



**Добровольская Н.Г., Кирюхина З.П., Краснов С.Ф.,
Литвин Л.Ф.**

НИЛ эрозии почв и русловых процессов. Географический
факультет МГУ.

ДИНАМИКА ЗЕМЛЕДЕЛЬЧЕСКОЙ ЭРОЗИИ ПОЧВ РОССИИ

Ломоносовские чтения-2020

1. Земледельческая эрозия почв основная причина деградации почвенного покрова и значимый фактор загрязнения окружающей среды.

2. Современные социально-экономические преобразования сельского хозяйства совместно с ускоренной трансформацией климата привели к существенным изменениям в географии динамики земледельческой эрозии почв (ЗЭП).

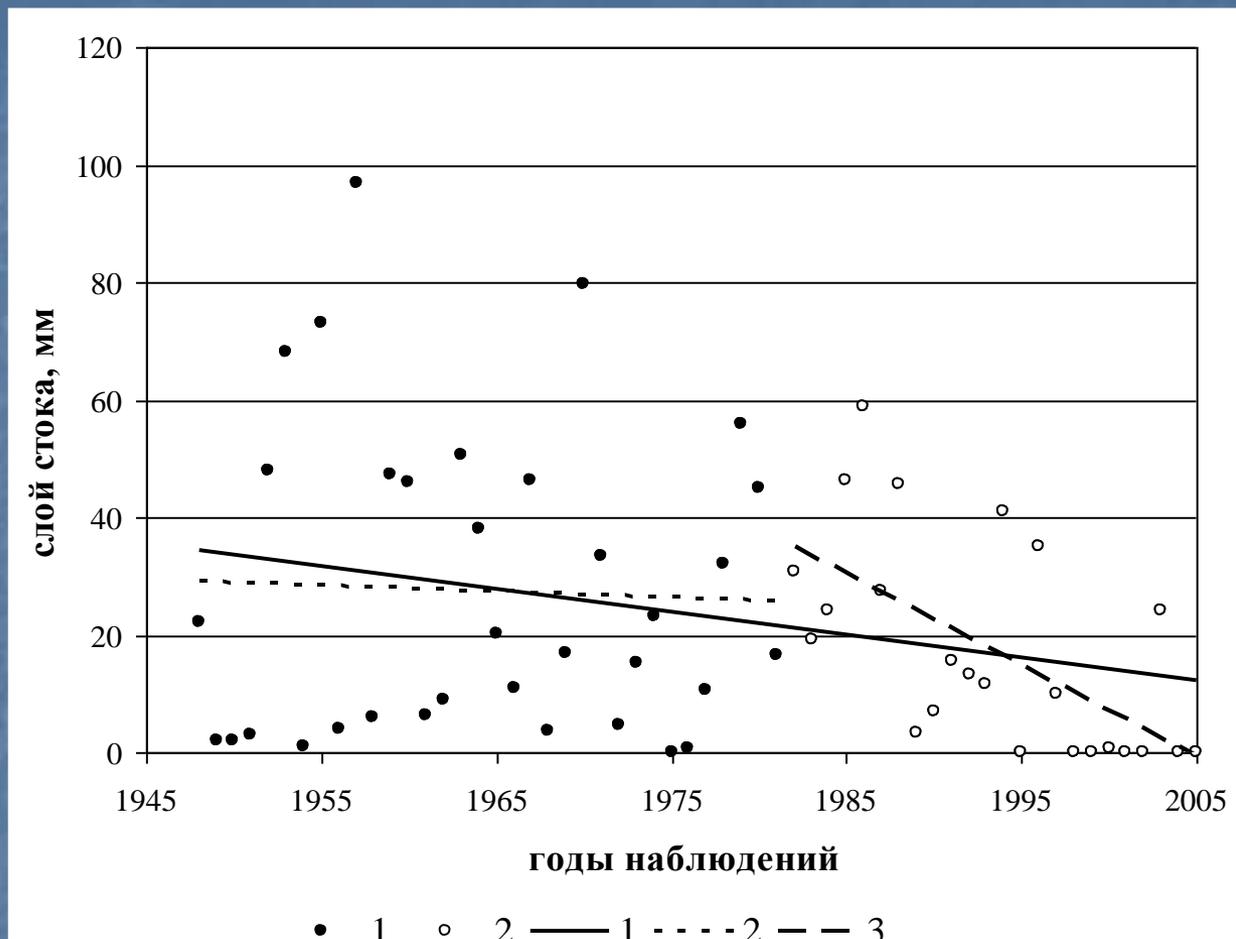
3. Пореформенная динамка ЗЭП оценивалась сопоставлением распределения интенсивности смыва и массы смытого почвенного субстрата в периоды 1960-1980 гг. и 2010-2016 гг. в разрезе крупных административных единиц.

