

**ДЕГРАДАЦИЯ,  
ВОССТАНОВЛЕНИЕ И ОХРАНА ПОЧВ**

УДК 631.4:528.92.94

**РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ МОНИТОРИНГ ПЕРЕУВЛАЖНЕНИЯ  
ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ПАХОТНЫХ ЗЕМЕЛЬ  
ТАМБОВСКОЙ ОБЛАСТИ В 2018–1968 гг.**

© 2019 г. П. В. Королева<sup>1</sup>, Д. И. Рухович<sup>1, \*</sup>, Д. А. Шаповалов<sup>2</sup>, Г. А. Сулейман<sup>1</sup>, Е. А. Долинина<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Россия, 119017, Москва, Пыжевский пер., 7, стр. 2

<sup>2</sup>Государственный университет по землеустройству, Россия, 105064, Москва, ул. Казакова, 15

\*e-mail: landmap@yandex.ru

Поступила в редакцию 18.06.2018 г.

После доработки 15.11.2018 г.

Принята к публикации 26.12.2018 г.

Методами ретроспективного мониторинга почвенно-земельного покрова проведена проверка гипотезы об увеличении площадей переувлажненных почв на пахотных угодьях Тамбовской обл. Период ретроспекции составляет 50 лет (2018–1968 гг.) по данным дистанционного зондирования и более 60 лет по архивным материалам. Установлено, что переувлажнение богарных почв носит периодический характер, но не имеет тренда к увеличению, то есть площади распространения переувлажненных почв за последние 50–60 лет не изменялись. Площадь периодического влияния переувлажнения на землепользование пашни составляет 181 тыс. га или 8.5% от площади пашни. Показано, что официальная статистика существенно занижает площади распространения переувлажненных почв, так как не учитывает переувлажненные почвы пахотных угодий. Общая площадь переувлажнения охватывает порядка 16% сельскохозяйственных угодий Тамбовской обл., 6% которых приходится на пашню. Выявлено, что сокращение пашни по экономическим причинам в исследуемый период существенно превышало влияние природных факторов.

*Ключевые слова:* переувлажнение почв, динамика землепользования, материалы дистанционного зондирования, почвенные карты, динамика посевных площадей

DOI: 10.1134/S0032180X19070074

### ВВЕДЕНИЕ

Рост гидроморфизма степей, по мнению ряда ученых, ведет к деградации зональных почв (черноземов) [6–8, 15–17, 29, 30] в ходе их эволюции в почвы лугового ряда. В плане изменения ландшафтов фиксируется появление новых элементов – “мочаров” с гидрофильной растительностью и формированием гидроморфных “мочаристых” почв [2, 8, 15, 27]. Некоторые исследователи показывают, что идет именно рост гидроморфизма и “мочаризация” ландшафтов, то есть фиксируют направленный процесс, выраженный во времени в Воронежской, Ростовской Тамбовской обл. и других регионах [8, 29]. Указывается, что часть пашни забрасывается именно по причине переувлажнения. Причины называются разные – формирование переувлажненных участков из-за высадки лесополос, климатических флуктуаций, западин, пульсирования существующих объектов, формирования “мочаров” и т. д. Для Тамбовской обл. переувлажнение черноземов описано в разных районах от северных до южных [2, 7, 8, 28]. Рост переувлажнения связывается с забросом земель.

Но те же авторы указывают, что количественных площадных данных по динамике переувлажнения земель нет. Работы по переувлажнению имеют небольшой временной интервал (3–7 лет) и небольшой охват по площади. В основном они проводятся на ключевых участках. В лучшем случае это обследование нескольких хозяйств с общей площадью исследований до 13 тыс. га. Но и в этом случае детальных почвенных карт на всю площадь исследования не составлялось. Имеется ряд карт на ключевые участки. В официальной статистике [4] площади переувлажненных земель Тамбовской обл. не меняются с 90-х гг. по настоящее время и составляют 273 тыс. га, что составляет порядка 10% от площади сельскохозяйственных угодий. Анализ почвенной карты Тамбовской обл. 1958 г. М 1 : 250 000 [18] дает 6.3% переувлажненных почв от площади колхозов и совхозов (табл. 1). Если учесть, что карта составлялась по крупномасштабным обследованиям не позднее 1956 г., а цифра в докладах стабилизировалась ранее 1996 г., то площадь переувлажнения увеличилась не более чем на 4% за 40 лет.

Таблица 1. Экспликация почв колхозов и совхозов Тамбовской обл. согласно почвенной карте М 1 : 250000 (тыс. га)

Район	Площадь хозяйств	Чернозем типичный	Чернозем выщелоченный	Черноземные слабосмытые	Серые лесные оподзоленные	Пойменные	Солонцеватые	Лугово-черноземные	Болотные и торфянистые	Сильноэродированные
Алгасовский	54.7	0.0	38.3	0.0	3.9	6.0	0.0	1.5	2.3	2.7
Бондарский	77.9	0.2	56.3	0.4	12.2	0.0	0.0	4.4	1.3	3.1
Волчковский	67.3	17.0	44.7	0.9	0.0	1.5	0.0	0.8	1.2	1.2
Глазковский	52.1	0.0	39.4	0.5	0.0	3.3	0.0	6.5	0.6	1.8
Гавриловский	77.2	3.8	55.0	1.7	1.0	4.1	0.1	6.5	1.1	3.9
Граждановский	46.6	1.3	41.0	0.7	0.0	0.0	0.1	0.9	0.3	2.3
Дегтянский	55.7	0.0	42.4	4.9	0.9	2.2	0.0	1.2	1.1	3.0
Жердевский	98.9	61.0	14.0	8.0	1.4	4.4	1.0	4.4	0.6	4.1
Знаменский	75.0	24.0	35.9	5.3	0.1	3.7	0.0	2.2	1.2	2.6
Избердеевский	78.1	21.4	48.6	0.5	0.0	0.8	0.0	3.1	2.9	0.8
Инжавинский	75.7	20.3	33.0	6.1	0.4	5.3	0.3	1.8	1.1	7.4
Каменский	65.0	46.0	7.0	5.0	0.0	0.6	0.8	2.3	0.5	2.8
Кирсановский	88.1	20.6	45.4	3.4	1.3	6.5	0.4	3.0	1.6	5.9
Красивский	93.8	27.0	45.3	6.2	3.1	3.6	1.2	2.8	2.0	2.6
Ламский	62.9	3.1	53.4	0.4	0.0	0.8	0.0	2.3	2.1	0.8
Лысогорский	56.8	0.0	29.8	2.1	1.2	5.7	0.0	14.8	1.7	1.5
Мичуринский	105.1	0.8	77.0	0.3	10.7	4.2	0.0	7.2	3.5	1.4
Мордовский	105.7	70.0	19.1	5.0	0.0	2.3	1.0	5.2	0.8	2.3
Моршанский	95.2	0.0	40.2	2.1	19.3	15.0	0.0	9.2	6.2	3.2
Мучкапский	110.5	34.1	43.3	13.1	0.0	4.8	3.5	5.6	1.0	5.1
Никифоровский	65.6	1.0	56.6	0.0	0.0	1.6	0.0	4.2	1.2	1.0
Первомайский	65.7	0.0	59.3	0.5	1.8	0.2	0.0	2.7	1.0	0.2
Пичаевский	67.2	0.0	45.0	1.8	6.3	4.8	0.0	5.6	1.4	2.3
Платоновский	48.2	2.0	24.9	0.5	16.7	0.0	0.0	2.0	0.9	1.2
П. Марфинский	62.7	26.2	29.7	2.4	0.0	0.0	0.3	1.2	0.3	2.6
Полетаевский	38.5	30.2	4.0	0.7	0.0	0.2	1.8	0.5	0.2	0.9
Ракшинский	53.2	0.7	46.0	0.1	0.3	0.5	0.0	1.5	1.6	2.5
Рассказовский	103.0	10.7	84.2	0.3	2.1	2.0	0.0	0.3	0.3	3.1
Ржаксинский	74.5	52.0	6.1	7.9	0.0	2.5	0.0	1.1	0.4	4.5
Рудовский	72.3	0.0	57.5	5.4	0.2	2.0	0.0	3.0	0.8	3.4
Сампурский	104.5	69.0	16.3	12.3	0.3	1.2	0.2	0.7	0.9	3.6
Сосновский	73.0	2.2	45.1	2.3	7.6	6.3	0.0	2.9	2.7	3.9
Ст. Юрьевский	98.8	2.2	85.5	0.4	0.0	2.5	0.0	5.3	2.2	0.7
Тамбовский	94.2	11.2	62.2	3.6	1.8	4.0	0.0	3.5	1.4	6.5
Токаревский	101.4	74.0	13.3	1.8	0.0	0.2	5.7	2.8	2.6	1.0
Уваровский	75.9	36.0	25.0	4.0	1.7	2.2	0.8	2.2	1.0	3.0
Уметский	93.5	10.1	67.4	4.5	0.9	2.3	0.0	3.6	0.5	4.2
Шехманский	49.8	6.5	34.1	1.1	1.3	2.8	0.0	2.0	1.3	0.7
Шпикуловский	55.4	43.6	4.7	2.2	0.0	0.3	0.6	1.0	0.4	2.6
Юрловский	62.6	3.0	52.2	1.2	0.3	1.0	0.2	2.3	1.2	1.2
Всего, га	3002.3	731.2	1628.2	119.6	96.8	111.4	18.0	134.1	55.4	107.6
%	100.0	24.4	54.2	4.0	3.2	3.7	0.6	4.5	1.8	3.6

