

# ПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ РОССИИ И ЕГО СПОСОБНОСТЬ К САМООЧИЩЕНИЮ (ПО КАРТЕ МАСШТАБА 1:15 000 000)

Алябина И.О.<sup>1</sup>, Урусевская И.С.<sup>2</sup>, Мартыненко И.А.<sup>3</sup>, Кречетов П.П.<sup>4</sup>

Контактный адрес электронной почты: [alyabina@soil.msu.ru](mailto:alyabina@soil.msu.ru)

<sup>1</sup> – к.б.н., Институт экологического почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова

<sup>2</sup> – д.б.н., Факультет почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова

<sup>3</sup> – Факультет почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова

<sup>4</sup> – к.б.н., Географический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова

*На основе Почвенной карты России масштаба 1:15 000 000 проведен расчет состава почвенного покрова для территории страны в целом, а также отдельно по почвенным зонам.*

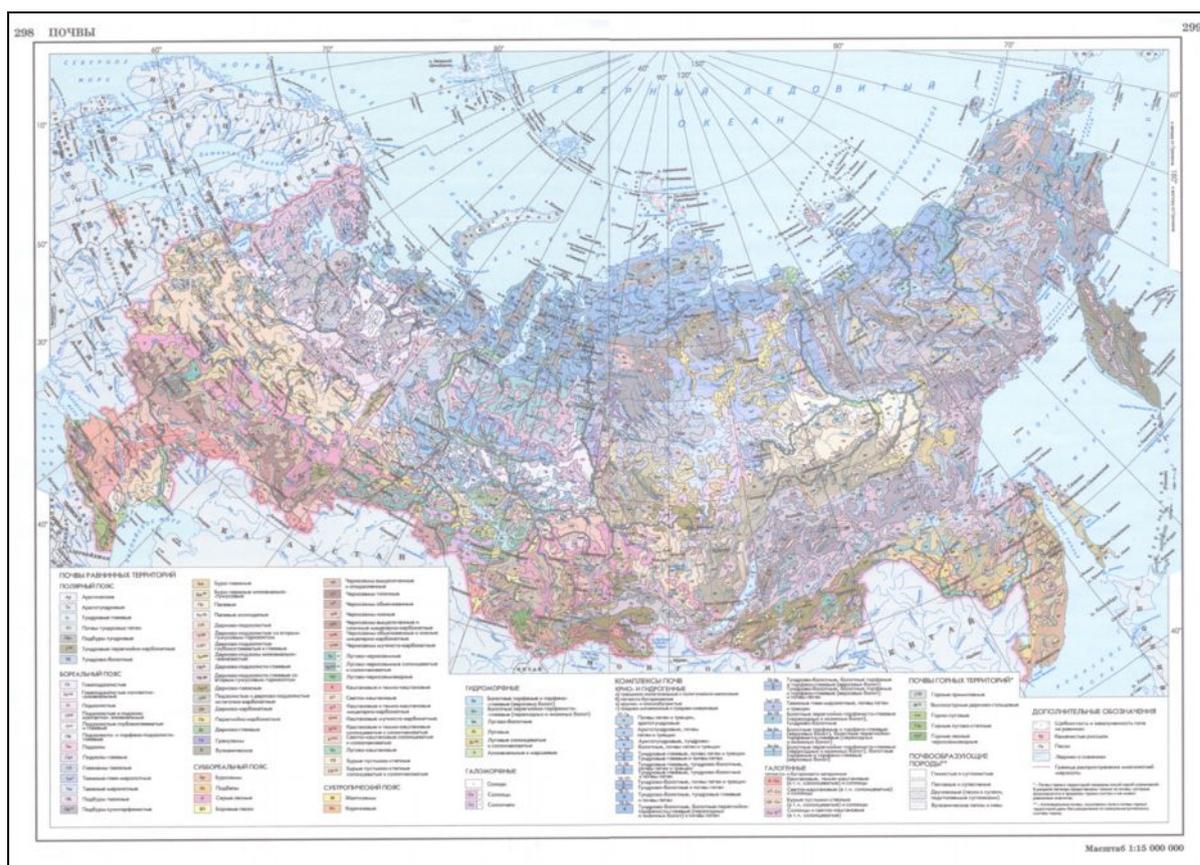
*Создана компьютерная картографическая база данных, включающая параметры, используемые для расчета балльной оценки потенциальной способности почв к самоочищению. Приводится серия карт основных составляющих процесса самоочищения, а также итоговая карта потенциальной способности почвенного покрова к самоочищению от химического загрязнения неорганическими соединениями.*