4. Расчеты интенсивности эрозии и массы ежегодно смываемого с пахотных склонов почвенного субстрата были выполнены с использованием логико-математических моделей дождевой и талой эрозии, разработанными в НИЛ эрозии почв и русловых процессов МГУ [Ларионов, 1993] на основе моделей USLE и ГГИ.

Динамика климатических факторов эрозии

1. Чрезвычайное разнообразие климата земледельческой зоны РФ обуславливает и разнонаправленность трендов эрозионно значимых климатических факторов.
2. Основными эрозионно значимыми факторами тёплого сезона являются среднемноголетний слой более 10 мм ливневых осадков и их интенсивность (индекс $R_{30/год}$ модели USLE).
3. В сезон снеготаяния определяющий аргумент - слой склонового стока, зависящий от запаса воды в снеге, глубины промерзания и влажности почвы.

Динамика талого стока на пахотных склонах ЕТР

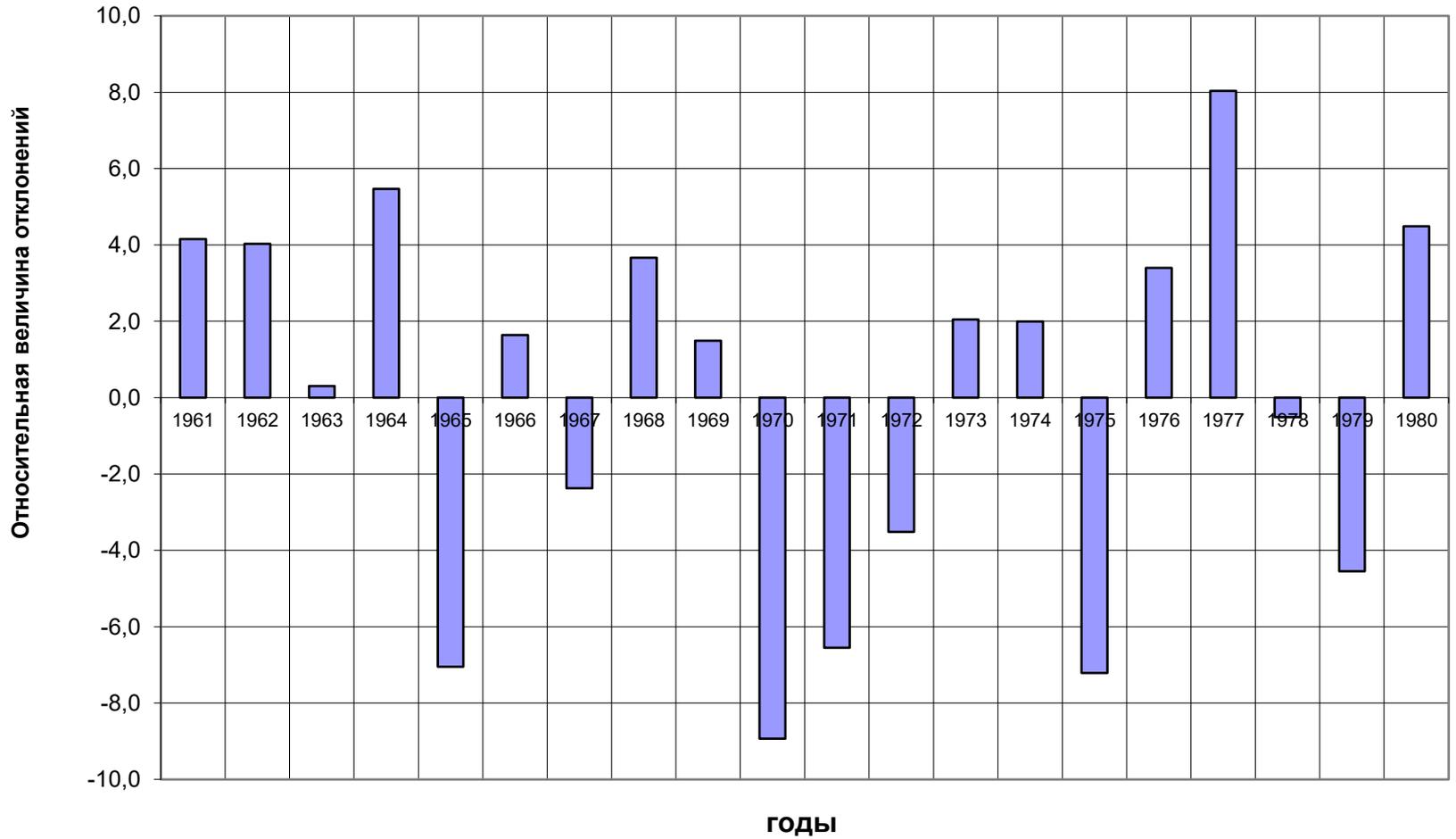


Средний слой талого стока с зяби по эрозионным станциям лесостепной зоны за отдельные периоды наблюдений (1 - 1948-1981 гг., 2 - 1981-2005 гг.) и тренды его изменения (1 - 1948-2005 гг., 2 - 1948-1981 гг., 3 - 1981-2005 гг.).