Но и величина роста увлажнения в 4% косвенно подвергается сомнениям теми же авторами, которые говорят о росте увлажнения, так как указывается, что картографирование переувлажненных почв классификационно проработано значительно позднее [8, 9]. В 1939 г. на Окско-Донской изменности вообще не отмечались лугово-черноземные почвы [7, 20]. В современных работах продолжают исследования по классификационной принадлежности почв Тамбовской области [14], подверженных гидроморфизму. То есть площади переувлажненных почв были исходно занижены картографами в работах 30–50-х гг. Следовательно, авторы считают, что 6.3% на ранних картах — это очень низкие значения распространения переувлажненных почв, но исправить величины переувлажнения, фиксированные в 50-е и 90-е гг., не могут. Но тогда получается, что площади переувлажненных почв фактически не менялись.

Вопрос осложняется анализом почвенных карт Тамбовской обл. 1966 и 1981 гг., результаты которого приведены в работах 2013 г. [8]. В них указано, что переувлажненные почвы на этих картах показаны только по долинам рек и днищам балок. Это тем более странно, так как на почвенной карте Тамбовской обл. 1958 г. переувлажненные почвы выделены на богаре и даны точно и детально. Если к переувлажненным богарным почвам добавить почвы по долинам рек (пойменные почвы — табл. 1), то площадь переувлажнения 1958 г. составит 10%, что не отличается от статистики 2013 г.

Возникает вопрос, насколько реально увеличиваются (или просто меняются) площади переувлажненных почв, на которых происходит деградация, ведущая к смене видов землепользования вплоть до заброса сельскохозяйственных земель? Можно даже несколько конкретизировать вопрос — меняется ли площадь пахотных угодий Тамбовской обл. вследствие роста увлажнения и насколько? Для ответа на вопрос необходимо соблюдение единства методов наблюдения за весь период исследования. Необходимы количественные методы оценки. В качестве такого метода предлагается технология ретроспективного мониторинга почвенно-земельного покрова, которая позволяет охватить временной интервал от 1968 г. по настоящее время [1, 21].

Первая цель работы — проверить гипотезу о нарастании площади переувлажнения богарных пахотных почв Тамбовской обл. и сокращении площади пашни в виде заброса переувлажненных земель с формированием залежи. Вторая цель — установить количество и местоположение пахотных земель Тамбовской обл., которые меняли вид землепользования в период с 1968 по 2018 гг., и выявить, сколько изменений связано с переувлажнением. Третья цель — проверить правильность ве-

личины распространения переувлажненных земель, приведенной в официальной статистике.

Объектом исследования является часть почвенного и земельного покровов пахотных сельскохозяйственных угодий Тамбовской обл., подверженная переувлажнению.

## ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В РАБОТЕ МАТЕРИАЛЫ

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

1. Почвенные карты хозяйств (колхозов и совхозов), созданные в 1982–1986 гг. в масштабе 1 : 10 000.
2. Пояснительные записки к почвенным картам хозяйств.
3. Почвенные карты районов, созданные в 1978–1987 гг. в масштабах 1 : 50 000 и 1 : 100 000.
4. Почвенная карта Тамбовской обл. 1958 г. М 1 : 250 000.
5. Почвенная карта Тамбовской обл. 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 территорию Сампурского и Знаменского районов):

1. CORONA — панхроматическая съемка 1968 г. с пространственным разрешением 3 м.
2. CORONA — панхроматическая съемка 1975 г. с пространственным разрешением 4.5 м.
3. Landsat 1 многоканальный с пространственным разрешением 60 м 1976 г.
4. Landsat 2 многоканальный с пространственным разрешением 60 м 1979 г.
5. Landsat 5 TM многоканальный с пространственным разрешением 30 м 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+ многоканальный с пространственным разрешением 30 м 2002 г.
7. IRS псевдо RGB с пространственным разрешением 6 м 2007 г.
8. Landsat 8 OLI многоканальный с пространственным разрешением 30 м 2013, 2014 гг. (3 кадра).
9. Кадры IKONOS, QIKBIRD, DigitalGlobe из открытых источников с пространственным разрешением не менее 1 м в период с 2007 по 2018 гг.
10. Карта административного деления Тамбовской обл. на 1958 г.
11. Карта административного деления Тамбовской обл. на 1966 г.

12. Карта административного деления Тамбовской обл. на 2018 г. по кадастровому делению.

Дополнительная информация по рельефу:

1. ЦМР SRTM с пространственным разрешением 90 м.

2. ЦМР SRTM с пространственным разрешением 30 м.

3. ЦМР ASTERDEM с пространственным разрешением 30 м.

## МЕТОДЫ

Мониторинговые исследования часто основаны на дешифрировании одного [33, 35, 41], реже нескольких однотипных [3] источников ДДЗ. Однотипность сенсоров снижает временной охват мониторинга. Исследования динамики переувлажнения почв не являются исключением. Появление новых аппаратов на околоземной орбите [37, 40, 44] (пассивных и активных датчиков микроволнового излучения) расширяет возможности мониторинга, но лишь снижает временной охват, так как в обозримом прошлом нет сопоставимых данных. Интеграция нескольких источников пространственно распределенных данных за временной диапазон позволяет существенно расширить возможности мониторинга [38]. Собрать сопоставимые ДДЗ сходного пространственного разрешения сложно не только на временной диапазон в 50 лет, но и при современных исследованиях [43] в несколько лет. Для этого разрабатываются методы совместного использования различных ДДЗ разного пространственного разрешения, позволяющих вести детальный мониторинг [43]. С другой стороны, намечается рост переизбытка дистанционной информации для решения тех или иных задач мониторинга, что требует методов отбора необходимого и достаточного набора данных [31, 32].

Для исследования изменчивости переувлажнения почв с 1968 г. привлекаются ДДЗ из различных источников с разным пространственным разрешением, но позволяющие в результате создать серию крупномасштабных карт. Широко используется интеграция различных пространственно-распределенных данных в рамках построения ГИС области. Можно сказать, что интегрировать нужно не только разные данные, но и подходы.

В работе использованы не отдельные методы, а технологические цепочки.

I. Технология создания топологической и геореференсированной ГИС крупного масштаба.

В рамках этой технологии проделаны следующие процедуры:

1. Сканированы (переведены в растровую форму) все вышеперечисленные почвенные и топографические карты Тамбовской обл. на бумажных носителях.

2. Проведена геореференсация всех растровых карт с точностью топографической карты М 1 : 10 000.

3. Проведена оцифровка (векторизация) всех геореференсированных почвенных карт.

4. Проведена топологическая сборка линейно-узловой топологии всех почвенных карт.

5. Создана база данных почвенной информации всех почвенных контуров.

6. Создан слой наземных опробований ГИПРОЗЕМа – слой разрезов, по которым строились крупномасштабные почвенные карты.

7. Создана база данных почвенной информации всех разрезов.

8. Проведена геореференсация ДДЗ.

9. Для многоканальных 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.

II. Технология ретроспективного мониторинга.

Технология основана на геологических принципах актуализма [39] и униформизма [13]. 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 [11]). Слои ГИС перечислены выше. Примеры использованных для дешифрирования слоев ГИС даны на рис. 1 и 2. Технология детально описана в серии работ, опубликованных в 2013–2017 гг. [1, 23, 24]. 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 территорию Сампурского и Знаменского районов (рис. 3) на 1968, 1975, 1984, 1990, 2000, 2007, 2013 г. Карты выполнены в единой легенде – табл. 2.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

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

*Пример 1.* Распространение переувлажнения по тальвегу потяжины в направлении водораздела (рис. 2, табл. 3).