## **ВВЕДЕНИЕ**

Наличие компьютерной картографической базы данных по составу почвенного покрова и, следовательно, собственно почвенным свойствам, другим показателям, характеризующим землепользование, параметрам факторов почвообразования (рельефа, климата, биоты, материнских пород) позволяет разрабатывать экспертные целевые алгоритмы для оценки почвенных ресурсов под различные задачи. Примером такого использования имеющейся базы данных является построение карты потенциальной способности почв к самоочищению при химическом загрязнении неорганическими веществами (Алябина, Кречетов, 2007).

В основу создания картографической модели способности почвенного покрова к самоочищению была положена новая Почвенная карта Российской Федерации масштаба 1:15 000 000, подготовленная в цифровом формате для На-

ционального атласа России (Урусевская и др., 2007). Карта составлена с использованием опубликованных почвенных карт более крупных масштабов на территорию всей страны и отдельных ее частей, а также космических снимков, геоморфологических и ландшафтных карт, карт растительности и ряда других картографических и литературных материалов (рис.1). В легенде карты представлено 76 почвенных выделов, 17 комплексов почв (13 крио- и гидрогенных и 4 галогенных). Почвообразующие породы разделены на глинистые и суглинистые; песчаные и супесчаные; двучленные (пески и супеси на суглинках); вулканические пеплы и лавы. Дополнительно показаны щебнистость и завалуненность почв и пород равнинных территорий, выходы плотных пород различного генезиса, незакрепленные пески, ледники и снежники.



[Рис. 1. Почвенная карта Российской Федерации ~100 Mb \(Национальный атлас России. Том 2\)](#)

## СОСТАВ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА РОССИИ

Расчеты, проведенные по карте, показали, что на территории России наиболее распространены таежно-лесные почвы: таежные подбуры [ПБ]\* (в т.ч. сухоторфянистые) занимают 9,9%; таежные глее-мерзлотные и мерзлотные почвы [Тж] – 9,1%, на подзолы [По] (в т.ч. торфянисто-глеевые) и дерново-подзолистые почвы [Пд] (в т.ч. глеевые и остаточно-карбонатные) приходится по 8,9% (рис. 2). Подзолистые, подзолисто-глеевые и глееподзолистые почвы [Пг+П] составляют более 4,8%; буро-таежные – 3%; дерново-карбонатные с перегнойно-карбонатными [Дк+Пк] – 4,4% территории. На болотные почвы, грядово-мочажинные и грядово-озерковые комплексы болотных почв [Бв+Бп] приходится 5,3%. Тундровые подбуры [ПБт] составляют 5,1% почвенного покрова. Черноземы и лугово-черноземные почвы [Ч] занимают 7,2% территории страны; серые лесные почвы – 3,3%, каштановые (в т.ч. солонцеватые) и лугово-каштановые почвы – 1,3%; 1,8% приходится на буроземы. Еще 1,1% площади занята солонцами, солончаками и галогенными комплексами почв. Коричневые почвы и желтоземы составляют только 0,05% всего почвенного покрова. Горные почвы, расположенные, главным образом, в Средней и Восточной Сибири и на Дальнем Востоке, занимают в сумме более 31% территории России, при этом на долю почв, не имеющих равнинных аналогов, приходится 2,6%.