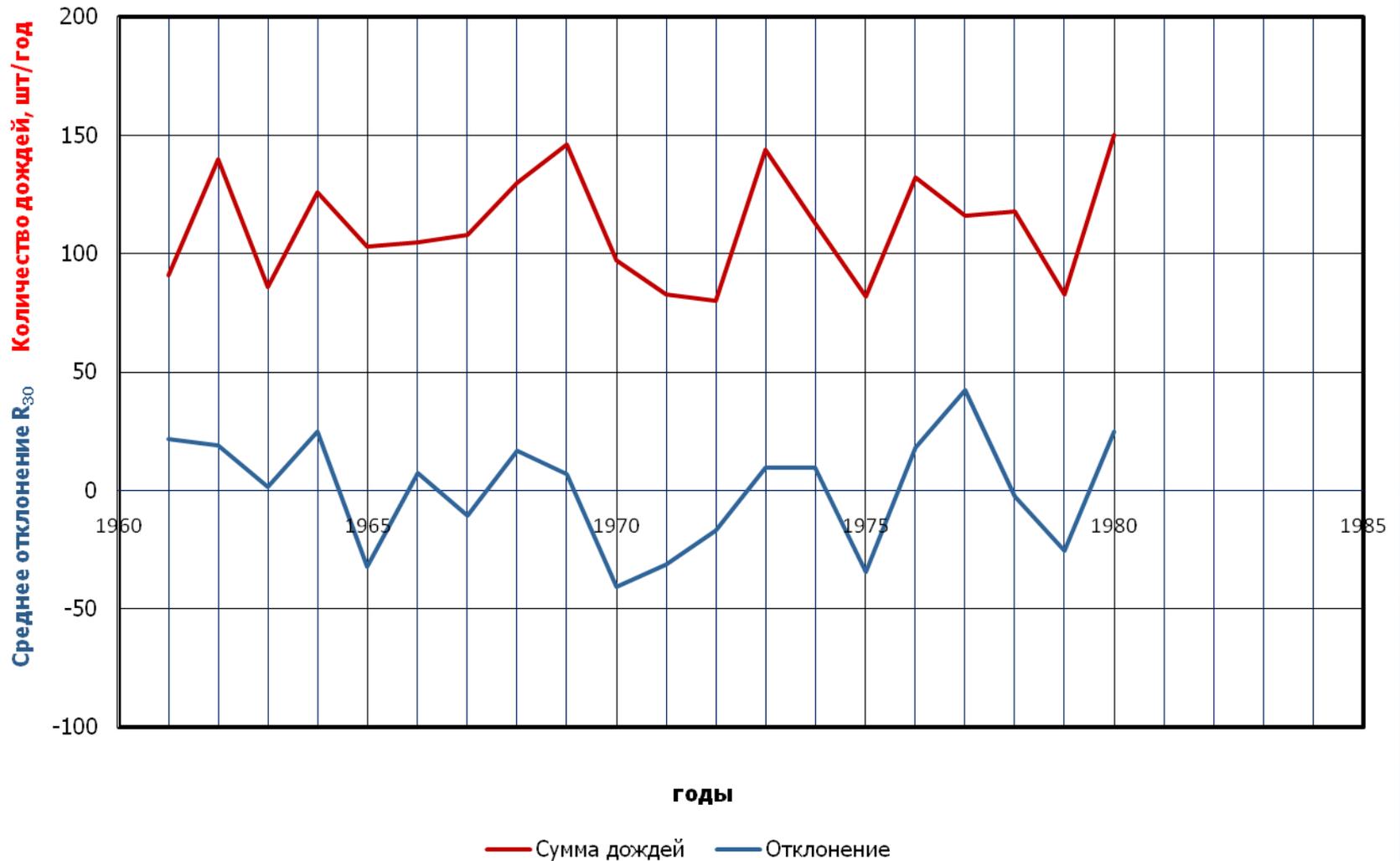
Динамика эрозионного потенциала дождя

1. Эрозионный потенциал дождевых осадков ($R_{30/\text{год}}$) характеризуется чрезвычайной временной вариабельностью.
2. За нормативные величины осадков периода 1961–1990 гг. WMO приняты среднемноголетние значения температуры воздуха и осадков периода 1961–1990 гг. Однако продолжительность пореформенного периода недостаточна для оценки статистически достоверных норм $R_{30/\text{год}}$.
3. Анализ данных 70 метеостанций ЕТР установил как положительный, так и отрицательный и «нейтральный» тренд сумм эрозионно-опасных дождей всех ландшафтных зон при некотором росте частоты выпадения и количества дождевых осадков независимо от их слоя [Чижикова и др., 2019]. Плювиометрические данные 15 сибирских метеостанций за 25–30-летний период наблюдений свидетельствуют о малой абсолютной величине и разнонаправленности трендов $R_{30/\text{год}}$ (от 0.01 до 0.19) отрицательных для большинства пунктов [Баженова, 2018].

**Относительные отклонения $R_{30/год}$
от среднегололетнего значения (период 1961-1980 гг.)**



Количество дождей (шт./год) и среднее отклонение R_{30} от среднемноголетнего по региону (%)



Динамика почвозащитной способности агроценозов

Почвозащитная способность агроценозов (ПСА) – главный фактор, контролирующей интенсивность ЗЭП. Почвозащитная способность определяется агробиологическими свойствами конкретных культур, технологией обработки почв, соотношением культур или групп и их долей в структуре посевов.

