

УДК 911.2+910.3

Д.И. Люри¹, А.С. Некрич², Д.В. Карелин³

ИЗМЕНЕНИЕ ПАХОТНЫХ ПЛОЩАДЕЙ В РОССИИ В 1990–2015 гг. И ПОЧВЕННАЯ ЭМИССИЯ ДИОКСИДА УГЛЕРОДА

Показано, что для России, начиная с 1990 г. (период кризиса и реформ), типична пространственно-факторная матрица динамики площадей сельскохозяйственных земель, которая характерна и для второй половины XIX в. Установлено, что ведущими факторами, влияющими на процесс изменения площадей аграрных угодий, являются биоклиматический потенциал (БКП) и численность сельского населения. Выявлено, что за период 1990–2015 гг. в российских регионах сформировались 3 типа изменений посевных площадей: «устойчивое сокращение», «смена сокращения на стабилизацию», «смена сокращения на увеличение». Модели показывают, что изменение почвенной эмиссии CO_2 в результате распашки залежей может оказаться значительным и сопоставимым с вкладом изменений климата за тот же период наблюдений. Для областей, где распашка залежей не проводится, характерен больший вклад климатических факторов в изменение почвенной эмиссии CO_2 , а для областей с активным возвращением залежей в оборот – вклад землепользования.

Ключевые слова: изменение площадей посевов, распашка залежей, биоклиматический потенциал, изменение численности сельского населения, аграрное освоение Российской Федерации, почвенная эмиссия CO_2 .

Введение. Площади посевов являются одним из индикаторов, лучше всего отражающих уровень аграрного развития большинства сельскохозяйственных регионов РФ, поскольку представляют собой наиболее интенсивно эксплуатируемую и продуктивную категорию сельскохозяйственных угодий. С начала 1990-х гг. во всех регионах РФ произошло сокращение сельскохозяйственных земель (50 млн га к 2015 г.). Его закономерности исследованы [Люри с соавт., 2010; Мухин, 2012; Некрич, Люри, 2016], выявлена связь изменения площадей аграрных угодий, резервуаров углерода и почвенной эмиссии CO_2 [Люри с соавт., 2010, 2013; Карелин с соавт., 2015, 2017]. С середины 2000-х гг. во многих регионах РФ началось возвращение ранее заброшенных угодий в аграрный оборот, однако географические особенности и экологические последствия этого процесса слабо изучены. Россию следует рассматривать как крупнейшую страну мира, которая за четверть века испытала масштабное сокращение площадей аграрных угодий и сравнимое по размеру их возвращение в сельскохозяйственный оборот.

Цель работы – выявление географических особенностей, природных и социально-экономических факторов, определяющих процессы вывода и возвращения в оборот пахотных земель, и оценка изменения величины почвенной эмиссии CO_2 при возвращении залежей в аграрный оборот. Поставлены задачи: 1) выявить закономерности изменения площадей посевов в РФ за 1990–2015 гг., оценить площади земель, возвращаемых в аграрный оборот; 2) определить природные и демографические факторы, кото-

рые формируют современные процессы забрасывания и возвращения в оборот сельхозземель в России; 3) оценить изменение почвенной эмиссии CO_2 в результате возвращения пахотных территорий в аграрный оборот.

Изменение площадей посевов обычно рассматривается специалистами как процесс, связанный с характеристиками природной среды и антропогенно-историческими преобразованиями [Люри с соавт., 2010; Прищепов с соавт., 2012; Болданов, Мухин, 2015; Некрич, Люри, 2016]. Исследуется динамика площадей пахотных земель в связи с изменениями систем землепользования и сельского расселения [Нефедова, 2012], отслеживается ход постагрогенного восстановления почвенно-растительного покрова на залежных землях и изучаются возможности вовлечения их в аграрный оборот [Люри с соавт., 2010], анализируются зависимости деградации земель от климатических факторов и этапов социально-экономического развития общества [Чибилев, Рябуха, 2016], изучаются закономерности изменений углеродного обмена в ходе восстановления залежей [Карелин с соавт., 2015, 2017].