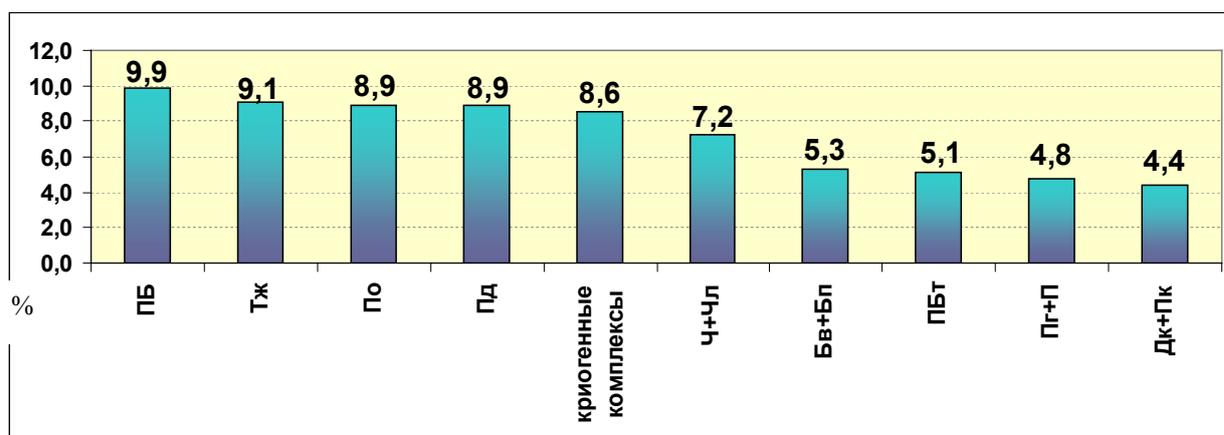


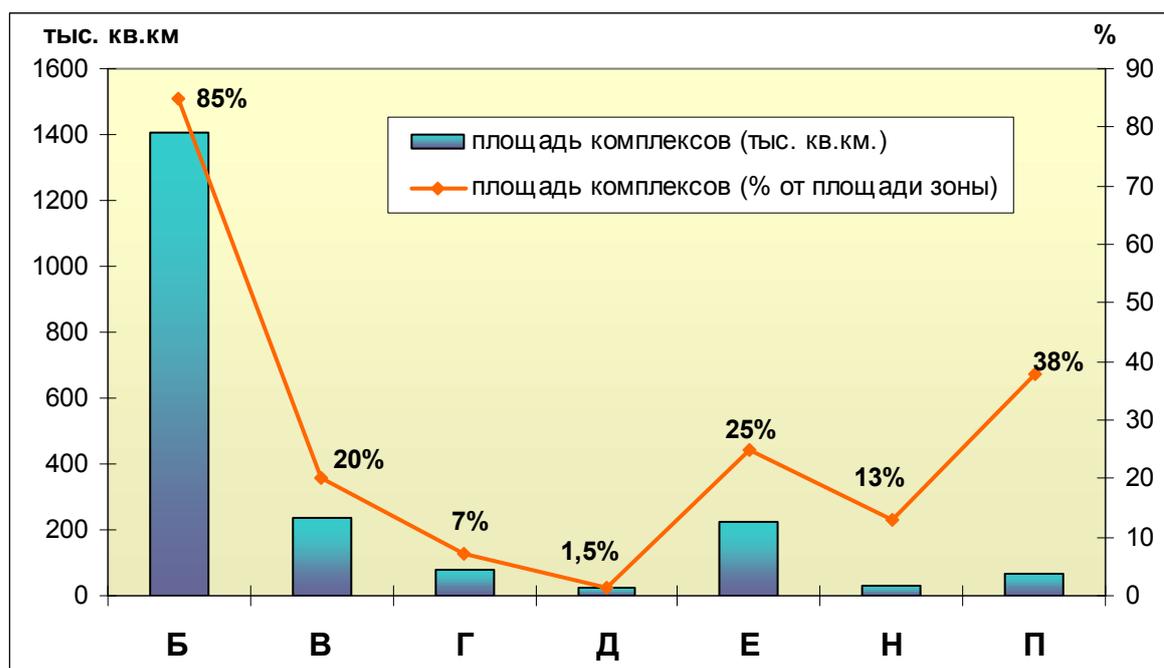
Рис. 2. Площади наиболее распространенных почв и почвенных комплексов (% от общей безводной площади России)

\* Здесь и далее в квадратных скобках приводятся индексы, использованные в рис. 2.

В почвенном покрове страны широко представлены комплексы, на долю крио- и гидрогенных комплексов приходится около 11% территории, галогенные комплексы занимают 0,9%. Распределение площадей комплексов почв по почвенным зонам очень неравномерно (рис. 3).