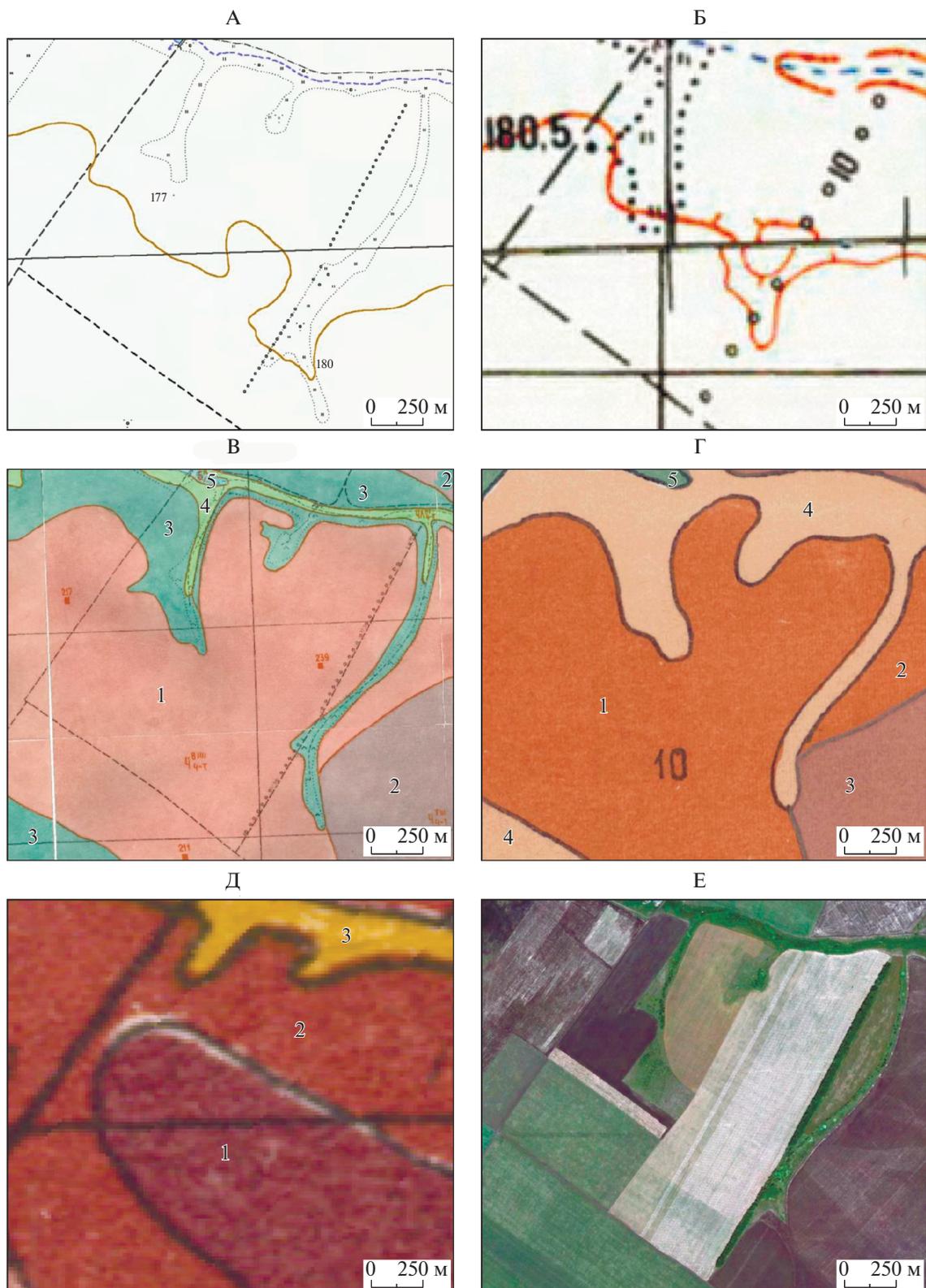
Рассмотрим поле на рис. 2, А. Поле имеет площадь пашни на 1968 г. — 175.8 га, составляющую 100% от площади поля. На поле прослеживаются участки луговато-черноземных почв, которые не препятствуют пашне и культивации сельскохозяйственных культур. Ситуация не сильно меняется к 1975 г. (рис. 2, Б), так как поле остается пахотным, но по тальвегу образуется переувлажненный участок площадью 1.9 га. В 1990 г. (рис. 2, В) наблюдаются уже два необрабатываемых фрагмента поля под влаголюбивой сорной растительностью. В 2000 г. прерывается рост переувлажнения с формированием двух “мочаров” (рис. 2, Г). К 2007 г. (рис. 2, Д) необрабатываемая часть поля достигает 15.8 га. Формируется устойчивая переувлажненная часть поля с луговато-черноземными, лугово-черноземными и черноземно-луговыми почвами (рис. 1, В), на которой произрастает естественная влаголюбивая растительность (рис. 1, А). 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 (рис. 2, Е) нанесены все границы необрабатываемых фрагментов поля за весь период наблюдения. Всего выделяется 23 фрагмента поля, которые меняли вид землепользования с 1968 по 2014 г. (табл. 3). Общая площадь переувлажнения, ограничивающая пашню, составила 20.6 га.

*Пример 2.* Распространение переувлажнения по замкнутым западинам (рис. 4, табл. 4). Поле на рис. 4, А в 1968 г. имело площадь пашни в 81.3 га. В правом верхнем углу поля отмечается переувлажненный участок. К 1975 г. (рис. 4, Б) пахотная часть поля сокращается за счет формирования двух “мочаров”. Структура почвенного покрова поля не определяется двумя “мочарами”, что хорошо прослеживается на некоторых снимках (рис. 4, Е). 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. 4, В) 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. 4, Г). На поле появляется множество переувлажненных фрагментов, препятствующих сельскохозяйственной обработке. В несколько измененном виде картина сохраняется и на 2014 г. (рис. 4, Е). Общая площадь под “мочарами” на поле колеблется от 0 до 13.4 га. На рис. 4, Д отображены все границы распространения переувлажнения, ограничивающего землепользование, за весь период исследования. Фиксируются 50 контуров с уникальными записями в базе данных. Из анализа табл. 4 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.

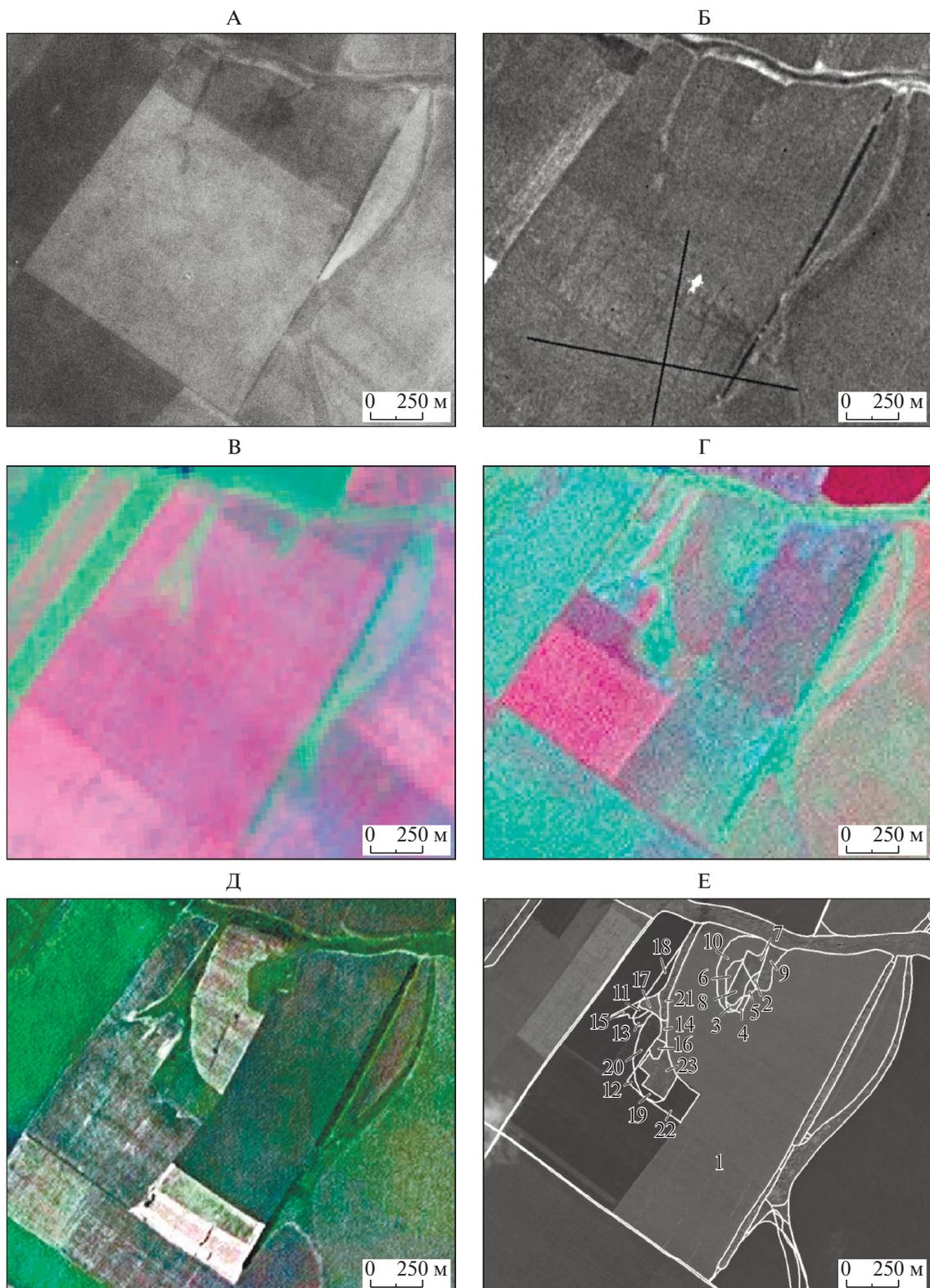
*Пример 3.* Образование залежи на полях с замкнутыми западинами (рис. 4, табл. 4). Влияние на землепользование небольших замкнутых западин не ограничивается только потерей площади пахотных угодий под ними. Сами западины могут, как на рис. 4, Е, угнетать растительность только в их границах. Но на 2007 г. (рис. 4, Г) фиксируется прекращение обработки большого фрагмента поля, который становится залежью и вынуждает изменить конфигурацию поля. Дальнейшее введение залежи в сельскохозяйственный оборот требует специфической обработки, наблюдаемой в 2014 г. (рис. 4, Е). 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.