Показатели ПСА – агроэрозионные индексы талого (Ст) и дождевого стока (Сд), исчисляются отношением смыва со склонов под агрофоном к смыву с чистого пара при прочих равных условиях, т.е. их абсолютная величина обратно пропорциональна ПС.

Социально-экономические реформы повсеместно в той или иной степени изменили дореформенную структуру посевов., однако, анализ региональных структур выявил ее достаточную консервативность.

На ЕТР усилилось снижение ПСА с севера на юг, что обусловлено ростом доли многолетних трав на пашнях таежной зоны. Так, в Северном и Северо-Западном районах доля многолетних трав достигла 63-75% от посевной площади. В азиатской части, где по-прежнему, преобладают яровые, заметное снижение ПСА произошло лишь на Дальнем Востоке – в связи с расширением посевов сои.

Экономические районы	Агроэрозионные индексы дождевого стока				
	периоды		динамика (+/- %)	Средние значения за 2005-2012 гг	Вариабельность, %
	1980 г.	2012 г.			
Калининградский	0,19	0,30	58,6	0,25	5,9
Северный	0,21	0,18	-14,7	0,13	6,4
Северо-западный	0,23	0,17	-26,0	0,11	10,3
Центральный	0,31	0,29	-4,1	0,23	7,2
Волго-Вятский	0,33	0,28	-13,3	0,22	6,1
Центрально-Черноземный	0,40	0,44	9,2	0,39	3,1
Поволжский	0,35	0,39	11,8	0,33	5,2
Северо-Кавказский	0,42	0,45	7,9	0,42	0,6
Уральский	0,33	0,33	1,8	0,27	3,2
Западно-Сибирский	0,31	0,34	7,0	0,29	1,7
Восточно-Сибирский	0,34	0,31	-9,2	0,27	1,4
Дальне-Восточный	0,29	0,45	55,9	0,40	4,0