Максимальные площади приходятся на криогенные и криогидрогенные комплексы тундровой зоны. Здесь они занимают 85% территории зоны, что составляет 1,4 млн. км<sup>2</sup>. Площади комплексов значительно уменьшаются к югу и уже в подзоне глее-подзолистых почв северной тайги Европейско-Западно-Сибирской почвенно-биоклиматической области (Добровольский, Урусевская, 2004; Добровольский, Урусевская, Розов, 1983) занимают в среднем 20% территории (более 230 тыс. км<sup>2</sup>), причем на Европейскую часть приходится лишь 6%, в то время как в Западной Сибири 1/3 территории подзоны занята крио- и гидрогенными комплексами торфяных болотных почв. В подзоне таежных глее-мерзлотных почв северной тайги Восточной Сибири комплексы составляют 25% территории. В подзоне подзолистых почв средней тайги и зоне дерново-подзолистых почв южной тайги комплексы приурочены к территории Западной Сибири и их площади составляют 7% и 1,5% от территории зон соответственно. Абсолютные площади галогенных почвенных комплексов невелики, однако их доля в почвенном покрове юга России весьма значительна. Так, галогенные комплексы в зоне темно-каштановых и каштановых почв сухой степи занимают 13% площади, а в зоне светло-каштановых и бурых почв полупустыни – 38% территории зоны.

Почвенный покров территории страны показан на карте с максимальной подробностью, соответствующей требованиям данного масштаба; отражены не только глобальные биоклиматические закономерности распространения почв от арктических почв островов Ледовитого океана на севере до бурых полупустынных почв Прикаспия и субтропических желтоземов предгорий Кавказа на юге, но и переданы региональные особенности, связанные с литолого-геоморфологическими факторами.



Б – зона тундровых глеевых почв и тундровых подбуров Субарктики;  
 В – подзона глее-подзолистых почв северной тайги;  
 Г – подзона подзолистых почв средней тайги;  
 Д – зона дерново-подзолистых почв южной тайги;  
 Е – подзона таежных глее-мерзлотных почв северной тайги;  
 Н – зона темно-каштановых и каштановых почв сухой степи;  
 П – зона светло-каштановых и бурых почв полупустыни.

Рис. 3. Площади комплексов почв (тыс. км<sup>2</sup> и % от площади почвенных зон и подзон)

## ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ СПОСОБНОСТИ ПОЧВ К САМООЧИЩЕНИЮ

Потенциальная способность почв к самоочищению при загрязнении токсичными веществами определяется, с одной стороны, свойствами воздействующего загрязнителя, с другой стороны, составом и свойствами природных экосистем, обуславливающих их устойчивость к данному виду воздействия. Чем выше устойчивость природных экосистем и составляющих их компонентов к токсическому действию загрязнителей, тем меньше экологический риск.

Устойчивость почв тесно взаимосвязана с эволюцией и характером функционирования экосистем. Устойчивость экосистемы определяется как внутренними факторами – устойчивостью составляющих ее компонентов (фитоценоз,

зооценоз, почвы) так и внешними факторами (климат, рельеф и т.д.). Устойчивость экосистем по отношению к внешним воздействиям обеспечивается различными механизмами. Согласно М.А. Глазовской (1976), степень геохимической устойчивости ландшафтно-геохимических систем определяется: 1) скоростью химических превращений веществ; 2) характером превращений веществ на ландшафтно-геохимических барьерах, преобразованием их в устойчивые инертные формы; 3) интенсивностью выноса веществ за пределы ландшафтно-геохимической системы.

Таким образом, потенциальная способность почв к самоочищению при загрязнении токсичными веществами находится в тесной взаимосвязи с устойчивостью почвы как компонента экосистем и формируется под влиянием трех составляющих. Во-первых, почва нейтрализует внешнее воздействие без разрушения токсичного агента (буферность). При этом почва изменяет химический состав вследствие накопления токсичных веществ. Во-вторых, под действием внешних факторов происходит перераспределение техногенных нагрузок на другие экосистемы благодаря положению в катене, особенностям климата и т.д. В-третьих, под влиянием биоты происходит разрушение токсичных веществ вследствие протекания в почве биохимических и биологических процессов. Три этих составляющих оказывают сильное влияние на способность почв к самоочищению: первая со знаком минус, вторая и третья со знаком плюс.

## **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

Одним из способов количественной оценки потенциальной способности почв к самоочищению является экспертная балльная оценка. Следует учитывать, что использование экспертных балльных оценок, разумеется, вносит в характеристику устойчивости природных систем определенную долю субъективизма. Это объясняется неодинаковым характером и объемом информации, используемой при оценке каждого фактора, а также уровнем квалификации исследователей (Букс, 1987).