**Рис. 1.** Пример 1: фрагменты слоев ГИС для дешифрирования землепользования Тамбовской области. Топографические карты: А — М 1 : 25000, Б — М 1 : 100000; Почвенные карты: В — М 1 : 10000 (цифрами обозначены почвы: 1 — черноземы выщелоченные мощные среднегумусные тяжелосуглинистые, 2 — черноземы типичные среднемошные среднегумусные тяжелосуглинистые, 3 — лугово-черноземные выщелоченные среднемошные среднегумусные глинистые, 4 — черноземно-луговые среднемошные среднегумусные тяжелосуглинистые, 5 — лугово-болотные перегнойные тяжелосуглинистые), Г — М 1 : 50000 (цифрами обозначены почвы: 1 — черноземы выщелоченные мощные среднегумусные тяжелосуглинистые, 2 — черноземы выщелоченные среднемошные среднегумусные тяжелосуглинистые, 3 — черноземы типичные среднемошные среднегумусные тяжелосуглинистые, 4 — лугово-черноземные выщелоченные среднемошные среднегумусные глинистые, 5 — черноземно-луговые среднемошные среднегумусные тяжелосуглинистые), Д — М 1 : 250000 (цифрами обозначены почвы: 1 — черноземы типичные мощные и среднемошные глинистые, 2 — черноземы слабовыщелоченные глинистые, 3 — размытые и сильно смытые площади); Е — ДДЗ высокого разрешения.

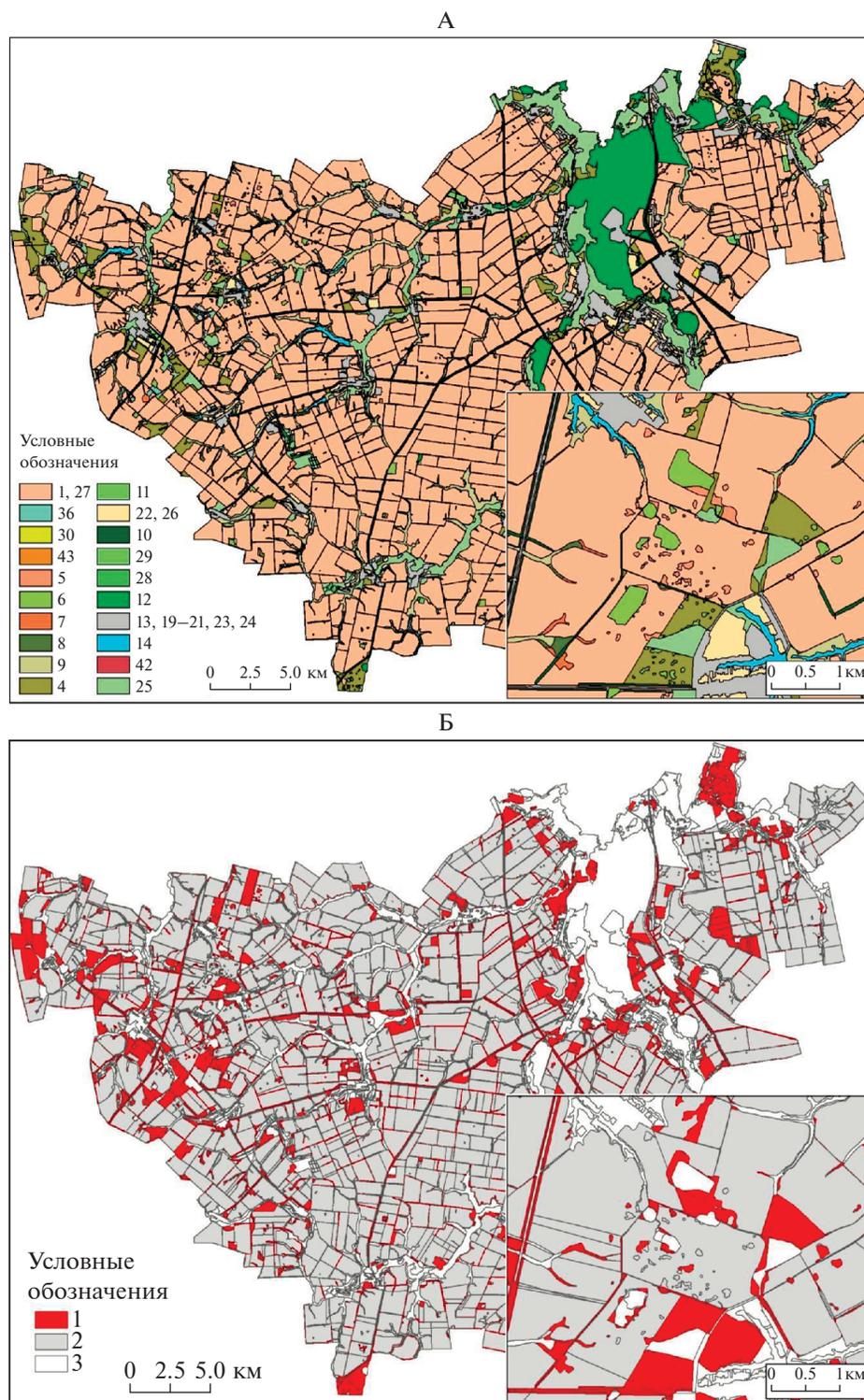


*Пример 4.* Пульсация стационарных западин (рис. 5, табл. 5). Кроме нарастающих по площади объектов (пример 1), небольших локальных объ-

ектов, которые лишь периодически проявляются (пример 2) и временно возникающей залежи существует довольно большое количество пульси-