Баланс CO_2 залежей и активно эксплуатируемых пашен постоянно находится в центре внимания исследователей, но этот вопрос практически не исследовался с точки зрения сравнения реакции на распашку разновозрастных залежей в пределах неодинаковых географических зон. В случае с забрасыванием пахотных земель в России в конце XX в. был фактически дан почти единовременный старт столь же масштабной сукцессии в хозяйственно-

¹ ФГБУН Институт географии РАН, отдел физической географии и проблем природопользования, гл. науч., с., докт. геогр. н.; e-mail: dmitry.luri@gmail.com

² ФГБУН Институт географии РАН, отдел физ. географии и проблем природопользования, науч. с., канд. геогр. н.; e-mail: a.s.nekrich@igras.ru

³ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, биологический факультет, кафедра общей экологии, проф., докт. биол. н.; Институт географии РАН; Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН; e-mail: dkarelin@igras.ru

важных географических зонах страны. Однако, несмотря на почти единовременное начало самовосстановления залежей в регионах, распашка «застает» агроэкосистемы на разных сукцессионных стадиях. Из этого, в свою очередь, следует, что и баланс CO_2 этих экосистем может значительно отличаться. Если запасы углерода в почвах таких экосистем после начала повторной распашки первоначально остаются в малоизмененном состоянии (инерционная компонента С-баланса), то дыхание почвы, как одна из основных мобильных компонентов С-баланса, с высокой вероятностью изменится. Задача, в таком случае, состоит в оценке влияния зональных и «возрастных» различий на почвенное дыхание залежей, возвращенных в агрооборот.

Материалы и методы исследований. В основе исследования – динамические ряды площадей аграрных угодий в регионах России с 1990 по 2015 гг. с шагом в 1 год [Информационный ..., 2017]. Для анализа был выбран параметр «площадь посевов», так как параметры «площадь сельскохозяйственных угодий» и «площадь пашен» являются элементами земельной статистики, инвентаризация которых происходит редко. В то время как данные о посевных площадях – это ежегодные отчеты сельскохозяйственных предприятий, отражающие фактическую ситуацию. Всего было проанализировано 67 аграрно-освоенных субъектов РФ (рис. 1), где сосредоточено около 97% площадей посевов страны. Из анализа были исключены: 1) слабо освоенные в аграрном отношении регионы РФ (менее 10 тыс. га пашни на субъект); 2) крупные субъекты Сибирс-

кого и Дальневосточного округов, для которых приписывать закономерности изменения небольших площадей посевов неправомерно по отношению ко всему субъекту; и 3) регионы с отсутствием подробных рядов статистических сведений.

Для предварительной оценки различий в уровнях почвенной эмиссии CO_2 , связанных с доминирующим зональным типом почв (условиями географических зон) и возрастом залежей, были использованы полученные нами ранее регрессионные модели, служащие для описания наблюдаемых изменений почвенной эмиссии CO_2 в ходе восстановительных сукцессий в основных зонах распашки ЕТР. Такие модели, основанные на полевых наблюдениях, были получены для подзолов южной тайги [Люри с соавт., 2013], черноземов [Карелин с соавт., 2015] и серых лесных почв [Карелин с соавт., 2017]. В них использованы три независимые переменные: температура воздуха (или почвы в слое 0–10 см), объемная влажность почвы в слое 0–10 см (или текущая сумма осадков), и сезон года (период со снежным покровом – «зимний», или без него – «вегетационный»). Минимальный шаг моделей во времени – четырехчасовой, что соответствует доступному разрешению стандартных срочных метеоданных. При наличии данных по влажности и температуре почвы соответствующего разрешения, этот шаг может быть уменьшен до нескольких минут. Поскольку сбор первичных данных по потокам CO_2 происходил в период выраженного потепления, это расширяет пределы применимости моделей [Люри с соавт., 2013; Карелин с соавт., 2015; Карелин с соавт., 2017].

