечкин С.В., Исаев В.А. 1985. Периодическое дополнительное почвенно-грунтовое увлажнение как фактор эволюции почвенного покрова. В кн.: Вопросы гидрологии в плодородии почв. Научные труды почвенного института им. Докучаева. М.: 56–65.

Ovechkin S.V., Isaev V.A. 1985. Periodic additional soil-soil moistening as a factor in the evolution of the soil cover. Questions of hydrology in soil fertility. Scientific works of the Dokuchaev Soil Science Institute. Moscow: 8–25. (in Russian)

19. Паракшин Ю.П., Паракшина Э.М., Уваров С.А. 1997. Проблема прогрессирующего переувлажнения земель в Центрально-Черноземном регионе. В кн.: Тезисы докладов Международной конференции «Проблемы антропогенного почвообразования» Т.2. М.: 22–24.

Parakshin U.P., Parakshina E.M., Uvarov S.A. 1997. The problem of progressing waterlogging in the Central Black Earth region. In: Abstracts International Conference «Problems of Anthropogenic Soil Formation» Т.2. М.: 22–24. (in Russian)

20. Почвенная карта Тамбовской области. 1958. Масштаб 1:250 000. Саратов, Картпредприятие.

Soil map of Tambov region. 1958. Scale 1: 250 000. Saratov, The cartel enterprise. (in Russian)

21. Розов Н.Н. 1939. Почвы Центральной лесостепной области. В кн.: Почвы СССР. М.–Л., АН СССР: 85–129.

Rozov N.N. 1939. Soils of the Central forest-steppe region. In: Soils of the USSR. Moscow-Leningrad, USSR Academy of Sciences: 85–129. (in Russian)

22. Рухович Д.И., Рухович А.Д., Рухович Д.Д., Симакова М.С., Куляница А.Л., Королева П.В. 2018. Применение технологии спектральной окрестности линии почв для анализа интенсивности использования почвенного покрова в 1985–2014 гг. (на примере трех районов Тульской области). Почвоведение. 2018, 3: 357–371.

Rukhovich D.I., Rukhovich A.D., Rukhovich D.D., Simakova M.S., Kulyanitsa A.L., Koroleva P.V. 2018. Technology the spectral line area soils for the analysis of intensity of use of soil in 1985–2014 (for example, three districts of the Tula region). Pochvovedeniye [Soil science], 3: 357–371. (in Russian)

23. Рухович Д.И., Симакова М.С., Куляница А.Л., Брызжев А.В., Калинина Н.В., Королева П.В., Вильчевская Е.В., Долинина Е.А., Рухович С.В. 2014. Влияние лесополос на фрагментацию овражно-балочной сети и образование мочаров. Почвоведение, 11: 1043–1045.

Rukhovich D.I., Simakova M.S., Kulyanitsa A.L., Bryzhev A.V., Kalinina N.V., Koroleva P.V., Vilchevskaya E.V., Dolinina E.A., Rukhovich S.V. 2014. Influence of shelterbelts on the estimation of fragmentation-beam network and education mochar. Pochvovedeniye [Soil science], 11: 1043–1045. (in Russian)

24. Рухович Д.И., Симакова М.С., Куляница А.Л., Брызжев А.В., Королева П.В., Калинина Н.В., Вильчевская Е.В., Долинина Е.А., Рухович С.В. 2015а. Анализ применения почвенных карт в системе ретроспективного мониторинга состояния земель и почвенного покрова. Почвоведение, 5: 605–625.

Rukhovich D.I., Simakova M.S., Kulyanitsa A.L., Bryzhev A.V., Kalinina N.V., Koroleva P. V., Vilchevskaya E.V., Dolinina E.A., Rukhovich S.V. 2015a. Analysis of the application of soil maps in the retrospective system status monitoring of land and soil cover. Pochvovedeniye [Soil science], 5: 605–625. (in Russian)

25. Рухович Д.И., Симакова М.С., Куляница А.Л., Брызжев А.В., Королева П.В., Калинина Н.В., Черноусенко Г.И., Вильчевская Е.В., Долинина Е.А., Рухович С.В. 2017а. Влияние



засоленных почв на изменчивость типов землепользования в Азовском районе Ростовской области. Почвоведение, 3: 289–310.

Rukhovich D.I., Simakova M.S., Kulyanitsa A.L., Bryzhev A.V., Kalinina N.V., Koroleva P.V., Vilchevskaya E.V., Dolinina E.A., Rukhovich S.V. 2017. Influence of saline soils on variability of types of land use in the Azov region of the Rostov region. Pochvovedeniye [Soil science], 3: 289–310. (in Russian)

26. Рухович Д.И., Симакова М.С., Куляница А.Л., Брызжев А.В., Королева П.В., Калинина Н.В., Черноусенко Г.И., Вильчевская Е.В., Долинина Е.А., Рухович С.В. 2016. Методология сравнения разновременных почвенных карт в целях выявления и описания динамики почвенного покрова на примере мониторинга засоления почв. Почвоведение, 2: 164–181.

Rukhovich D.I., Simakova M.S., Kulyanitsa A.L., Bryzhev A.V., Kalinina N.V., Koroleva P.V., Chernousenko G.I., Vilchevskaya E.V., Dolinina E.A., Rukhovich S.V. 2016. Methodology for comparing different soil maps for the purpose of revealing and describing soil cover dynamics using the example of soil salinity monitoring. Soil science, 2: 164–181. (in Russian)

27. Рухович Д.И., Шаповалов Д.А., Куляница А.Л., Королева П.В. 2017. Продовольственная безопасность России и государственная статистика – к чему ведут выдуманные цифры. Международный сельскохозяйственный журнал, 6: 64–69.

