

ГЕОХИМИЯ ЛАНДШАФТОВ

к 100-летию А.И. Перельмана

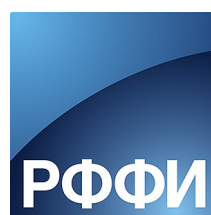


**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ М.В.ЛОМОНОСОВА
ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ,
ПЕТРОГРАФИИ, МИНЕРАЛОГИИ И ГЕОХИМИИ РАН**

РОССИЙСКИЙ ФОНД ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ



**ГЕОХИМИЯ ЛАНДШАФТОВ
(к 100-летию А.И. Перельмана)**

**Доклады
Всероссийской научной конференции**

Москва, 18-20 октября 2016 г.

Москва-2016

УДК 911.2:550.4:631.4 (082)

ББК 26.82

Г 367

Редколлегия:

Н.С. Касимов (председатель), А.Н. Геннадиев, М.И. Герасимова, Н.Е. Кошелева,
П.П. Кречетов, Ю.И. Пиковский

Геохимия ландшафтов (к 100-летию А.И. Перельмана). Доклады Всероссийской научной конференции. Москва, 18-20 октября 2016 г., М.: Географический факультет МГУ, 2016. – 32 Mb.

ISBN 978-5-89575-236-4

Материалы Всероссийской научной конференции «Геохимия ландшафтов», посвященной 100-летию А.И. Перельмана, включают тезисы докладов более 200 авторов, в которых обсуждается широкий спектр современных проблем геохимии ландшафтов. Рассматриваются вопросы геохимии природных ландшафтов, почв и коры выветривания, техногенных ландшафтов, биогеохимии, гидрогеохимии зоны гипергенеза, палеогеохимии биосферы. Приводятся результаты исследования геохимических барьеров и миграции химических элементов. Излагаются новые достижения в области ландшафтно-геохимического картографирования, геохимических поисков полезных ископаемых, исследования геохимических циклов элементов.

Издание осуществлено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ) по проекту № 16-05-20778 и ФАНО соглашение № 007-ГЗ/Ц8550/136/3.

УДК 911.2:550.4:631.4 (082)

ББК 26.82

ISBN 978-5-89575-236-4

©Коллектив авторов, 2016

©ИГЕМ РАН, 2016

©Географический факультет МГУ, 2016



Алекса́ндр Ильи́ч Поре́льман

(18.05.1916 – 07.03.1998)