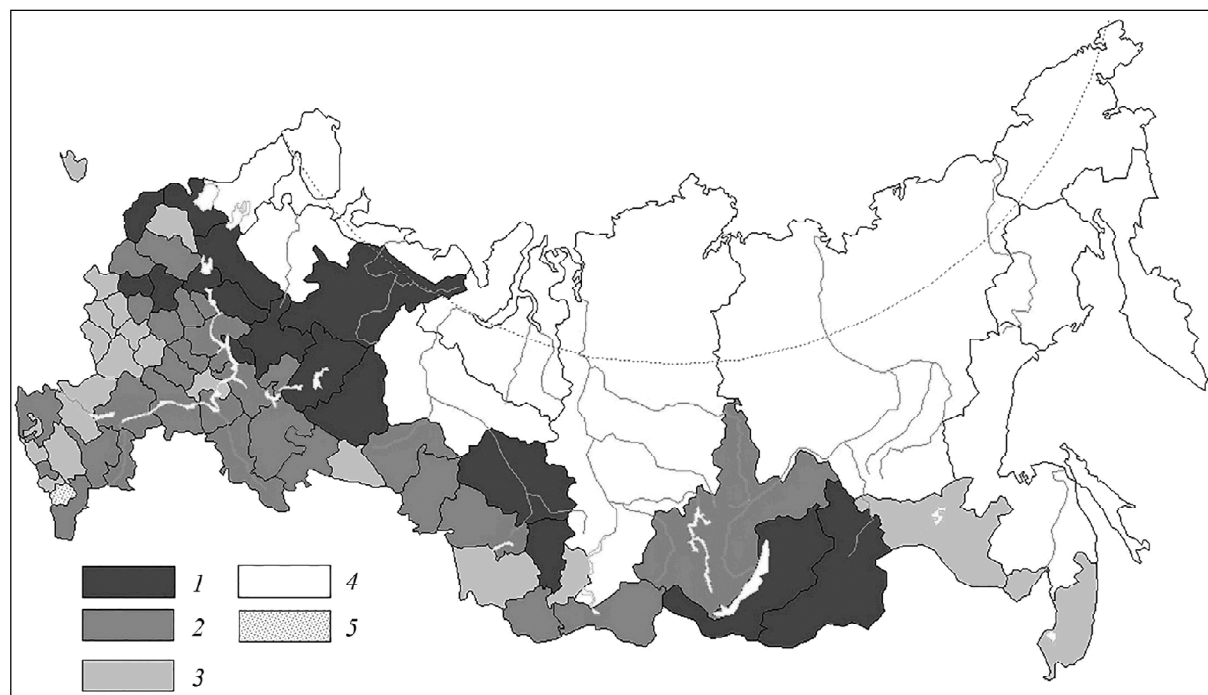


Рис. 1. Пространственное распределение основных вариантов изменения площадей посевов сельскохозяйственных культур в России (1990–2015 гг.): 1 – «устойчивое сокращение», 2 – «смена сокращения на стабилизацию», 3 – «смена сокращения на рост», 4 – слабоосвоенные, 5 – нет данных

Fig. 1. Spatial pattern of the main types of cropland dynamics in Russia in 1990–2015: 1 – «sustainable decrease», 2 – «decrease then stabilization», 3 – «decrease then growth», 4 – poorly developed, 5 – no data

Для оценки итогового эффекта распашки на эмиссию углерода в составе CO_2 необходимо знать: 1) площади возвращенных в эксплуатацию земель в разных географических зонах; 2) распределение их по стадиям (возрастам) сукцессии; 3) величины почвенной эмиссии CO_2 на разных возрастах сукцессии в различных зонах. Последнее зависит не только от типа почвы и стадии сукцессии, но и от климатических условий данного года, что учтено в структуре моделей. Весь необходимый набор таких данных имеется только для европейской части России, на которую, тем не менее, приходится подавляющее большинство возвращенных в аграрный оборот земель в России (73%). При этом большая их часть приходится на зоны серых лесных почв и черноземов, где в результате распашки общая площадь залежей уже сократилась на 26% (табл.). В рассматриваемый период (2006–2015 гг.) распахивались преимущественно молодые залежи, находящиеся на ранних стадиях сукцессии, не достигшие состояния молодых лесов. К ним относятся луговые, рудеральные и рыхлокустовые стадии.

Распределение возвращаемых в эксплуатацию залежей по стадиям сукцессии проводилось на основе данных официальной статистики, анализа спутниковых снимков, полевых маршрутов и учетов на автомобилях общей протяженностью более 15 тыс. км в Новгородской (Валдайский район), Орловской (Орловский, Урицкий и Шаблыкинский районы) и Курской (Курский район) областях [Люри с соавт., 2013; Карелин с соавт., 2015, 2017]. Эти районы и области послужили в качестве модельных для дальнейшей экстраполяции на территории зональных залежей.

Поскольку мы не располагали полными сведениями по годам распашки конкретных залежей в исследуемых районах, для расчетов были использованы усредненные метеоданные за период 2006–2015 гг. В качестве метеоданных использовали среднесуточные температуры воздуха и посуточные суммы осадков, а также сроки установления и схода снежного покрова по метеостанциям Орловской области (г. Орел, п. Нарышкино, п. Шаблыкино), г. Курск, и метеостанции ГТИ Росгидромета РФ в г. Валдай (Новгородская обл.).

Результаты исследований и их обсуждение. Особенности изменения посевных площадей и их географического распространения в РФ.

Выявлено 3 характерных варианта изменений посевных площадей в регионах (рис. 1): 1) «устойчивое сокращение», начавшееся до 1990 г. и продолжающееся по настоящее время [Люри с соавт., 2010]. В ходе него утрачено 9,6 млн га (почти 60% от состояния в 1990 г.). Эта зона захватывает Нечерноземье, Томскую и Кемеровскую области, Забайкальский край; 2) «сокращение – стабилизация» – вариант, характерный для Поволжья, юга Западной и Восточной Сибири и запада Нечерноземья. В этом случае уменьшение площадей посевов сменяется стабилизацией. Начало стабилизации площадей в этом варианте неравномерное: в частности, оно происходит раньше в Краснодарском крае (с 1998 г.), позже – в Смоленской области (с 2008 г.). Сокращение общей площади посевных площадей в этом случае достигло 19,8 млн га (32,7% от состояния 1990 г.). 3) «сокращение – рост» наблюдается в Черноземье, Предкавказье и на Кавказе, степях южного Урала, Алтайском крае, а также в Приморье. Увеличение площадей раньше проявилось в Еврейской АО и Амурской области (2004 г.), позже – в Калининградской области (2011 г.). Начавшееся расширение площадей посевов не компенсировало их уменьшения (на территории этих административных единиц в настоящее время утрачено 7,9 млн га, или 21,3% от исходного состояния).