**Рис. 2.** Пример 1: анализ динамики землепользования по полям. 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).



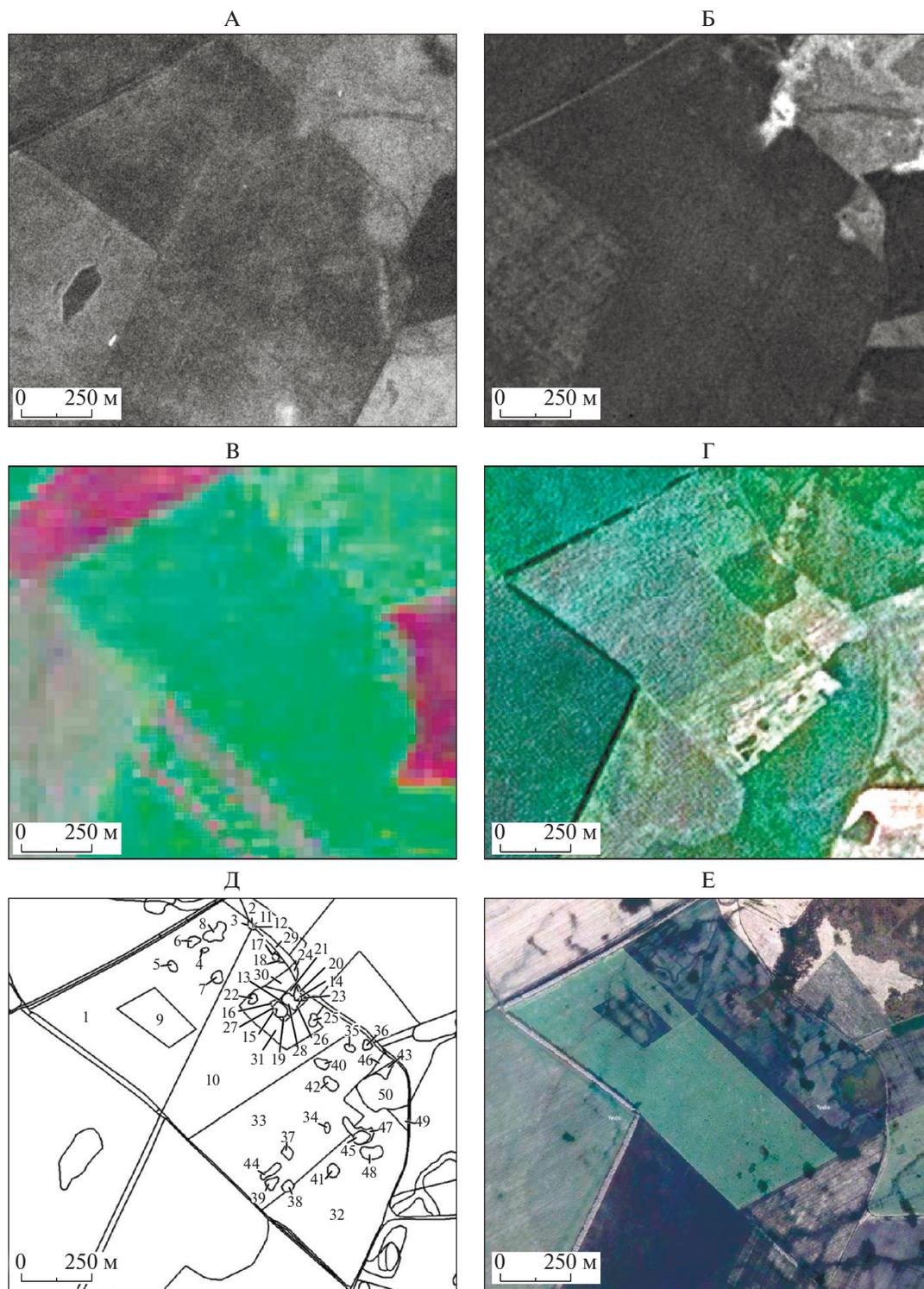
**Рис. 3.** Крупномасштабные карты Знаменского района, составленные в ходе исследования: А – карта землепользования Знаменского р-на Тамбовской обл. 2007 г., расшифровка условных обозначений типов землепользования в табл. 2; Б – карта динамики землепользования (1 – сельскохозяйственные земли с проявлением динамики, 2 – сельскохозяйственные земли без проявления динамики, 3 – не сельскохозяйственные земли).

**Таблица 2.** Легенда к картам типов землепользования

№	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 водорегулируемое
42	Старичные понижения
43	Эрозия, угнетение растительности

**Таблица 3.** Содержание контуров карты динамики землепользования поля с потяжиной (пример 1, см. рис. 2, Е) (расшифровка типов землепользования в табл. 2)

№ контура	Площадь, га	Типы землепользования по годам						
		1968	1975	1984	1990	2000	2007	2013
1	155.155	1	1	1	1	1	1	1
2	0.141	7	7	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	7	7	7	7	8	8	8
6	0.618	1	1	7	7	7	8	7
7	0.905	7	7	7	8	7	8	8
8	1.159	7	7	7	7	7	8	8
9	1.426	7	7	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	30	30	1
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	30	30	1
23	2.518	1	1	7	7	8	8	8



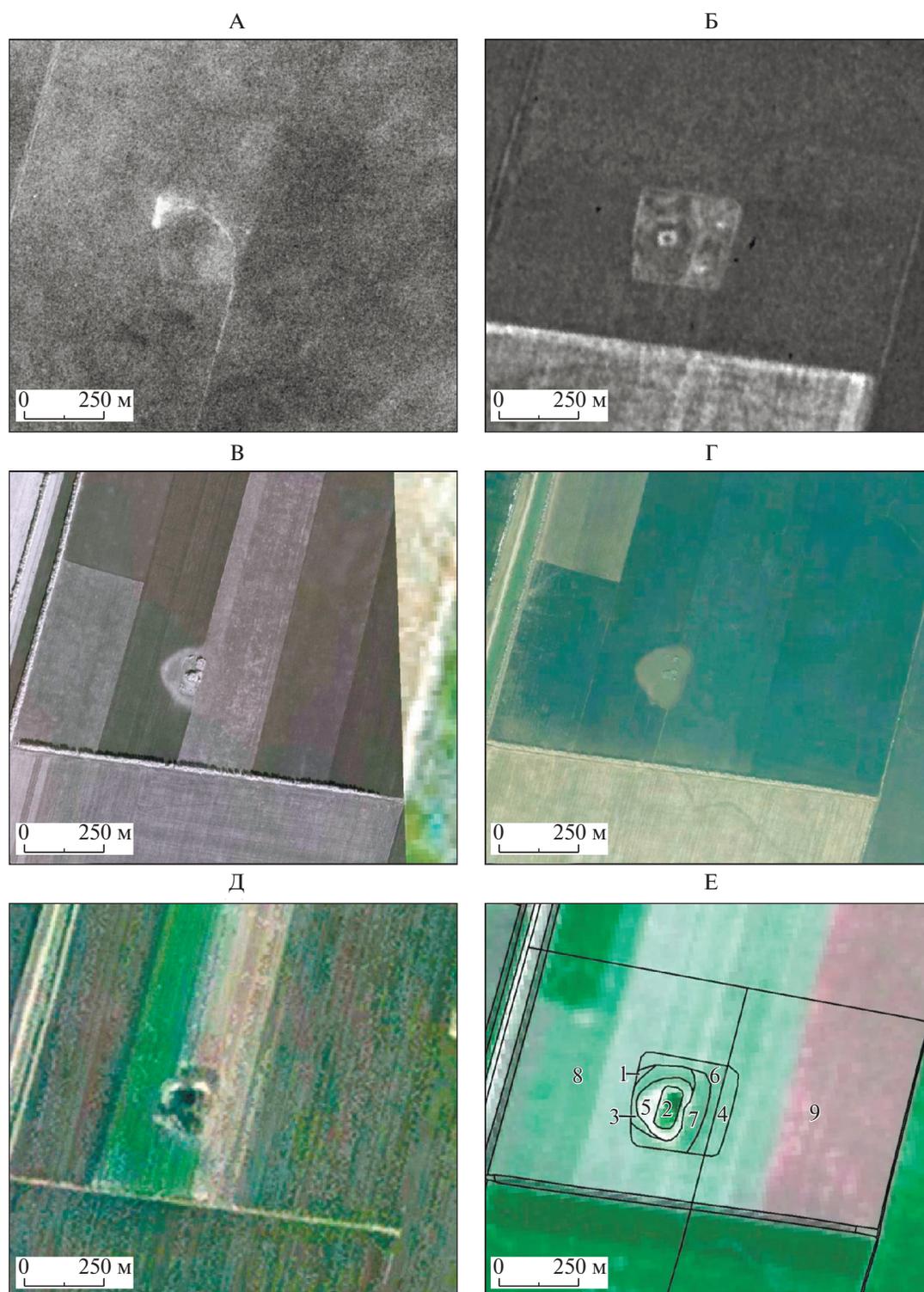
**Рис. 4.** Примеры 2 и 3: малые локальные западины и формирование залежи; ДДЗ: А – 1968 г., Б – 1975 г., В – 1987 г., Г – 2007 г., Д – карта динамики землепользования, см. табл. 4, Е – 2013 г.