СОДЕРЖАНИЕ

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

ЖИЗНЬ И НАУЧНОЕ ТВОРЧЕСТВО А.И. ПЕРЕЛЬМАНА..... <i>Касимов Н.С., Борисенко Е.Н., Величкин В.И.</i>	17
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАГНИТНОЙ ВОСПРИИМЧИВОСТИ ДЛЯ ЭКСПРЕССНОЙ ОЦЕНКИ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ГОРОДСКИХ ПОЧВ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ..... <i>Водяницкий Ю.Н., Савичев А.Т.</i>	24
РОЛЬ ГЕОХИМИЧЕСКИХ БАРЬЕРОВ В ФОРМИРОВАНИИ СУЛЬФИДНОГО ОРУДЕНЕНИЯ НА КОНТИНЕНТЕ И В ОКЕАНЕ..... <i>Габлина И.Ф.</i>	28
МЕХАНИЧЕСКАЯ МИГРАЦИЯ ВЕЩЕСТВА ПОЧВ: ФАКТОРЫ И ПАРАМЕТРЫ ПРОЯВЛЕНИЯ..... <i>Геннадиев А.Н., Жидкин А.П., Кошовский Т.С., Смирнова М.А., Ковач Р.Г.</i>	32
ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БУФЕРНОСТЬ ЭКОСИСТЕМ К КОМПОНЕНТАМ РАКЕТНОГО ТОПЛИВА В РАЙОНАХ ПАДЕНИЯ СТУПЕНЕЙ РАКЕТ-НОСИТЕЛЕЙ..... <i>Кречетов П.П., Королева Т.В.</i>	37
БАССЕЙНОВЫЙ АНАЛИЗ ГЕОХИМИЧЕСКИХ ПОТОКОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ И МЕТАЛЛОИДОВ В СИСТЕМЕ СЕЛЕНГА–БАЙКАЛ..... <i>Льчагин М.Ю., Касимов Н.С., Чалов С.Р., Шинкарева Г.Л.</i>	42
БИОГЕОХИМИЧЕСКИЕ БАРЬЕРЫ В ПОЧВАХ НАД РЕКУЛЬТИВИРОВАННЫМИ ПОГРЕБЕННЫМИ СВАЛОЧНЫМИ ТЕЛАМИ..... <i>Можарова Н.В., Николаева А.М.</i>	45
КРУГОВОРОТ УГЛЕРОДА И ДИНАМИЧЕСКОЕ РАВНОВЕСИЕ В БИОСФЕРЕ..... <i>Наумов А.В.</i>	49
МИГРАЦИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ТЕХНОГЕННЫХ ПОТОКАХ РАССЕЯНИЯ СИБАЙСКОГО МЕДНОКОЛЧЕДАННОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ..... <i>Опекунов А.Ю., Митрофанова Е.С.</i>	53
ТЕОРИЯ ПЛАСТОВО-ИНФИЛЬТРАЦИОННОГО УРАНОВОГО РУДООБРАЗОВАНИЯ – ПЕРВЫЕ ШАГИ..... <i>Печенкин И.Г.</i>	58
ИСТОРИЯ НАУК О ЗЕМЛЕ В НАУЧНОМ НАСЛЕДИИ АЛЕКСАНДРА ИЛЬИЧА ПЕРЕЛЬМАНА..... <i>Снытко В.А., Дьяконов К.Н.</i>	62
ГЕОХИМИЧЕСКИЕ БАРЬЕРЫ С ПОЗИЦИЙ СИНЕРГЕТИКИ (СЕМАНТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ)..... <i>Хаустов А.П.</i>	64

УДК 631.4:632.125

МЕХАНИЧЕСКАЯ МИГРАЦИЯ ВЕЩЕСТВА ПОЧВ: ФАКТОРЫ И ПАРАМЕТРЫ ПРОЯВЛЕНИЯ

Геннадиев А.Н., Жидкин А.П., Кошовский Т.С., Смирнова М.А., Ковач Р.Г.

МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва, e-mail: gennad@mail.ru

Среди различных форм миграции почвенного вещества механическая миграция по объемам транспортировки материала и скорости проявления часто занимает ведущее место [1]. Однако специалисты в области геохимии ландшафтов уделяют ей значительно меньшее внимание, чем другим формам миграции – физико-химической или биогенной. Между тем, как отмечал А.И. Перельман, перемещение частиц во взвешенной форме дифференцированно влияет на вынос и аккумуляцию веществ различного химического состава, в результате чего «механическая миграция приводит к глубоким химическим изменениям в ландшафте» [2, с. 124].

Целью данного сообщения является представление и характеристика наиболее показательных ситуаций, иллюстрирующих особенности миграции и аккумуляции твердофазного вещества почв в пределах ландшафтно-геохимических арен и почвенно-геохимических катен различных пространственных положений и масштабов. Для достижения этой цели исследовались почвы и их сопряжения, приуроченные к балочным водосборам и карстовым воронкам. Для оценки объемов и темпов латеральной миграции твердофазных продуктов почвообразования использовался метод магнитного трассера [3, 4, 5]. Сущность метода заключается в количественном учете содержания в почвах сферических магнитных частиц (СМЧ), которые перераспределяются в почвенном покрове в результате механической миграции.