Многие исследования свидетельствуют о наличии связи между изменениями площади аграрных угодий и финансово-экономической ситуацией в стране [Люри с соавт., 2010; Некрич, Люри, 2016; Нефедова, 2012]. Однако ведущими факторами этого процесса являются природные условия, описываемые биоклиматическим потенциалом [Гордеев с соавт., 2006], и изменение численности сельского населения. По этим показателям регионы были разделены на варианты с различными типами динамики площадей посевов (рис. 2).

Для большинства субъектов (14 из 16) с вариантом изменения площадей посевов «устойчивое сокращение» характерны низкие значения БКП и

Состояние фонда залежных земель в России за период с 1990 по 2015 гг.

Залежные земли	Залежи, тыс га		Доля от общей площади распаханых залежей в России	Сокращение залежей в 2006–2015 гг.
	образовавшиеся в 1990–2006 гг.	вернувшиеся в оборот в 2006–2015 гг.		
			%	
Дерново-подзолистые почвы южной тайги	10 700	299	6,3	2,8
Серые лесные почвы широколиственных лесов и черноземы лесостепей	8 900	2 311,7	49,0	26,0
Обыкновенные и южные черноземы степной зоны	13 900	701,5	14,9	5,0
Северо-Кавказская горная почвенная провинция с горно-долинными лугами и степями	600	129,8	2,7	21,6
Азиатская территория России	18 000	1 278,7	27,1	7,1
ВСЕГО	52 100	4 721	100,0	??

уменьшение численности сельского населения. Исключение составляют Калужская и Московская области, где происходит расширение селитебных территорий и развитие инфраструктуры за счет площади аграрных земель. Большинство регионов (3/4) с ростом площадей посевных земель характеризуется высокими значениями БКП при различной динамике численности сельского населения (нижняя часть матрицы на рис. 2). Области с вариантом изменений «сокращение – стабилизация» распределены по пространству матрицы достаточно равномерно.

Матрица для регионов с вариантом динамики посевных площадей «устойчивое сокращение» не демонстрирует ясных закономерностей. Уменьшение площади посевов составляет в этом случае от 43 до 63%. Причина состоит в том, что здесь возникают новые факторы влияния – институциональные,

инфраструктурные, инвестиционные, демографические и другие [Люри с соавт., 2010]. Напротив, для варианта изменения площадей «сокращение – стабилизация», независимо от значений местного БКП, посевные площади тем стабильнее, чем больше численность сельского населения. Для регионов с характером динамики «сокращение – рост» в анализ были включены данные, начиная с года расширения площадей посевов в конкретной области (длина рядов наблюдений составляет от 4 до 11 лет). Еврейская АО, Приморская и Амурская области были исключены из анализа, так как уменьшение численности коренного сельского населения здесь компенсируется притоком мигрантов-земледельцев из Китая и Южной Кореи [Информационный ..., 2017]. Наименьший рост площадей посевов отмечается в регионах с низкими значениями БКП и чис-

БКП (баллы)	Динамика численности сельского населения, %		
	падение более 10%	падение менее 10%	рост
40–95	Вологодская область	Пермский край	Ленинградская область
	Костромская область	Томская область	Республика Бурятия
	Псковская область	Кемеровская область	Свердловская область
	Кировская область		
	Забайкальский край		
	Хабаровский край		
	Саратовская область	Республика Саха (Якутия)	Астраханская область
	Новосибирская область	Волгоградская область	Самарская область
	Республика Калмыкия	Иркутская область	Оренбургская область
	Омская область	Тюменская область	Республика Алтай
96–100	Республика Тыва	Челябинская область	Республика Удмуртия
	Курганская область	Алтайский край	Республика Хакасия
	Новгородская область		
	Ярославская область	Республика Татарстан	Калининградская область
	Республика Марий Эл	Владимирская область	
	Тверская область		
	Ивановская область		
	Смоленская область		
	Красноярский край		
	Чувашская Республика		
105–120	Республика Мордовия		
	Калужская область	Московская область	Тульская область
	Нижегородская область		Республика Башкортостан
	Пензенская область		Кабардино-Балкарская Республика
	Рязанская область		Республика Дагестан
	Ульяновская область	Липецкая область	Республика Адыгея
	Брянская область		Республика Северная Осетия-Алания
	Орловская область		Карачаево-Черкесская Республика
	Тамбовская область		Ставропольский край
	Еврейская АО		Ростовская область
125–170	Амурская область		
	Приморский край		
125–170	Воронежская область		Краснодарский край
	Курская область		Белгородская область