Экономические районы	Агроэрозионные индексы талого стока				
	Дата		динамика (+/- %)	Средние значения за 2005-2012 гг.	Вариабельность, C_v , %
	1980 г.	2012 г.			
Калининградский	0,5	0,67	34	0,58	10,3
Северный	0,62	0,43	-30,7	0,36	13,2
Северо-западный	0,6	0,35	-42,2	0,26	15,5
Центральный	0,69	0,62	-9,5	0,56	7
Волго-Вятский	0,71	0,67	-5,5	0,59	7
Центрально-Черноземный	0,79	0,85	7,9	0,82	2,3
Поволжский	0,73	0,83	13,8	0,78	4,3
Северо-Кавказский	0,66	0,78	18	0,74	3,1
Уральский	0,77	0,83	7,5	0,78	2,6
Западно-Сибирский	0,69	0,88	28,9	0,86	1,7
Восточно-Сибирский	0,89	0,86	-2,8	0,84	1,9
Дальне-Восточный	0,84	0,95	13,2	0,91	2,5

Динамика ареала земледельческой эрозии.

Ареалом ЗЭП являются все обрабатываемые склоновые земли, т.е. сумма площадей посевов и пара. В конце XX столетия в большинстве развитых стран происходит сокращение площади пашни. В РФ этот процесс ускорился социально-экономическими реформами. С 1980 по 2016 гг. площадь пахотных земель в целом по России уменьшились на 13%, а площадь посевов сократилась до 36,5% от площади пашни. [Доклад..., 2018].

Сокращение площади обрабатываемой пашни имеет два аспекта: а) трансформация пашни в другие угодья и в земли других категорий (селитебные, земли коммуникаций и т.д.), что можно назвать «абсолютной убылью»; б) часть земель, числящиеся пашней в официальной земельной статистике пашней перестала обрабатываться, образовался новый агрофон «необрабатываемая» или «незасеваемая пашня».

Абсолютные общероссийские потери составили к 2010-2014 гг. около 14%, а потери обрабатываемой пашни (посевы+пар) достигли 33%.

Динамика площадей пашни , пара и посевов в РФ (1980-2010 гг.)

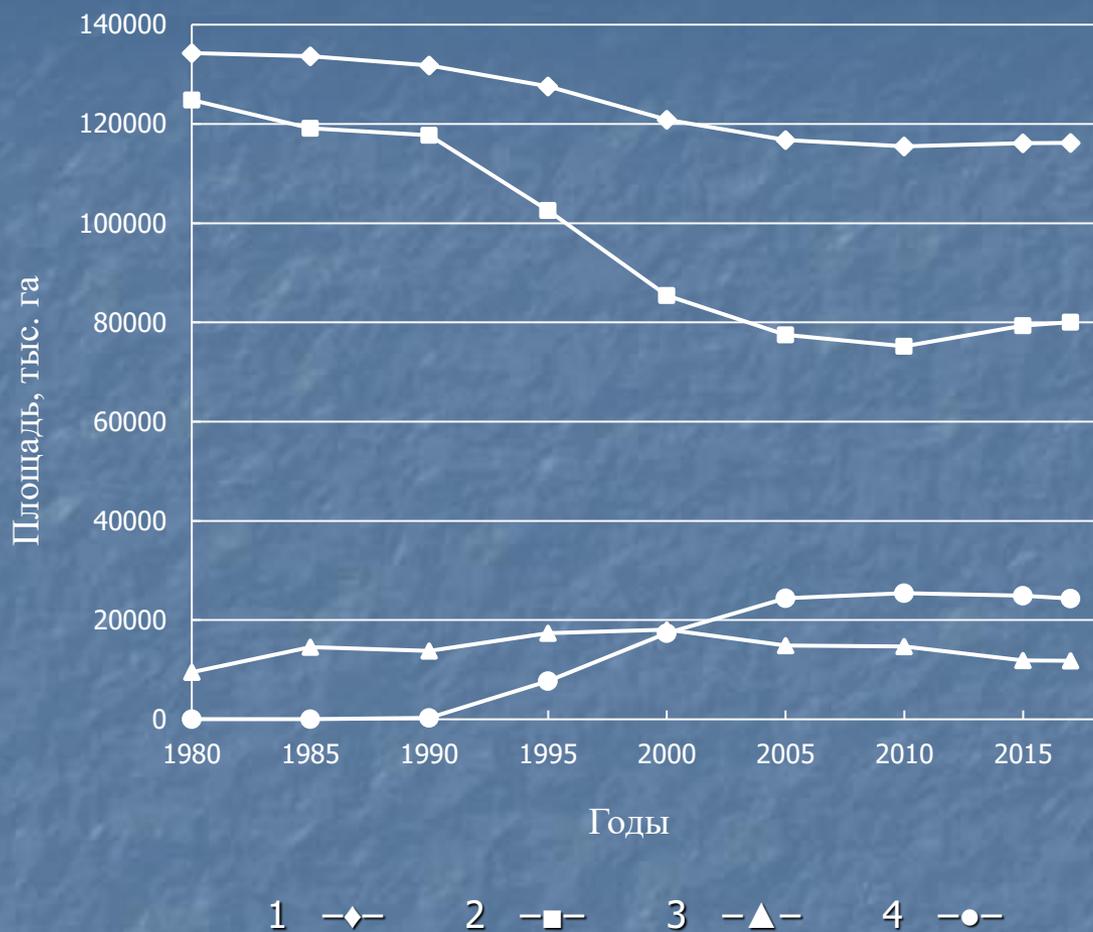
Год	Площадь, тыс. га			
	пашня	посевы	пар	незасеваемая пашня
1980	134321	124815	9506	0
1985	133663	119121	14542	0
1990	131800	117705	13808	287
1995	127600	102540	17383	7677
2000	120851	85419	18042	17390
2001	119400	84753	17483	17164
2002	119059	84578	16311	18170
2003	118440	79596	16384	22460
2004	117533	78785	16010	22738
2005	116796	77478	14895	24423
2006	116062	75277	13859	26926
2007	115357	74759	13612	26829
2008	115357	76923	13732	24545
2009	115519	77805	13972	23523
2010	115479	75188	14660	25452