рующих 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 рис. 5, А приведен фрагмент пахотного поля, распаханного в 1968 г. на 100%. В 1975 г. (рис. 5, Б) хорошо дешифрируется блюдцеобразная западина и прямоугольная территория предполагаемого залужения, то есть формирования

**Таблица 4.** Содержание контуров карты динамики землепользования поля с малыми локальными западинами (примеры 2 и 3, см. рис. 4, Д) (расшифровка типов землепользования в табл. 2)

№ контура	Площадь, га	Типы землепользования по годам						
		1968	1975	1984	1990	2000	2007	2013
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	30
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	6
14	0.017	6	6	6	6	6	6	6
15	0.023	1	1	1	1	6	6	6
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	6
20	0.061	6	6	6	6	6	6	6
21	0.077	1	6	6	6	6	6	6
22	0.078	1	5	5	5	5	6	5
23	0.101	6	6	6	6	6	6	6
24	0.105	1	1	4	4	4	4	4
25	0.106	1	1	5	5	5	6	5
26	0.130	1	6	6	6	6	6	6
27	0.183	1	5	6	6	6	6	6
28	0.212	1	6	6	6	6	6	6
29	0.366	1	1	4	4	4	4	4
30	0.454	1	1	1	1	1	30	1
31	3.002	1	1	1	1	1	30	1
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	6	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	6	6	6
38	0.126	1	1	1	1	6	6	6
39	0.132	1	1	1	1	6	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	6	6
44	0.170	1	1	1	1	4	6	6
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	30	30	30	30	30	1
50	2.070	6	6	6	6	6	6	6



**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).

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 па-

хотный массив поля относится к черноземам типичным. Предполагаемый к залужению массив значительно больше площади блюдцеобразной западины. Реальное распространение переувлаж-

**Таблица 5.** Содержание контуров карты динамики землепользования поля с пульсирующей западиной (пример 4, см. рис. 5, Е) (расшифровка типов землепользования в табл. 2)

№ контура	Площадь, га	Типы землепользования по годам						
		1968	1975	1984	1990	2000	2007	2013
1	0.113	30	30	1	1	1	1	1
2	0.805	5	6	6	6	6	6	6
3	1.123	5	6	5	5	6	6	5
4	1.247	1	30	1	1	1	1	1
5	1.609	5	6	6	6	6	6	5
6	1.903	1	30	1	1	1	1	1
7	1.982	5	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

нения хорошо дешифрируется в 2013 г. (рис. 5, В). Минимальный необрабатываемый объект прямоугольной формы четко прослеживается в 2014 г. (рис. 5, Г, Д). На этом же рисунке хорошо дешифрируется и вся блюдцеобразная западина, но четко фиксируется и пахотная обработка западины за исключением минимального фрагмента. В иные годы (2007 г.) конфигурация необрабатываемой части поля может выглядеть иначе (рис. 5, Е). Здесь также нанесены все границы проявления переувлажнения за весь период исследования. Всего фиксируется 8 объектов, которые имеют разную историю землепользования.

**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 (табл. 2): на 1968, 1975, 1984, 1990, 2000, 2007 и 2013 гг. Пример карты землепользования на 2007 г. дан на рис. 3, А. Изменения площади пашни и переувлажнения по годам даны в табл. 6. Минимальная площадь пашни фиксируется в период с 2000 по 2007 гг.

Пересечение семи карт землепользования позволяет получить карту динамичности [25] района (рис. 3, Б, табл. 7). 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 меня-

ли 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 фиксируется при ретроспективном мониторинге как изменчивость типов землепользования [1]. 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.

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 нарастанию переувлажнения на пашне относится 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 фиксируется переувлажнение, и типы почв на этих элементах, за годы исследования не менялись, так как в той или иной мере прослеживаются на самых ранних космических снимках.

В табл. 6 прослеживается некоторая тенденция нарастания общей площади переувлажненных земель (обрабатываемых и не обрабатываемых) при пульсации площади необрабатываемых земель. Действительно, вовлечение в пашню элементов рельефа, потенциально подверженных переувлажнению, провоцирует рост переувлажнения

**Таблица 6.** Изменения площадей обрабатываемых земель и распространения переувлажнения в Знаменском р-не Тамбовской обл. (над чертой – тыс. га, под чертой – % от площади максимальной распашки)

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

**Таблица 7.** Данные карты динамичности Знаменского р-на Тамбовской обл.

Площади по карте динамичности	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

(пример 1). Часто это связано с прямоугольной формой полей, нарушающей ландшафтную адаптацию (пример 2) [10]. В конечной стадии развития процессов увлажнения по этим элементам рельефа (локальным депрессиям) формируются “мочары”. Этот процесс направлен по времени и не связан ни с экономическими причинами, ни с климатическими флуктуациями [23].

**Анализ динамики землепользования.** Поскольку максимум вывода земель из сельскохозяйственного оборота приходится на 2000–2007 гг., можно было бы предположить, что это влияние влажного периода. В эти же годы на заброс указывает и ряд авторов, также приходя к выводу о влажном периоде, как в Тамбовской области, так и в других регионах европейской части России [6, 8, 28, 29]. Действительно, длительные временные ряды климатических данных регулярных сетей (данные с 1900 г. по настоящее время [34, 36, 42, 45]) подтверждают увеличение количества осадков в этот период, опережающий рост среднегодовой температуры. К сожалению, приходится внести некоторые коррективы в степень влияния климатического фактора.

Дело в том, что именно на период с 2000 по 2007 гг. приходится максимальный спад сельского хозяйства по всей стране (табл. 8). Сокращение посевных площадей в эти годы составило по всей России 36.5% [5], если брать официальную статистику. Отмеченные климатические флуктуации этого периода не выходили за пределы среднегоголетних колебаний (отклонений), то есть не могли вызвать столь масштабного воздействия на землепользование. Тамбовская область просто не является исключением из общего правила. Аналогичный рост площади залежи в это период наблюдается и в Тульской обл. Но там заброс четко связан с экономической ситуацией и естественным плодородием почв [12, 22, 26]. 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 забро-

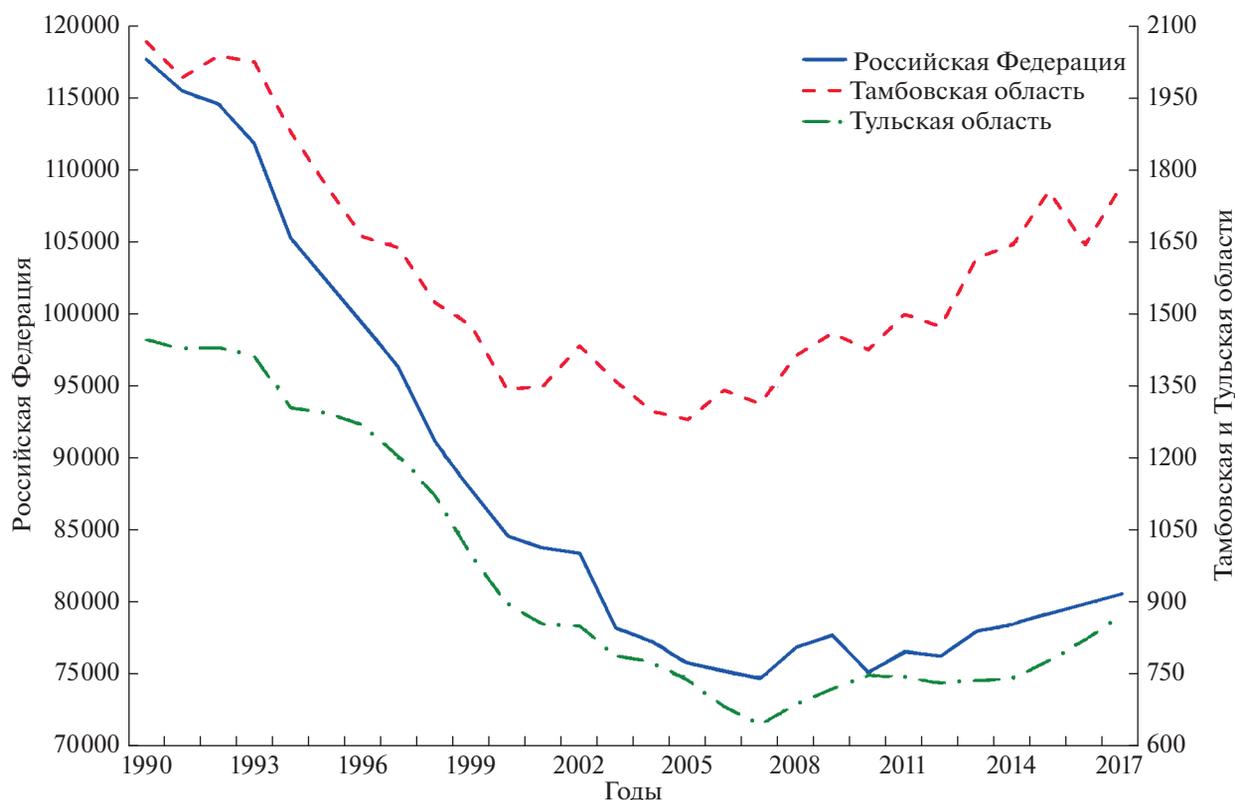


Рис. 6. Динамика посевных площадей Российской Федерации, Тамбовской и Тульской обл. (тыс. га).

шены на 80%. В Тамбовской области зональный ряд выглядит так: серые лесные, черноземы сильно выщелоченные, черноземы средне выщелоченные, черноземы слабо выщелоченные, черноземы типичные. Поэтому в Тульской обл. сокращение посевной доходило до 55%, а в Тамбовской только до 38%, достигнув максимума в 2007 г. По Тульским меркам в Тамбовской обл. практически нечего забрасывать, так как большинство почв Тамбовской области для Тульской обл. являются наиболее плодородными. Но роль наименее плодородных почв в Тамбовской обл. 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 гг. подтверждается при ретроспективном мониторинге, но площадь “мочаров” составила в этот период 1.44–1.67% от площади пашни при минимуме за период наблюдения в 0.56%. А вот залежь по причине увлажнения достигала 4.71% при минимуме в 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, со-

лодей 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.