1 2 3

Рис. 2. Распределение аграрно-освоенных субъектов Российской Федерации в зависимости от факторов динамики численности сельского населения и величина биоклиматического потенциала (БКП) (1990–2015 гг.) по вариантам изменения посевных площадей: 1 – «устойчивое сокращение», 2 – «смена сокращения на стабилизацию», 3 – «смена сокращения на рост»

Fig. 2. Types of dynamics of cultivated territories in different Russian regions driven by the numbers of rural population and regional bioclimatic potential (BCP) in 1990–2015: 1 – «sustainable decrease», 2 – «decrease then stabilization», 3 – «decrease then growth»

ленности сельского населения (7–12%), наибольший – в областях с высокими значениями БКП и численности сельского населения (от 20 до 30%). 4,2 млн га (то есть 89% роста) приходится на регионы, расположенные в благоприятных природных условиях (БКП > 100) и лишь 0,5 млн га (11%) на области с БКП < 100. Увеличение площадей посевов в этих регионах объясняется, в том числе, влиянием современного климатического тренда: здесь, начиная с 1970-х, отмечены значительные приросты среднегодовых температур и количества осадков, что вызвало увеличение урожайности зерновых и расширение площадей посевов [Киселев с соавт., 2016].

Описанная матрица устойчива, достаточно быстро восстанавливается после прекращения воздействия и является принципиальной для сельскохозяйственной карты страны [Люри с соавт., 2010; Прищепов с соавт., 2012].

Оценка изменений почвенной эмиссии диоксида углерода на залежах в результате их распашки в ЕТР. Приведенные ниже результаты расчетов являются условными, поскольку они основаны на допущении, что уровень эмиссии диоксида углерода на восстановленной пашне не зависит от стадии сукцессии, на которой она была распахана, и остается относительно постоянным из года в год. Тем не менее, этими расчетами мы хотели привлечь внимание к новому аспекту данной проблемы.

В результате обобщения статистической информации и собственных наблюдений было выяснено, что в зоне южной тайги (Новгородская обл.) на рудеральную стадию восстановительных сукцессий в распахке недавних залежных земель приходится 10, на луговую – 90%. В зонах широколиственных лесов (Орловская обл.), лесостепей и степей (Курская обл.) рудеральная стадия в распахке составляет 30%, рыхлокустовая – 70%. Применение этих выборочных оценок к суммарным площадям распаханных в 2006–2015 гг. залежей в рассматриваемых зонах, позволяет с помощью моделей⁴ оценить, насколько на этих территориях изменились потоки почвенной эмиссии CO₂ в результате распашки залежей.

Как и ожидалось, в подзоне южной тайги ввод в эксплуатацию залежных земель, при наименьшем масштабе возврата среди других зон ЕТР (2,8%), не повлиял на годовой уровень почвенной эмиссии CO₂: для подзоны южной тайги в целом ее изменение (в данном случае уменьшение) составляет лишь 0,9%. Но если бы распахке вновь подверглись все залежи этой подзоны, образовавшиеся в 1990–2015 гг., то сокращение почвенной эмиссии CO₂, согласно моделям, составило бы 42,8%! Уменьшение эмиссии связано с тем, что в настоящий период в этой зоне доминируют залежи, находящиеся на стадиях сукцессии, для которых характерны более высокие уровни почвенной эмиссии, по сравнению с местными пашнями [Люри с соавт., 2013]. Для срав-

нения, вклад наблюдаемого потепления климата в изменения (усиление) почвенной эмиссии за тот же период, по тем же моделям составил в подзоне южной тайги для восстанавливающихся залежей последнего «поколения» (1990–2006 гг.): 5,4%. В данном случае сравнивались суммы почвенной эмиссии CO₂ за год из всех разновозрастных залежей для каждой из рассматриваемых областей, при условии сохранения климатической нормы 1960–1990 гг. и в результате фактического потепления 1990–2015 гг. Последнее оценивалось через построение трендов по температурам воздуха, годовым суммам осадков и продолжительности снежного покрова. Величины полученных изменений (наклоны регрессий) были использованы в уже упомянутых моделях для расчетов новых годовых сумм эмиссии CO₂.