1) Пространственная локализация ареалов рассеяния и накопления твердофазного вещества почв в пределах ландшафтно-геохимической арены была исследована на примере малого водосбора, приуроченного к бассейну балки, расположенной в Плавском районе Тульской обл. (рис. 1). Участки водосбора со значимым превышением средней величины концентрации сферул в почвах (более чем на 0,5 единиц) рассматривались как ареалы аккумуляции твердофазного вещества (А); участки с концентрацией сферул ниже их среднего содержания – как ареалы рассеяния (Р) (рис. 1). Было показано, что ареалы рассеяния и аккумуляции почвенного вещества находятся в генетической сопряженности друг с другом и являются одной из составляющих миграционной структуры ландшафтно-геохимической арены. Проявление ареалов на территории водосбора имеет спорадический характер и многофакторную природу. Ареалы рассеяния и аккумуляции могут быть расположены и на верхних, и на средних, и на нижних частях склонов, на приводораздельных (пригребневых) поверхностях, на участках различной экспозиции. Происхождение ареалов обусловлено суммарным результатом взаимодействия таких факторов, как длина и экспозиция склона, уклон и форма поверхности, структура пространственного сопряжения различных ареалов, варьирование несущей способности водного потока на дистанции его продвижения, наличие барьеров и др. Различные сочетания указанных факторов определяют доминирование при формировании ареала того или иного из факторов.

Общая площадь выявленных ареалов рассеяния составила 35% от территории водосбора; площадь, занятая ареалами аккумуляции – 26%. На долю транзитно-буферного пространства приходится 39% территории. Соотношение площадей различных функциональных зон выступает как одна из специфических составляющих миграционной структуры ландшафтно-геохимической арен. Второй составляющей яв-

ляется параметризованная характеристика почвенных катен, находящихся в пределах арены.

2) Параметризация почвенных катен по таходинамическим характеристикам механической миграции вещества почв проводилась на модельных участках в различных природных зонах. Один из них располагался в Шебекинском районе Белгородской области.

Исследовались площадки с пашнями разного возраста освоения: 150-летнего, 100-летнего. На основе метода магнитного трассера установлено, что на склонах разных экспозиций на 100 летней пашне темпы механической миграции вещества почв варьировали от 3,2 до 6,5 т/га в год, на 150-летней пашне – от 6,6 до 8,6 т/га в год.