Анализ разновременных космических снимков и планов землеустройства выявляет стабильность размещения ареалов незасеваемой пашни. Поля быстро покрываются лесной и травянистой растительностью, а интенсивность эрозии снижается на порядки величины.

Площади необрабатываемой пашни в экономических районах рассчитывались как разница между официальной площадью пашни и суммой посевных площадей и пара. [Люри, Горячкин и др., 2010].

Абсолютные потери пашни характеризуются малой территориальной вариабельностью — по районная амплитуда 6-16%, общая же амплитуда потерь обрабатываемых пашен — 50% (от 15 до 67%¹).

В последние годы процесс сокращения пашни в целом для РФ стабилизировался, хотя в лесной зоне отмечаются лишь его существенное ослабление.

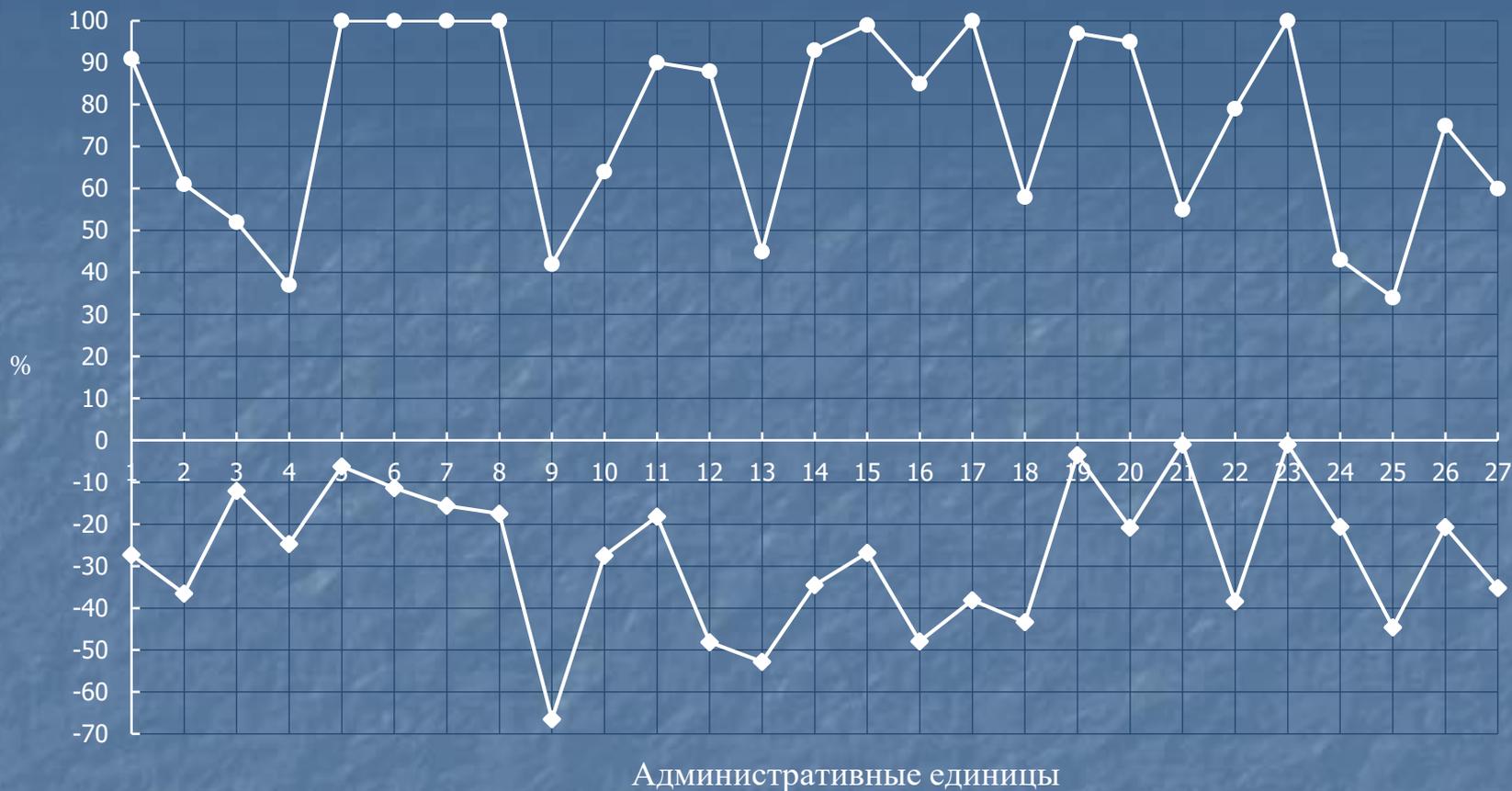


**Динамика площадей агроценозов в РФ (1980-2010 гг.):
1— пашня; 2— посевы; 3— пар; 4— незасеваемая пашня**

1. Пространственная вариабельность «сжатия» пашни в РФ обусловлена демографическим фактором с корректирующим влиянием природных условий [Ioffe, Nevedova, 2004; Люри, Горячкин и др., 2010]. Анализ в масштабе крупных административных единиц (областей, республик) выявил существенность роли региональной дифференциации естественного плодородия почв (в условиях резкого снижения использования удобрений) и биоклиматического потенциала.