По-иному это выглядит для хозяйственно более ценных серых лесных почв в зоне широколиственных лесов. Здесь распахке за последнее десятилетие подверглось уже 26% полей, заброшенных в 1990–2006 гг. (табл.). Поэтому неудивительным выглядит результат, что для зоны широколиственных лесов ЕТР изменение (уменьшение) почвенной эмиссии CO₂ за счет повторной распашки составляет уже 2,8%. Полная распахка молодых залежей, согласно расчетам, сократила бы эмиссию CO₂ в этой зоне на 10,9%. Аналогично рассчитанный вклад регионального потепления (включая не только увеличение температуры, но и уменьшение количества осадков) усиливает почвенную эмиссию CO₂ в этом случае на сравнимую величину: +5,6%. Для черноземов лесостепей и степной зоны ЕТР вклад распашки залежей в сокращение почвенной эмиссии CO₂, судя по расчетам, оказался наибольшим: –4,8%. Тем не менее, если распахке подвергнутся все имеющиеся в этой зоне молодые залежи, то эта величина может составить –82,9%! Согласно аналогичным расчетам, вклад регионального потепления увеличил эмиссию CO₂ в этом случае на 4,4%.

Поскольку в этих случаях сравнивались сходные периоды наблюдений, то в качестве итоговой оценки, в которой учтены эффекты изменения климата и распашки залежей, можно рассматривать сумму рассчитанных приращений. То есть в случае южно-таежной подзоны на площади занятой залежами, образовавшимися в 1990–2006 гг., согласно используемым моделям, наблюдается увеличение почвенной эмиссии CO₂ на 4,5%, в зоне широколиственных лесов – на 2,8%, на черноземах степной зоны – незначительное уменьшение на 0,4% (взаимная компенсация влияния изменений климата и землепользования).

Выводы:

– анализ изменения посевных площадей за 1990–2015 гг. для 67 субъектов РФ показал, что выделяется три основных типа динамики: «устойчивое сокращение», «смена сокращения на стабилизацию», и «смена сокращения на рост». Для большинства регионов

⁴ Использованы регрессивные уравнения, которые были разработаны нами для прогноза скорости почвенной эмиссии в зависимости от температуры и влажности почвы на залежах разного возраста, для различных типов почв, и в разные сезоны года [Люри с соавт., 2013; Карелин с соавт., 2017].

характерна замена масштабного повсеместного сокращения площадей посевов в стране за предшествующий кризисный период на их стабилизацию и рост;

– БКП и изменение численности сельского населения являются основными факторами, сочетание которых определяет 3 наблюдаемых типа динамики площадей возделываемых угодий и хорошо описывает их изменение за последние 25 лет. Таким образом, с середины 2000-х гг. наблюдается восстановление пространственно-факторной матрицы изменения аграрных площадей, которая сформировалась в России во второй половине XIX века и пережила все социальные катастрофы прошлого и начала текущего столетия;

– изменение почвенной эмиссии диоксида углерода в результате распашки залежей может оказывать весьма значительным и сопоставимым с вкладом изменений климата за тот же период, что необходимо учитывать при региональных оценках бюджета CO₂. При этом имеет значение, какие именно стадии залежных сукцессий, какие именно почвы, и в каких масштабах начали вновь распахиваться. Согласно моделям, для областей, где залежи не распахиваются, для региональных потоков дыхания почвы важнее оказывается климатический фактор, а для регионов с активной распашкой молодых залежей – вклад изменений землепользования.

Благодарности. Выполнено по теме НИР 0148-2018-0015 «Выявление закономерностей пространственной структуры и динамики ландшафтов под влиянием природных и антропогенных факторов для рационализации природопользования». Рег. № 01201352471.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Болданов Т.А., Мухин Г.Д. Эколого-экономическая оценка трансформации сельскохозяйственного землепользования в республике Бурятия (1990–2013 гг.) // Проблемы региональной экологии. 2015. № 3. С. 55–61.

Гордеев А.В., Клеценко А.Д., Черняков Б.А., Сиротенко О.Д. Биоклиматический потенциал России: теория и практика. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2006. 512 с.

Информационный портал Федеральной службы государственной статистики [Электронный ресурс]. URL: <http://www.gks.ru/> (дата обращения: 14.04.2017).

Карелин Д.В., Горячкин С.В., Кудилов А.В., Лопес де Гереню В.О., Лукин В.Н., Долгих А.В., Люри Д.И. Изменения запасов углерода и эмиссии CO₂ в ходе постагрогенной сукцессии растительности на серых почвах в европейской части России // Почвоведение. 2017. № 5. С. 580–594.

Карелин Д.В., Люри Д.И., Горячкин С.В., Лукин В.Н., Кудилов А.В. Изменение почвенной эмиссии диоксида углерода в ходе постагрогенной сукцессии в черноземной лесостепи // Почвоведение. 2015. № 11. С. 1354–1366.