Для создания компьютерной картографической модели потенциальной способности почв к самоочищению был выделен комплекс наиболее существенных параметров функционирования почвы с тем, чтобы в дальнейшем, оценив каждый из параметров по балльной системе, сумму баллов всего комплекса использовать в качестве оценки устойчивости почв к внешнему (антропогенному) воздействию и способности к самоочищению. При отборе параметров исходили из того, что предлагаемый комплекс должен быть сбалансированным, соответствовать возможному разнообразию видов воздействия; показатели должны быть наиболее существенными, не дублировать друг друга, а число их следует минимизировать во избежание ненужного информационного шума (Снакин и др., 1992, 1995; Башкин и др., 1993).

Для количественной балльной оценки потенциальной способности почв к самоочищению при химическом загрязнении неорганическими веществами были использованы 6 параметров (табл. 1).

Количественная оценка свойств почв по емкости катионного обмена (ЕКО) и мощности горизонта А проводилась по материалам М.А. Глазовской (1999), Т.В. Афанасьевой и др. (1979) и Б.Г. Розанова (1988). Эти данные, а также баллы, характеризующие тип водного режима почв и их положение в ландшафте, в качестве атрибутивной информации вошли в цифровую почвенную карту.

Оценка интенсивности биогенного круговорота – показателя, характеризующего интенсивность трансформации органического вещества в биогеоценозе, выполнена по данным А.А. Тишкова и др. (1995). Интенсивность биогенного круговорота определялась в границах экосистем как отношение продукции фитомассы актуального растительного покрова к запасам мортмассы. Крутизна склонов рассчитывалась по данным EROS Data Center, Sioux Falls, South Dakota (1986), приведенным в границах трапеций 1 градус широты на 1 градус долготы. Данные с этих цифровых карт также были пересчитаны на сетку почвенной карты.

В итоге каждый ареал почвенной карты получил балльную оценку по указанным характеристикам, и в дальнейшем, суммарную оценку способности к самоочищению при химическом загрязнении неорганическими веществами.

Таблица 1

Комплекс параметров для количественной балльной оценки потенциальной способности почв к самоочищению

Параметр	Диапазон варьирования	Баллы
ЕКО, мг-экв/100г почвы	<15	4
	15-30	3
	30-60	2
	>60	1
Мощность гор. А, см	<10	4
	10-20	3
	20-40	2
	>40	1
Тип водного режима	Промывной	4
	Периодически промывной	2,5
	Непромывной	1
Положение в ландшафте	Элювиальное	4
	Транзитное	2,5
	Аккумулятивное	1
Крутизна склона, градус	>24	4
	16-24	3
	8-16	2
	0-8	1
Интенсивность биогенного круговорота	0,29-1,2	4
	0,11-0,29	3
	0,07-0,11	2
	0,03-0,07	1

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Емкость катионного обмена и мощность гумусового горизонта отражают способность почв к накоплению загрязняющего вещества. Поглощение органической и минеральной частями почв загрязняющих веществ из почвенного раствора приводит к закреплению их в твердой фазе и тем самым снижению их доступности для биологических объектов. С другой стороны, данный механизм нейтрализации вредного воздействия будет препятствовать самоочищению

почвы. Следовательно, минимальный балл будут иметь высокогумусные почвы тяжелого гранулометрического состава с высокой емкостью катионного обмена (например, черноземы и торфяные). Вклад этих почвенных свойств, характеризующих способность к закреплению в профиле загрязняющих веществ и препятствующих самоочищению почв, в общую оценку представлен на рис. 4.