Rukhovich D.I., Sharovalov D.A., Kulyanitsa A.L., Koroleva P.V. 2017. Food security of Russia and state statistics – what are the invented figures. International agricultural journal, 6: 64–69. (in Russian)

28. Сапожников П.М., Марченко З.С. 2000. Характеристика мочаров предгорной зоны Краснодарского края. Почвоведение, 8: 936–942.

Sapozhnikov P.M., Marchenko Z.S. 2000. Characterization of mochars foothill zone of Krasnodar territory. Pochvovedeniye [Soil science], 8: 936–942. (in Russian)

29. Степанцова Л.В., Красин В.Н., Сафронов С.Б., Красина Т.В. 2008. Проблема деградации черноземных почв Тамбовской области в связи с их переувлажнением. Вестник Мордовского университета, 2: 105–110.

Stepantsova L.V., Krasin V.N., Safronov S.B., Krasina T.V. 2008. The problem of degradation of chernozem soils of the Tambov region in connection with their waterlogging. Bulletin of the University of Mordovia, 2: 105–110. (in Russian)

30. Хитров Н.Б., Назаренко О.Г. 2012. Распространение переувлажненных почв в исходно автоморфных агроландшафтах Ростовской области при ведении системы «сухого» земледелия. В кн.: Деградация богарных и орошаемых черноземов под влиянием переувлажнения и их мелиорация. М., АПР: 125–166.

Khitrov N.B., Nazarenko O.G. 2012. The distribution of wetland soils in the source automorphic agrolandscapes in Rostov region in the management of the system «dry» farming. In: Degradation of rainfed and irrigated chernozems under the influence of waterlogging and reclamation. Moscow, APR: 125–166. (in Russian)

31. Хитров Н.Б., Чевердин Ю.И. 2012. Сезонно переувлажненные почвы Каменной Степи. В кн.: Деградация богарных и орошаемых черноземов под влиянием переувлажнения и их мелиорация. М., АПР: 64–89.

Khitrov N.B., Cheverdin Y.I. Seasonally waterlogged soils of the Stone Steppe. In: Degradation of rainfed and irrigated chernozems under the influence of waterlogging and reclamation. Moscow, APR: 64–89. (in Russian)

32. Чевердин Ю.И., Титова Т.В. 2013 Трансформация физических свойств почв Каменной Степи в условиях сезонного переувлажнения. Достижения науки и техники АПК, 6: 43–45.

Cheverdin Yu.I., Titova T.V. 2013 Transformation of physical properties of soils of stone steppe in the conditions of seasonal rehumidifying. Achievements of Science and Technology of AIC, 6: 43–45. (in Russian)

33. Юмашев Н.П., Трунов И.А. 2006. Почвы Тамбовской области. Мичуринск, Изд-во МичГАУ, 216.

34. Yumashev N.P., Trunov I.A. 2006. Soil of Tambov region. Michurinsk, Publishing house of MichSAU, 216. (in Russian)

35. Alcantara C., Kuemmerle T., Baumann M., et al. 2013. Mapping the extent of abandoned farmland in Central and Eastern Europe using MODIS time series satellite data. Environmental Research Letters, 8 (3): 035035.



36. Adami M., Rudorff B.F.T., Freitas R.M., et. al. 2012. Remote sensing time series to evaluate direct land use change of recent expanded sugarcane crop in Brazil. *Sustainability*, 4 (4): 574–585.
37. El-Kawy O.A., Rød J.K., Ismail H.A., Suliman A.S. 2011. Land use and land cover change detection in the western Nile delta of Egypt using remote sensing data. *Applied Geography*, 31 (2): 483–494.
38. Estel S., Kuemmerle T., Alcántara, Levers C., et. al. . 2015. Mapping farmland abandonment and recultivation across Europe using MODIS NDVI time series. *Remote Sensing of Environment*, 163: 312–325.
39. Hutton J. 1988. *Theory of the Earth; or an investigation of the laws observable in the composition, dissolution, and restoration of land upon the Globe*. Transactions of the Royal Society of Edinburgh, 1. Part 2: 209–304.
40. Prishchepov A.V., Müller D., Dubinin M., et. al. 2013. Determinants of agricultural land abandonment in post-Soviet European Russia. *Land use policy*, 30 (1): 873–884.
41. Rawat J.S., Kumar M. 2015. Monitoring land use/cover change using remote sensing and GIS techniques: A case study of Hawalbagh block, district Almora, Uttarakhand, India. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, 18 (1): 77–84.
42. Xiao J., Shen Y., Ge J., Tateishi R., Tang C., Liang Y., Huang Z. 2006. Evaluating urban expansion and land use change in Shijiazhuang, China, by using GIS and remote sensing. *Landscape and urban planning*, 75 (1–2): 69–80.

Ссылка для цитирования статьи
Reference to article

Шаповалов Д.А., Королева П.В., Долина Е.А., Рухович Д.И. Оценка влияния переувлажнения на смену типов землепользования пахотных земель Тамбовской области в 1968–2018 годах методами ретроспективного мониторинга почвенно-земельного покрова // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. 2018. Т. 42, №3. С. 358-379. doi: 10.18413/2075-4671-2018-42-3-358-379

Shapovalov D.A., Koroleva P.V., Dolinina E.A., Rukhovich D.I. Assessment of Waterlogging on the Change of Types of Land use of Arable Land of the Tambov Region in 1968-2018 by Methods of Retrospective Monitoring of the Soil-Land Cover // Belgorod State University Scientific Bulletin. Natural sciences series. 2018. V. 42, №3. P. 358-379. doi: 10.18413/2075-4671-2018-42-3-358-379