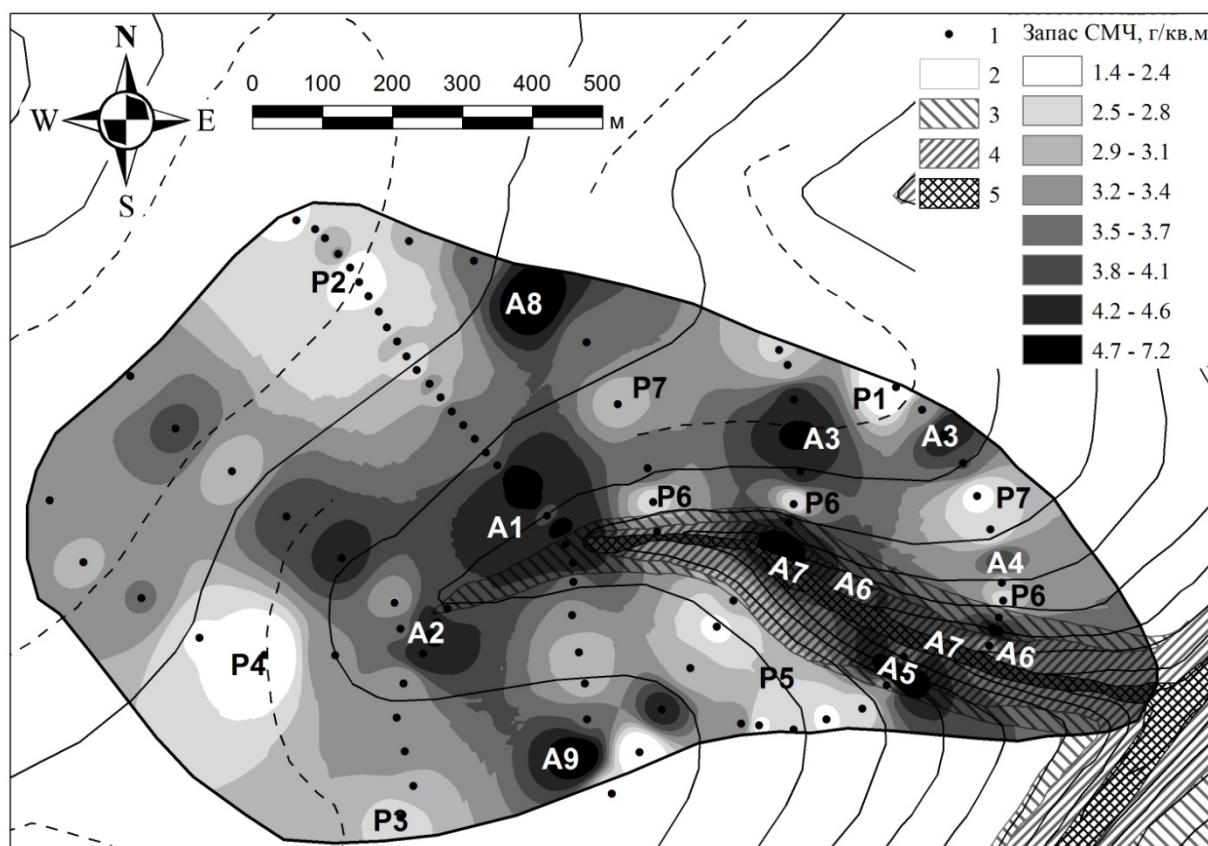


Рис. 1. Запасы сферических магнитных частиц в слое 0–25 см. Условные обозначения: 1 – точки отбора проб; 2 – пашня, пологие склоны; 3 – залежь, покатые склоны; 4 – луг, крутые склоны балки; 5 – луг, днище балки

Меньшая степень интенсивности миграции вещества почв на 100-летней пашне, чем на 150-летней пашне, более четко проявилась при сравнении почв склонов одинаковых экспозиций: соответственно 6,5 и 8,6 т/га в год на склонах южной экспозиции и 3,2 и 6,6 т/га в год на склонах северной экспозиции. Также установлено, что темпы выноса твердофазного вещества почв за пределы катенарных сопряжений на более молодой пашне составляли 3,5-5,1 т/га в год, в то время как на старо-освоенных пахотных участках были заметно выше – от 6,6 до 8,3 т/га в год (рис. 2).

Установленное явление уменьшения темпов латеральной миграции твердофазного вещества почв в среднем за 100-летний период распашки, по сравнению со 150-летним периодом, вероятно, обусловлено потеплением климата и резким сокращением поверхностного стока во время весеннего снеготаяния в последние десятилетия. Поскольку вклад последних десятилетий в средние темпы миграции вещества почв за последние 100 лет определенно выше, чем за последние 150 лет, то средние темпы лате-

ральной механической миграции вещества почв за 150 летний период оказываются выше, чем за 100-летний период времени.

Также выявлены повышенные темпы механической миграции вещества почв на склонах южной экспозиции относительно северной: различия составляют 1,3-2 раза. Так, на 100-летней пашне на склоне южной экспозиции темпы механической миграции почв составили 6,5 т/га в год, а на склоне северной экспозиции 3,2 т/га в год. На 150 летней пашне на склоне южной экспозиции – 8,6 т/га в год, а на склоне северной экспозиции – 6,6 т/га в год. Обобщение полученных нами данных по Тульской, Курской и Белгородской областям, позволило выявить определенный зональный тренд в изменении количественной характеристики экспозиционного эффекта при проявлениях латеральной механической миграции вещества почв. В ряду этих областей указанный экспозиционный эффект направленно ослабевает: в Тульской области различия составляют 6 раз, в Курской области – 2,5 раза, а в Белгородской области лишь 1,3-2 раза. Сравнение проводилось для на сходных по морфологии склонов.

На исследованных склонах в пределах почвенных катен был проведен анализ локализации зон выноса и аккумуляции твердофазного вещества почв (рис. 2).