Изменения климата, как сказано выше, не выходят за пределы среднемноголетних отклонений. Это хорошо подтверждается пульсирующими переувлажненными объектами (западинами и потяжинами). Общая площадь переувлажнения этих объектов, связанная с колебаниями климата составляет первые проценты, а потеря пашни вследствие климатического переувлажнения не достигает и 1% (табл. 6). Сочетание же климатических флуктуаций с экономическими причинами влияет на землепользование существенно сильнее – до 11% от площади пашни в Тамбовской области.

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. [5] (табл. 8, рис. 6), как в целом по России, так и в Тамбовской обл. На фоне общей тенденции роста, наблюдаются относительное снижение посевной в 2016 г. на 6.38% по отноше-

**Таблица 8.** Динамика посевных площадей Российской Федерации, Тамбовской и Тульской обл. (тыс. га)

Год	Российская Федерация	Тамбовская обл.	Тульская обл.
1990	117705.16	2068.30	1448.05
1991	115508.42	1993.38	1428.04
1992	114590.89	2038.34	1431.00
1993	111826.48	2025.49	1412.27
1994	105340.45	1879.91	1306.39
1995	102540.49	1766.92	1295.54
1996	99481.15	1661.99	1270.67
1997	96264.31	1638.75	1203.88
1998	91226.97	1524.88	1123.56
1999	87742.01	1476.96	999.17
2000	84669.64	1343.54	897.12
2001	83820.41	1351.74	855.52
2002	83467.78	1434.77	852.31
2003	78296.77	1361.36	791.08
2004	77322.93	1299.15	777.52
2005	75836.99	1282.05	739.56
2006	75276.99	1342.49	684.92
2007	74758.54	1314.28	647.08
2008	76923.50	1414.80	689.20
2009	77805.40	1461.30	721.70
2010	75187.90	1426.70	749.50
2011	76661.70	1500.80	746.70
2012	76325.40	1474.90	733.40
2013	78057.10	1617.80	739.40
2014	78525.00	1645.30	742.70
2015	79318.98	1757.09	780.78
2016	79993.04	1645.23	823.41
2017	80617.21	1767.80	872.62

нию к 2015 г. на территории Тамбовской области. Изменение площади посевной неравномерно по различным районам области и колеблется от –16% до +4% (табл. 9). Средняя величина сокращения –6.38% довольно точно соответствует сокращению посевной Знаменского района. По наличию переувлажненных земель Знаменский район также является средним среди районов области (табл. 1). Для остальных районов 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.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Пахотные земли Тамбовской области подвержены периодическому переувлажнению. Это яв-

ление на почвенных картах области прослеживается как минимум с 1953 г. (первый тур обследования), что можно наблюдать на почвенной карте 1958 г. [18]. Обычно это почвенный покров локальных западин и потяжин, представленный солонцеватыми, луговато-черноземными, лугово-черноземными, болотными почвами и солодами. Большая часть почв на указанных элементах рельефа, скорее всего, никогда не вовлекалась в пашню. Документально можно утверждать, что на 1968 г. большая часть элементов рельефа (ландшафта), на которых почвы подвержены переувлажнению, не относилась к пахотным угодьям. То есть в распашку в основном вовлекались территории, мало подверженные переувлажнению. В пашню не вовлекались довольно обширные водораздельные территории со структурой почвенного покрова, где доля периодически переувлажненных почв превышала 30%. Об этом свидетельствуют крупномасштабные почвенные карты хозяйств и почвенные карты районов и землеустроительные материалы. Ситуация на почвенных картах 1986 г. мало отличается от ситуации 1958 г. Очевидно этим обусловлены данные официальной статистики, практически не изменяющиеся во времени.

Ретроспективный мониторинг показывает, что в пашню частично были вовлечены небольшие локальные западины и потяжины, что не нашло отображения на почвенных и землеустроительных материалах 1953–1989 гг. Одна из причин вовлечения этих непродуктивных земель в пашню – прямоугольная конфигурация полей, нарушающая принципы ландшафтной адаптации [10]. Доля этих фрагментов составляет порядка 2% от общей площади пашни или порядка 42 тыс. га. С 1968 по 2018 гг. четверть этих фрагментов окончательно вышла из состава пахотных земель с формированием на них “мочаров”. Что 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 гг. 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.

**Таблица 9.** Динамика посевных площадей муниципальных районов Тамбовской обл. (тыс. га)

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

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 обл., приводящему к забросу пахотных земель, подтвердить нельзя. Реально с 1968 по 2018 гг. из пашни вышло лишь 0.5% земель. Эти территории вовлечены в пашню ошибочно и не свидетельствуют о росте переувлажнения. Еще на 8% пашни 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 2746 тыс. га всех сельскохозяйственных угодий области или 16%.

Общая площадь переувлажненных земель Тамбовской области обусловлена природными факторами и мало подвержена изменениям.

Допущения о росте переувлажнения связаны, скорее всего, не с самим явлением, а с развитием

классификации переувлажненных почв и методов отображения. Действительно, чем новее крупномасштабные почвенные карты, тем подробнее их легенда для переувлажненных почв и выделены они на больших территориях. В почвенных очерках к ряду почвенных карт Тамбовской области так и указано – “увеличение площади переувлажненных почв, при сравнении с картами прошлого тура обследования, связаны исключительно с большей детальностью картографирования” [19].

**Благодарность.** Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 18-07-00872).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Брызжев А.В., Рухович Д.И., Королева П.В., Калинина Н.В., Вильчевская Е.В., Долинина Е.А., Рухович С.В. Организация ретроспективного мониторинга почвенного покрова и земель Азовского района Ростовской области // Почвоведение. 2013. № 11. С. 1294–1315.
2. Гвоздецкий В.М., Заморин П.К. Мочары на Тульчанине // Журн. геолого-географического цикла. 1933. № 2. С. 5–12.
3. Грибов В.В., Левченко Е.А., Козлов Д.Н. Дистанционная диагностика очагов переувлажнения с помощью спутников Sentinel-1, Sentinel-2 и Landsat 8 OLI на примере Приволжской возвышенности // Мат-лы докл. Первой открытой конференции молодых ученых “Почвоведение: горизонты буду-