2. Наибольшей общей убылью пашни (50-60%) отличаются северные экономические районы с преобладанием малоплодородных дерново-подзолистых почв, тогда как черноземные потеряли по 16%.

3. Значима и зависимость от степени засушливости территории — на ЕТР убыль обрабатываемой пашни максимальна в Астраханской области, и Калмыкии (79 и 73%), а в Сибири максимальные потери в засушливых Тыве, Бурятии и Забайкальском крае (80-93 %).



Административные единицы: 1 — Респ. Башкортостан; 2 — Респ. Мордовия; 3 — Респ. Татарстан; 4 — Респ. Чувашия; 5 — Белгородская обл.; 6 — Воронежская обл.; 7 — Курская обл.; 8 — Липецкая обл.; 9 — Нижегородская обл.; 10 — Оренбургская обл.; 11 — Орловская обл.; 12 — Пензенская обл.; 13 — Рязанская обл.; 14 — Самарская обл.; 15 — Тамбовская обл.; 16 — Тульская обл.; 17 — Ульяновская обл.; 18 — Респ. Дагестан; 19 — Респ. Кабардино-Балкария; 20 — Респ. Карачаево-Черкесия; 21 — Респ. Северная Осетия и Алания; 22 — Респ. Чеченская и Ингушская; 23 — Краснодарский край; 24 — Ставропольский край; 25 — Волгоградская обл.; 26 — Ростовская обл.; 27 — Саратовская обл..