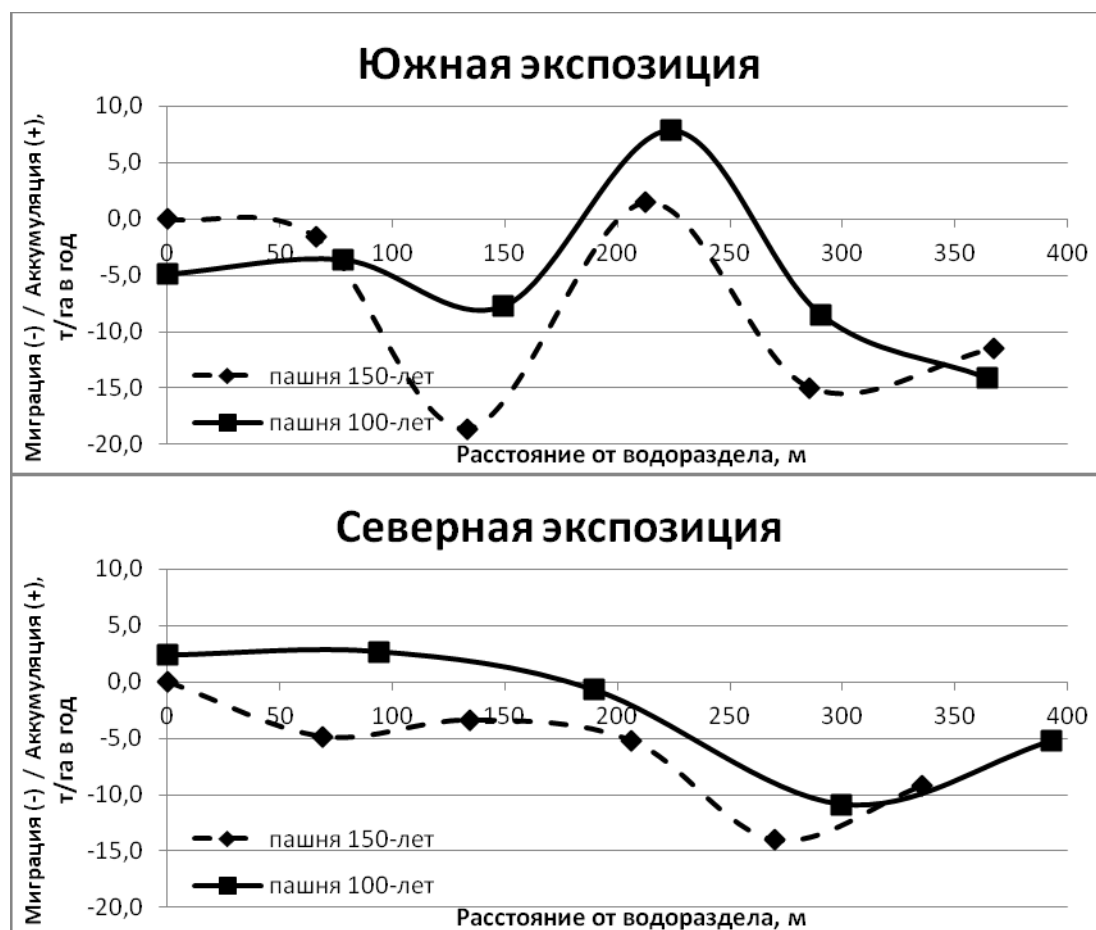


Рис. 2. Темпы механической миграции вещества почв на разновозрастных пашнях на склонах разных экспозиций

Выделены сегменты катен с различными проявлениями темпов выноса и аккумуляции твердофазного вещества почв: *прогрессивно-миграционный сегмент* – участок склона, на котором преобладает вынос твердофазного вещества почв и при движении вниз по склону темпы миграции вещества почв возрастают; *регрессивно-миграционный сегмент* – участок склона, на котором преобладает вынос твердофазного вещества почв и при движении вниз по склону темпы миграции вещества почв уменьшаются; *стационарно-миграционный сегмент* – участок склона, на котором по всей длине отме-

чаются практически одинаковые темпы миграции вещества почв, более 3 т/га в год; *аккумулятивный сегмент* – участок склона, на котором преобладает аккумуляция твердофазного вещества почв; *стационарный сегмент* – участок склона, на котором отсутствует вынос или аккумуляция твердофазного вещества почв (не более 2-3 т/га в год), данный сегмент обычно приурочен к приводораздельным участкам.