Киселев С.В., Строков А.С., Белугин А.Ю. Прогнозирование развития сельского хозяйства России в условиях изменения климата // Проблемы прогнозирования. 2016. № 5. С. 86–97.

Люри Д.И., Горячкин С.В., Караваяева Н.А., Денисенко Е.А., Нефедова Т.Г. Динамика сельскохозяйственных земель России в XX в. и постагрогенное восстановление растительности и почв. М.: ГЕОС, 2010. 416 с.

Люри Д.И., Карелин Д.В., Кудилов А.В., Горячкин С.В. Изменение почвенного дыхания в ходе постагрогенной сукцессии на песчаных почвах в южной тайге // Почвоведение. № 9. 2013. С. 1060–1072.

Мухин Г.Д. Эколого-экономическая оценка трансформации сельскохозяйственных земель Европейской территории России в 1990–2009 гг. // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2012. № 5. С. 19–28.

Некрич А.С., Люри Д.И. Факторы динамики посевных земель в кризисный период во внутриобластном масштабе (на примере Курской области) // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2016. № 1. С. 123–130.

Нефедова Т.Г. Основные тенденции изменения сельского пространства России // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2012. № 3. С. 7–13.

Прищепов А.В., Раделофф Ф., Бауман М., Кюммерле Т. Влияние институциональных и социо-экономических изменений после распада СССР на сельскохозяйственное землепользование в Восточной Европе // Земля из космоса – наиболее эффективные решения. М.: Сканекс, 2012. № 14. С. 7–14.

Цветков А.М. Изменение лесистости Европейской России с конца XVII столетия по 1941 год. М.: Изд-во АН СССР, 1957. 213 с.

Чибилев А.А., Рябуха А.Г. История хозяйственного освоения и антропогенной трансформации песчаных земель степной зоны Оренбургской области // Аридные экосистемы. 2016. Т. 22. № 1(66). С. 48–55.

Поступила в редакцию 06.06.2017
Принята к публикации 28.12.2017

D.I. Lyuri¹, Nekrich A.S.², Karelin D.V.³

CROPLAND DYNAMICS IN RUSSIA IN 1990–2015 AND SOIL EMISSION OF CARBON DIOXIDE

It was demonstrated that since the 1990-s (the period of crisis and reforms) the characteristic spatial-factor matrix of cropland dynamics in Russia is much the same as in the second half of the 19th century. The regional bioclimatic potential (BCP) and the numbers of rural population are major factors defining the type of cropland area changes in a particular region. Three types of cropland area dynamics have formed in

¹ Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, Department of Physical Geography and Problems of Environment Management, Leading Scientific Researcher, D.Sc. in Biology; e-mail: dmitry.luri@gmail.com

² Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, Department of Physical Geography and Problems of Environment Management, Scientific Researcher, PhD. in Geography; e-mail: a.s.nekrich@igras.ru

³ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Biology, Department of General Ecology, Professor, D.Sc. in Biology; Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, Department of Physical Geography and Problems of Environment Management, Senior Scientific Researcher, Centre for Problems of Ecology and Forest Productivity, Russian Academy of Sciences, Laboratory of Productivity and Biosphere Functions of Forests, Scientific Researcher; e-mail: dkarelin@igras.ru

the regions of Russia during 1990–2015, i.e. «sustainable decrease», «decrease then stabilization», and «decrease then growth». The models show that changes in regional soil emission of CO₂ as a result of the plowing of fallow lands can be significant (1–5%) and comparable with the contribution of climate change during the same period. For the areas where fallow lands are not cultivated the contribution of climate to CO₂ soil emission is greater than in the areas with active plowing of young fallows where the land use is more important factor.

Key words: dynamics of cropland area, plowing of fallow lands, bioclimatic potential, rural population dynamics, agrarian development of the Russian Federation, soil emission of CO₂.

Acknowledgements. The study was carried out under the scientific research theme 0148-2018-0015 «Identification of regularities of the spatial structure and dynamics of landscapes under the influence of natural and anthropogenic factors for the optimization of environmental management» (Reg. № 01201352471).