Соотношение убыли посевных площадей с долей черноземов и серых лесных почв лесостепной и степной ландшафтных зон на ЕТР: 1 —◆— убыль площади посевов, %; 2 —●— доля площади черноземов и серых лесных почв, %.

Динамика интенсивности ЗЭП

1. В условиях квазипостоянства региональных показателей эрозионного потенциала рельефа наибольшее влияние на интенсивность смыва почв оказали изменения почвозащитных свойств агроценозов.
2. Максимальное снижение интенсивности смыва произошло на пашнях таёжной ландшафтной зоны, где в структуре посевов резко увеличилась доля многолетних трав – рост до 40%, в Северном, Северо-западном и Волго-Вятском экономических районах.
3. В степной и на юге лесостепной ландшафтных зон отмечается рост интенсивности ЗЭП за счет некоторого снижения почвозащитной способности агроценозов (Северо-Кавказский, Центральные-Черноземный районы, Алтайский край).
4. Максимально рост интенсивности смыва на обрабатываемой пашне Дальне-Восточного района за счет широкого внедрения посевов сои.

Динамика массы смыва

1. Изменение массы ежегодно смываемого с пахотных склонов почвенного субстрата (тыс. тонн/год) определялась на основе учета динамики площадей ареала ЗЭП (2012 г.) и интенсивности смыва.
2. Для большинства объектов снижение массы смываемого материала составило чрезвычайные 60-80%. В районах с преобладанием черноземной пашни и на Дальнем Востоке положение практически не изменилось — снижение на 6-12% от массы смыва в период 1980-1990 гг. но максимум в Восточно-Сибирском районе — 73%.
3. На Европейской территории РФ прослеживается выраженная широтная зональность — уменьшение массы смыва — на 70-80% от дореформенного в таежной, до 40% в лесостепной и до 15% в степной зонах. На пашнях азиатской части России максимальное снижение смыва произошло в Восточно-Сибирском экономическом районе с преобладанием засушливых степей.

Пореформенная динамика факторов и процессов земледельческой эрозии почв в России

Экономические районы	Площадь пашни, тыс. га 1980 г.	Убыль		Динамика интенсивности смыва, +/-, %	Масса смытой почвы, тыс. т/год.	Динамика массы смытой почвы +/-, %
		Пашни. +/-, %	Обработываемой пашни, +/-, %			
Калининградская область	384,2	-5,5	-53,5	63,6	730,0	-23,9
Северный	1299,7	-11,0	-50,3	-41,2	8207,0	-70,8
Северо-Западный	1845,1	-20,6	-61,1	-44,2	8447,2	-78,3
Центральный	14715,3	-15,6	-51,3	-22,8	73486,9	-62,4
Волго-Вятский	7599,8	-16,0	-47,8	-40,6	63472,2	-69,0
Центрально-Черноземный	10831,5	-10,4	-15,5	3,3	33874,6	-12,8
Поволжский	24819,6	-8,7	-37,5	-7,5	62588,3	-42,2
Северо-Кавказский	16394,8	-7,5	-16,1	11,7	105938,9	-6,4
Уральский	22459,3	-14,8	-34,0	-42,9	89012,8	-62,3
Западно-Сибирский	19534,6	-9,0	-24,1	12,1	26355,0	-14,9
Восточно-Сибирский	9567,5	-32,1	-67,2	-18,7	77926,1	-73,3
Дальневосточный	2827,9	-15,8	-38,2	44,1	16931,4	-11,0

Заключение

Сопоставление количественных оценок современного распространения и интенсивности ЗЭП с дореформенным состоянием (1960-1980 гг.) позволяет оценить пространственно-временную динамику процесса.

Основным последствием реформирования земледелия явилось повсеместное территориально дифференцированное снижение (6-78%) массы смываемого со склонов почвенного субстрата. Главная причина - сжатие площади обрабатываемых земель

Динамика интенсивность эрозии на обрабатываемой пашне обусловлена, главным образом, изменением соотношения пропашных культур и многолетних трав. Максимальное снижение приурочено к пашням таёжной зоны.

Совместное проявление талой и ливневой эрозии по-прежнему характерно для всей земледельческой области РФ. На пашнях юга лесостепной и степной зонах Европейской территории РФ существенно снизилась интенсивность талой эрозии.