В пределах изученных склонов отмечается «волнообразный» характер смен зон с разными темпами миграции и аккумуляции вещества почв. В целом исследованные склоны южных экспозиций характеризуются более частой сменой и меньшей протяженностью выделенных сегментов.

3) В пределах микроарен карстовых воронок рассчитывался миграционный баланс твердофазного вещества почв. Карстовые воронки являются ландшафтно-геохимическими микроаренами, и благодаря своей компактности и высокой динамичности денудационных явлений представляют удобные модели для познания особенностей миграции твердофазного вещества почв. Исследования проводились на ключевых участках «Кунгур» и «Камаи», расположенных на юго-востоке Пермского края в окрестностях города Кунгур в пределах реликтовой лесостепной области Предуралья.

Установлено, что суммарное количество выпавших СМЧ из атмосферы превышает суммарное количество СМЧ, находящихся в почвах склонов. В карстовых воронках с незакольматированным понором отношение разницы между количеством СМЧ, выпавших из атмосферы, и количеством СМЧ, находящихся в почве, к суммарному количеству СМЧ, поступивших из атмосферы, составляет в воронках разного размера от 41% до 59%. Таким образом, за пределы склоновых сопряжений почв карстовых воронок осложненных понором, вынесено более 40% от всего почвенного материала, участвовавшего в эрозионных процессах за последние 100 лет, что соответствует ежегодному выносу около 0,2 т вещества с поверхности средней карстовой воронки и 1,3 т с поверхности большой карстовой воронки.

Средние скорости латерального переноса твердофазного вещества почв на ключевых участках «Камаи» и «Кунгур» составляют 8-11 т/га в год и 12-15 т/га в год, соответственно. В пределах склонов карстовых воронок максимальная скорость выноса может наблюдаться как в средних частях склонов, так и в верхних частях склонов и достигать 17-20 т/га в год. Скорость аккумуляции вещества почв в пределах нижних частей склонов карстовых воронок с закольматированным понором растет от карстовой воронки с наименьшими размерами до карстовой воронки с наибольшими размерами и соответственно составляет от 20-30 до 50-60 т/га в год. При увеличении размера воронки происходит значительное увеличение площади верхних и средних частей склонов воронки (эродируемых поверхностей), и относительно небольшое увеличение площади нижних частей склонов (поверхности аккумуляции). В случае воронок с незакольматированным понором минимальная скорость аккумуляции составляет 10-15 т/га в год и наблюдается в нижней части склона большой карстовой воронки.

Расчет балансов содержания СМЧ в почвах карстовых воронок показал, что поверхность карстовых воронок в основном подвержена процессам выноса твердофазного вещества почв; аккумуляция почвенного материала происходит только в нижних частях склонов воронок и в подземных полостях в случае воронок, осложненных понорами.

Литература

1. Перельман А.И., Касимов Н.С. Геохимия ландшафта: Учебное пособие. Издание 3-е, переработанное и дополненное. М.: Астрель-2000, 1999. 798 с.
2. Перельман А.И. Геохимия ландшафта. М.: Высшая школа, 1961. 496 с.

3. Геннадиев А.Н., Олсон К.Р., Чернянский С.С., Джонс Р.Л. Количественная оценка эрозионно-аккумулятивных явлений в почвах с помощью техногенной магнитной метки // Почвоведение. 2002. № 1. С. 21–32.

4. Olson K.R., Gennadiyev A.N., Jones R.L., Chernyanskii S.S. Erosion patterns on cultivated and forested hillslopes in Moscow Region, Russia // Soil Science Society of America J. 2002. V. 66. P. 193–201.

5. Жидкин А.П. Количественная оценка механической миграции вещества методом магнитного трассера: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. М.: МГУ, 2010. 26 с.