REFERENCES

- Boldanov T.A., Mukhin G.D.* Ekologicheskaya i ekonomicheskaya ocenka transformacii selskohozyajstvennogo zemlepolzovaniya v respublike Buryatia (1990–2013 gg.) [Ecological and economic assessment of agricultural land use transformation in the Republic of Buryatia (1990–2013)] // Problems of regional ecology. 2015. № 3. P. 55–61 (in Russian).
- Chibilyov A.A., Ryabukha A.G.* Istoriya hozyajstvennogo osvoeniya i antropogennoj transformacii peschanyh zemel stepnoj zony Orenburgskoj oblasti [The history of economic development and anthropogenic transformation of the sandy lands in the steppe zone of the Orenburg oblast] // Aridnie ekosistemy. 2016. V. 22. № 1(66). P. 48–55 (in Russian).
- Gordeev A.V., Kleshchenko A.D., Chernyakov B.A., Sirotenko O.D.* Bioklimaticheskij potencial Rossii: teoriya i praktika [Bioclimatic potential of Russia: theory and practice]. Moscow: Association of scientific editions KMK Publ. 2006. 512 p. (in Russian).
- Informacionnyj portal Federalnoj sluzhby gosudarstvennoj statistiki [Web resource]. URL: <http://www.gks.ru/> Accessed: 14.04.17).
- Karelin D.V., Goryachkin S.V., Kudikov A.V., Lopes de Gerenu V.O., Lunin V.N., Dolgikh A.V., Lyuri D.I.* Izmenenie zapasov ugleroda i emissii CO₂ v hode postagrogennoj sukcesii v rastitelnosti na seryh lesnih pochvah v evropejskoj chasti Rossii [Changes in carbon pool and CO₂ emission in the course of postagrogenic succession on gray forest soils (Luvic Phaeozems) in European Russia] // Eurasian Soil Science. 2017. V. 50. № 5. P. 580–594 (in Russian).
- Karelin D.V., Lyuri D.I., Goryachkin S.V., Lunin V.N., Kudikov A.V.* Izmenenie pochvennoj emissii dioksida ugleroda v hode postagrogennoj sukcesii v chernozemnoj lesostepi [Changes of the carbon dioxide emission from soils in the course of postagrogenic succession in the Chernozem forest-steppe] // Eurasian Soil Science. 2015. V. 48. P. 1354–1366 (in Russian).
- Kiselev S.V., Stokov A.S., Belugin A.Yu.* Prognozirovanie razvitiya selskogo hozajstva Rossii v usloviyah izmeneniya klimata [Forecasting of agriculture development in Russia under the climate change] // Problemy prognozirovaniya. 2016. № 5. P. 86–97 (in Russian).
- Lyuri D.I., Goryachkin S.V., Karavaeva N.A., Denisenko E.A., Nefedova T.G.* Dinamika selskohozyajstvennyh zemel Rossii v XX veke i postagrogennoe vosstanovlenie rastitelnosti i pochv [Dynamics of agricultural lands of Russia in the 20th century and postagrogenic restoration of vegetation and soils]. Moscow: GEOS (Publ.), 2010. 416 p. (in Russian).
- Lyuri D.I., Karelin D.V., Kudikov A.V., Goryachkin S.V.* Izmenenie pochvennoy dyhaniya v hode postagrogennoj sukcesii na peschanyh pochvah v yuzhnoj tajge [Changes in soil respiration in the course of postagrogenic succession on sandy soils in the southern taiga zone] // Eurasian Soil Science. 2013. V. 46. № 9. P. 1060–1072 (in Russian).
- Mukhin G.D.* Ekologo-ekonomicheskaya ocenka transformacii selskohozyajstvennyh zemel Evropejskoj territorii Rossii v 1990–2009 gg. [Environmental-economical assessment of transformation of agricultural lands of the European territory of Russia in 1990–2009] // Vestnik Mosk. un-ta. Ser. 5. Geografiya. 2012. № 5. P. 19–28 (in Russian).
- Nefedova T.G.* Osnovnye tendencii izmeneniya selskogo prostranstva Rossii [Main trends of changes in the rural space of Russia] // Izv. Ross. Akad. Nauk. Ser. Geogr. 2012. № 3. P. 7–13 (in Russian).
- Nekrich A.S., Lyuri D.I.* Faktory dinamiki posevnyh zemel v krizisnyj period vo vnutrioblastnom masshtabe (na primere Kurskoj oblasti) [Factors of local-scale dynamics of croplands during the crisis period: case study of the Kursk oblast] // Izv. Ross. Akad. Nauk. Ser. Geogr. 2016. № 1. P. 123–130 (in Russian).
- Prishhepov A.V., Radeloff F., Baumann M., Kuemmerle T.* Vliyanie institucionalnyh i socio-ekonomicheskikh izmenenij posle raspada SSSR na selskohozyajstvennoe zemlepolzovanie v Vostochnoj Evrope [Effects of institutional changes on land use: Agricultural land abandonment during the transition from state-command to market-driven economies in post-Soviet Eastern Europe] // Zemlya iz kosmosa – effektivnye resheniya. Skanex. 2012. № 14. P. 7–14 (in Russian).
- Tsvetkov A.M.* Izmenenie lesistosti Evropejskoj Rossii s konca XVII stoletiya po 1941 god [Changes of forest coverage in the European Russia since the end of the 17th century till 1941]. Moscow: AS USSR, 1957. 213 p. (in Russian).

Received 06.06.2017

Accepted 28.12.2017