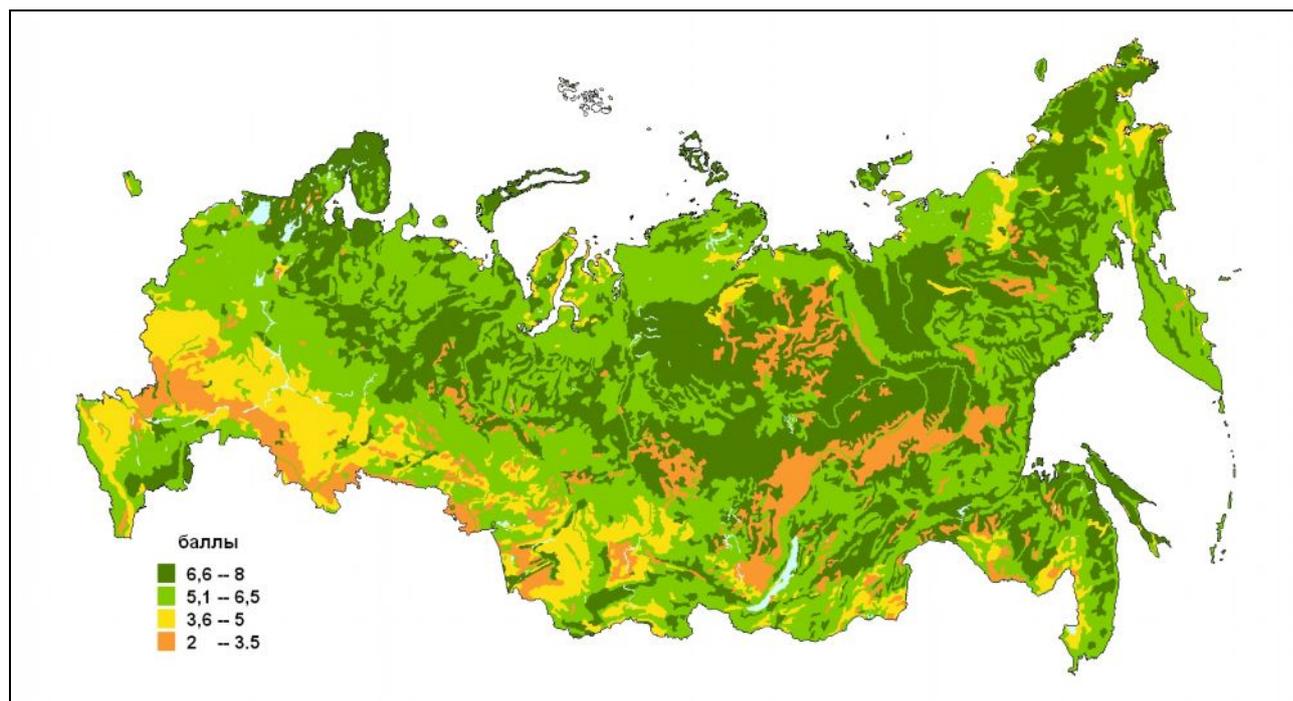


Рис. 4. Способность почв к накоплению загрязняющих веществ

Тип водного режима, положение биогеоценоза в ландшафте, крутизна склона являются характеристиками, определяющими скорость миграции загрязняющих веществ и, следовательно, скорость освобождения почвы от загрязнителя. Картографическая оценка суммы этих параметров приводится на рис. 5. Интенсивность биогенного круговорота, с одной стороны, определяет интенсивность разложения загрязняющих веществ, с другой, может приводить к уменьшению токсического эффекта и увеличению подвижности поллютантов за счет перевода их в форму органо-минеральных соединений (рис. 6). Все эти показатели положительно влияют на потенциальную способность почвы к самоочищению.

На основе предложенных подходов составлена картографическая модель потенциальной способности почв территории России к самоочищению от химического загрязнения неорганическими соединениями (рис. 7).

Почвенный покров, обладающий максимальной способностью к самоочищению (более 19,1 баллов), представлен, главным образом, почвами гумидной зоны с небольшой мощностью гумусового горизонта. Невысокое содержание органического вещества и легкий гранулометрический состав обуславливает низкую емкость катионного обмена. Наибольшая площадь, занимаемая почвами этой группы приходится на подзолы, подбуры тундровые и таежные, таежные мерзлотные и глее-мерзлотные почвы, палевые и палевые осолоделые, буро-таежные, в том числе иллювиально-гумусовые, горные примитивные и подзолистые почвы. Эти почвы характеризуются низкой буферной емкостью по отношению к загрязняющим веществам и обладают высокой скоростью самоочищения после окончания техногенного воздействия. Их площадь от общей площади почвенного покрова России составляет около 24% (табл. 2).