- щего”, посвященной 90-летию института. М. 16–17 февраля 2017 г. 2017. С. 252–257.
4. Доклад о состоянии и охране окружающей среды Тамбовской области в 2013 г. Тамбов: ООО “Издательство “Юлис”, 2014. 137 с.
  5. Единая межведомственная информационно-статистическая система (ЕМИСС). <https://www.fedstat.ru/>
  6. *Зайдельман Ф.Р., Иванов А.Л., Каштанов А.Н.* Деградация богарных и орошаемых черноземов под влиянием переувлажнения и их мелиорация. М.: АПР, 2012. 212 с.
  7. *Зайдельман Ф.Р., Никифорова А.С., Степанцова Л.В.* Эколого-гидрологические особенности выщелоченных черноземов и лугово-черноземных почв севера Тамбовской равнины // Почвоведение. 2002. № 9. С. 1102–1114.
  8. *Зайдельман Ф.Р., Степанцова Л.В., Никифорова А.С., Красин В.Н., Сафронов С.Б., Красина Т.В.* Генезис и деградация черноземов Европейской России под влиянием переувлажнения. Способы защиты и мелиорации. Воронеж: Кварта, 2013. 352 с.
  9. *Иванова Е.Н.* О распространении и генезисе лугово-черноземных почв ЦЧО // Классификации почв СССР. М.: Наука, 1976. С. 145–156.
  10. *Кирюшин В.И.* Теория адаптивно-ландшафтного земледелия и проектирование агроландшафтов. М.: КолосС, 2011. 443 с.
  11. *Константиновская Л.В.* Способы дешифрирования космических снимков. <http://www.mapmarket.ru/index.php?id=4934&page=1&g=336>
  12. *Куляница А.Л., Королева П.В., Рухович Д.И., Рухович А.Д., Рухович Д.Д., Симакова М.С.* Частота встречаемости открытой поверхности почвы как количественная мера интенсивности использования земель // Информация и космос. 2017. № 1. С. 139–145.
  13. *Лайель Ч.* Основания геологии или перемены, происходившие некогда с землею и с ее обитателями / Пер. с 5-го изд. В 2 т. М.: тип. Э. Барфкнехта и Ко, 1859. Т. 1. 96 с.; Т. 2. 96–177 с.
  14. *Левченко Е.А., Козлов Д.Н., Смирнова М.А., Авдеева Т.Н.* Диагностические свойства и классификация почв лесостепи Вороно-Цнинского междуречья Приволжской возвышенности // Бюлл. Почв. ин-та им. В.В. Докучаева. 2017. № 88. С. 3–26.
  15. *Овечкин С.В., Исаев В.А.* Периодически переувлажненные почвы ЦЧР // Генезис, антропогенная эволюция и рациональное использование почв. Науч. тр. Почв. ин-та им. В.В. Докучаева. М., 1989. Т. 47. С. 8–25.
  16. *Овечкин С.В., Исаев В.А.* Периодическое дополнительное почвенно-грунтовое увлажнение как фактор эволюции почвенного покрова // Вопросы гидрологии в плодородии почв. Почв. ин-т им. В.В. Докучаева. М., 1985.
  17. *Паракшин Ю.П., Паракшина Э.М., Уваров С.А.* Проблема прогрессирующего переувлажнения земель в Центрально-Черноземном регионе // Тез. докл. Международной конференции “Проблемы антропогенного почвообразования”. М., 1997. Т. 2. С. 22–24.
  18. Почвенная карта Тамбовской обл. Масштаб 1 : 250000. Саратов: Картпредприятие, 1958.
  19. Почвы совхоза “Александровский” Знаменского района Тамбовской области и рекомендации по их использованию. Очерк к почвенной карте масштаба 1 : 10000. Тамбов, 1986. 132 с.
  20. *Розов Н.Н.* Почвы Центральной лесостепной области // Почвы СССР. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1939. С. 85–129.
  21. *Рухович Д.И.* Принципы организации проблемно-ориентированной системы ретроспективного мониторинга почвенно-земельного покрова на основе дистанционного зондирования земли // Информатика и космос. 2016. № 3. С. 108–123.
  22. *Рухович Д.И., Рухович А.Д., Рухович Д.Д., Симакова М.С., Куляница А.Л., Королева П.В.* 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. С. 357–371.
  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.* Влияние лесополос на фрагментацию овражно-балочной сети и образование мочаров // Почвоведение. 2014. № 11. С. 1043–1045.
  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.* Анализ применения почвенных карт в системе ретроспективного мониторинга состояния земель и почвенного покрова // Почвоведение. 2015. № 5. С. 605–625.
  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.* Методология сравнения разновременных почвенных карт в целях выявления и описания динамики почвенного покрова на примере мониторинга засоления почв // Почвоведение. 2016. № 2. С. 164–181.
  26. *Рухович Д.И., Шаповалов Д.А., Куляница А.Л., Королева П.В.* Продовольственная безопасность России и государственная статистика – к чему ведут выдуманные цифры // Международный сельскохозяйственный журнал. 2017. № 6. С. 64–69.
  27. *Сапожников П.М., Марченко З.С.* Характеристика мочаров предгорной зоны Краснодарского края // Почвоведение. 2000. № 8. С. 936–942.
  28. *Степанцова Л.В., Красин В.Н., Сафронов С.Б., Красина Т.В.* Проблема деградации черноземных почв Тамбовской области в связи с их переувлажнением // Вестник Мордовского ун-та. 2008. № 2. С. 105–110.
  29. *Хитров Н.Б., Назаренко О.Г.* Распространение переувлажненных почв в исходно автоморфных агроландшафтах Ростовской области при ведении системы “сухого” земледелия // Деградация богарных и орошаемых черноземов под влиянием переувлажнения и их мелиорация. М.: АПР, 2012. 212 с.
  30. *Хитров Н.Б., Чевердин Ю.И.* Сезонно переувлажненные почвы Каменной Степи // Деградация богарных и орошаемых черноземов под влиянием

- переувлажнения и их мелиорация. М.: АПР, 2012. 212 с.
31. Чабан Л.Н., Капитонова К.Н. Выбор критерия сокращения размерности гиперспектральных изображений при классификации и анализе растительного покрова // Изв. вузов. "Геодезия и аэрофотосъемка". 2016. № 1. С. 59–64.
  32. Чабан Л.Н., Малинников В.А., Учаев Д.В., Учаев Дм.В. Методы отбора информативных каналов при тематической обработке гиперспектральных изображений // Изв. вузов. "Геодезия и аэрофотосъемка". 2014. № 4. С. 63–74.
  33. Basayigit L., Dedeoglu M., Demir S. Digital mapping of Histosols using LANDSAT 7 ETM+ in Isparta, Turkey // GlobalSoil Map. Digital Soil Mapping from Country to Globe. Proceedings of the GlobalSoilMap 2017 conference, July 4–6, 2017, Moscow, Russia. CRC Press/Balkema Leiden, The Netherlands, 2018. P. 113–121.
  34. Centre for environmental data analysis, climate data, Time-series of month-by-month variation in climate [http://data.ceda.ac.uk/badc/cru/data/cru\\_ts/](http://data.ceda.ac.uk/badc/cru/data/cru_ts/)
  35. Chen M., Willgoose G.R., Saco P.M. Investigating the impact of leaf area index temporal variability on soil moisture predictions using remote sensing vegetation data // J. Hydrology. 2015. V. 522. P. 274–284.
  36. Climatic research unit high-resolution datasets <https://crudata.uea.ac.uk/cru/data/hrg/>
  37. Gala T.S., Melesse A.M. Monitoring prairie wet area with an integrated LANDSAT ETM+, RADARSAT-1 SAR and ancillary data from LIDAR // Catena. 2012. V. 95. P. 12–23.
  38. Huang W., Chak H.P., Peng Y., Li L. Qualitative risk assessment of soil erosion for karst landforms in Chahe town, Southwest China: A hazard index approach // Catena. 2016. V. 44. P. 184–193.
  39. Hutton J. 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. 1788. V. 1. Part 2. P. 209–304.
  40. de Jeu R.A.M., Holmes T.R.H., Parinussa R.M., Owe M. A spatially coherent global soil moisture product with improved temporal resolution // Journal of Hydrology. 2014. V. 516. P. 284–296.
  41. Liu C., Dong X., Liu Y. Changes of NPP and their relationship to climate factors based on the transformation of different scales in Gansu, China // Catena. 2015. V. 125. P. 190–199.
  42. Mitchell T.D., Carter T.R., Jones P.D., Hulme M., New M. A comprehensive set of high-resolution grids of monthly climate for Europe and the globe: the observed record (1901–2000) and 16 scenarios (2001–2100). Tyndall Centre Working Paper № 55. P. 1–30.
  43. Möller M., Gerstmann H., Gao F., Dahms T.C., Förster M. Coupling of phenological information and simulated vegetation index time series: Limitations and potentials for the assessment and monitoring of soil erosion risk // Catena. 2017. V. 150. P. 192–205.
  44. Petropoulos G.P., Ireland G., Barrett B. Surface soil moisture retrievals from remote sensing: Current status, products & future trends // Physics and Chemistry of the Earth. 2015. V. 83–84. P. 36–56.
  45. Rukhovich D.I., Koroleva P.V., Vilchevskaya E.V., Romanenkov V.A., Kolesnikova L.G. Constructing a spatially-resolved database for modeling soil organic carbon stocks of croplands in European Russia // Regional Environmental Change. Springer. 2007. V. 7(2). P. 51–61.

## Retrospective Monitoring of the Waterlogging of Soil Cover of Plowed Lands of the Tambov Region in 2018–1968 Years

P. V. Koroleva<sup>a</sup>, D. I. Rukhovich<sup>a, \*</sup>, D. A. Shapovalov<sup>b</sup>, G. A. Suleiman<sup>a</sup>, and E. A. Dolinina<sup>a</sup>

<sup>a</sup>*Dokuchaev Soil Institute, Russia 119017, Moscow, Pyzhevsky Lane, 7, bld. 2*

<sup>b</sup>*State University of Land Management, Russia 105064, Moscow, ul. Kazakova, 15*

*\*e-mail: landmap@yandex.ru*

The hypothesis of an increase in the areas of overmoistened soils on arable lands of the Tambov region was tested by methods of retrospective monitoring of soil and land cover. The period of retrospection is 50 years (2018–1968) according to remote sensing data and more than 60 years according to archival materials. It has been established that waterlogging of rainfed soils is periodic, but does not have an upward trend, that is the area of distribution of overmoistened soils over the past 50–60 years has not changed. The area of periodic influence of overmoistening on land use of arable land is 181 thousand hectares or 8.5% of the arable land area. It is shown that official statistics significantly underestimate the area of distribution of waterlogged soils, as it does not take into account the overmoistened soils of arable lands. The total area of waterlogging covers about 16% of the agricultural land of the Tambov region, 6% of which is arable land. It was revealed that the reduction of arable land for economic reasons in the study period significantly exceeded the influence of natural factors.

*Keywords:* soil waterlogging, land use dynamics, remote sensing materials, soil maps, sown area dynamics