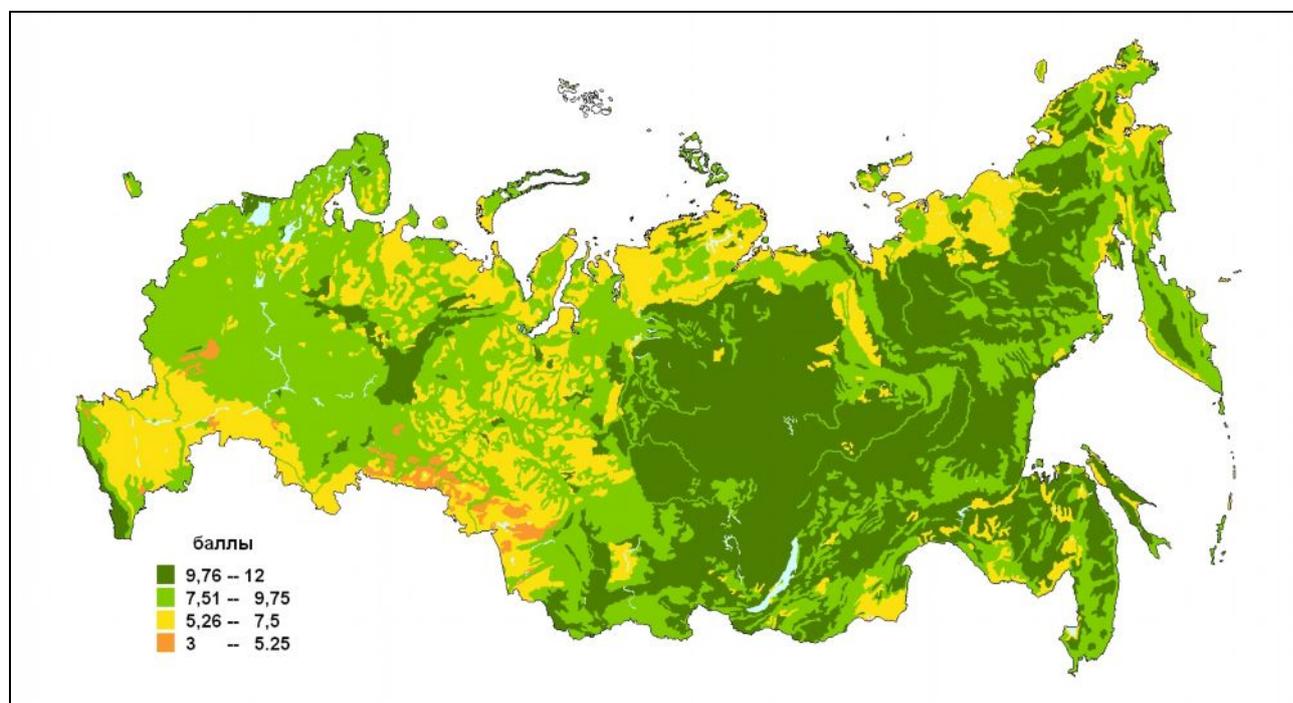


Рис. 5. Способность почвенного покрова к выносу загрязняющих веществ



ной Сибири, северных заболоченных территорий страны. Эта группа представлена, прежде всего, почвами с высоким содержанием органического вещества и высокой емкостью катионного обмена, непромывным и периодически промывным водным режимом. Наибольшую площадь занимают черноземы обыкновенные и южные, лугово-черноземные, в том числе лугово-черноземные солонцеватые и солончаковатые почвы, луговые солонцеватые и солончаковатые почвы, болотные перегнойно-торфянисто-глеевые, торфяные и торфяно-глеевые почвы и комплексы, а также дерново-глеевые почвы. Несмотря на то, что некоторые из них характеризуются более высокой интенсивностью биогенного круговорота, они также обладают высокой поглотительной способностью и поэтому могут активно накапливать загрязняющие вещества. Кроме того, как правило, эти почвы (за исключением болотных почв и комплексов Западной Сибири) находятся на подчиненных позициях рельефа, что увеличивает вероятность снижения скорости самоочищения. На долю почв с минимальной самоочищающей способностью приходится не более 7,5% от площади территории России.

Таблица 2

Площади почв с разной потенциальной способностью к самоочищению

Способность к самоочищению	Балл	Площадь, % от территории России
Очень низкая	<12,2	7,5
Низкая	12,2-14,6	13,6
Средняя	14,7-17,1	27,8
Высокая	17,2-19,1	27,4
Очень высокая	>19,1	23,7

Низкую способность к самоочищению (от 12,2 до 14,6 баллов) имеет также почвенный покров, представленный подзолисто- и торфяно-подзолисто-глеевыми почвами, болотными почвами, крио- и гидрогенными комплексами. В эту же группу входят наиболее плодородные почвы: серые лесные, различные подтипы черноземов, каштановые и темно-каштановые почвы.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В целом, рассчитанная на основе предложенного подхода потенциальная способность почв к самоочищению от химического загрязнения неорганическими соединениями характеризует почвенный покров России следующим образом: более половины территории обладает высокой и очень высокой способностью к самоочищению, около 28% - имеет среднюю оценку, низкая и очень низкая самоочищающая способность свойственна почвенному покрову пятой части территории России – Западной Сибири, северу Средней и Восточной Сибири, северо-востоку и югу Русской равнины.

## **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Алябина И.О., Кречетов П.П. Карта потенциальной способности почв к самоочищению (при химическом загрязнении неорганическими веществами). Масштаб 1:30 000 000 // Национальный атлас России. Том 2. «Природа. Экология.» М.: Роскартография, 2007. С. 277.
2. Афанасьева Т.В., Василенко В.И., Терешина Т.В., Шеремет Б.В. Почвы СССР. М.: Мысль. 1979. 380 с.
3. Башкин В.Н., Евстафьева Е.С., Снакин В.В. и др. Биогеохимические основы экологического нормирования.- М.: Наука, 1993.- 304 с.
4. Букс И. Некоторые методические подходы к оценке устойчивости природных комплексов для целей прогноза состояния окружающей природной среды // Проблемы фонового мониторинга состояния природной среды. Л.: Гидрометеоиздат, 1987.- Вып.5.- С.200-212.
5. Глазовская М.А. Ландшафтно-геохимические системы и их устойчивость к техногенезу // Биогеохимические циклы в биосфере.- М.: Наука, 1976.- С.99-118.

6. Глазовская М.А. Проблемы и методы оценки эколого-геохимической устойчивости почв и почвенного покрова к техногенным воздействиям // Почвоведение. 1999. №1. С. 114-123.
7. Добровольский Г.В., Урусевская И.С. География почв. Изд-во МГУ-Изд-во «КолосС», 2004. 458с.
8. Добровольский Г.В., Урусевская И.С., Розов Н.Н. Карта почвенно-географического районирования СССР. Масштаб 1:8 000 000. ГУГК, 1983.
9. Почвоведение: Учебник для студентов почв. и геогр. спец. ун-тов. Ч.2 / Под ред. Б.Г. Розанова. М.: Изд-во МГУ, 1988. 367с.
10. Снакин В.В., Алябина И.О., Кречетов П.П. Экологическая оценка устойчивости почв к антропогенному воздействию // Известия РАН.- Серия географическая.- 1995.
11. Снакин В.В., Мельченко В.Е., Бутовский Р.О., Воронцова Л.И., Васильева Н.П., Ресин А.Л., Алябина И.О., Барина С.С., Ербанова Л.Н., Кочетова Н.И., Кречетов П.П., Ломакина Г.А., Моргун Л.В., Головина М.В., Барабанова Г.С. Оценка состояния и устойчивости экосистем. М.: Институт охраны природы, 1992.-128 с.
12. Тишков А.А., Мартынов А.С., Виноградов В.Г. Растительность // Атлас "Окружающая среда и здоровье населения России" / Под ред. М. Фешбаха.- М.: ПАИМС, 1995.- С. 2-5 - 2-7.
13. Урусевская И.С., Мартыненко И.А., Алябина И.О. Почвы. Масштаб 1:15 000 000 // Национальный атлас России. Том 2. «Природа. Экология.» М.: Роскартография, 2007. С. 298-301.

THE SOIL COVER OF RUSSIA AND CAPACITY OF SOIL COVER FOR  
CLEANING ITSELF (BY THE MAP OF SCALE 1:15 000 000)

Alyabina I.O.<sup>1</sup>, Urusevskaya I.S.<sup>2</sup>, Martynenko I.A.<sup>2</sup>, Krechetov P.P.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> – Institute of Ecological Soil Science, Moscow State University

<sup>2</sup> – Faculty of Soil Science, Moscow State University

<sup>3</sup> – Faculty of Geography, Moscow State University

*The constitution of the soil cover was calculated on basis of the Soil Map of Russia (scale 1:15 000 000) both for all territory of our country and within soil zones.*

*The cartographic computer database including some of the parameters that determine the point scale assessment of soil self-cleaning was developed. Several maps of main constituents of soil self-cleaning process and the final map of the potential capacity of soil cover for cleaning itself for inorganic agents were charted.*