

**РОЛЬ СТАЦИОНАРА ИНСТИТУТА ПОЧВОВЕДЕНИЯ И АГРОХИМИИ СО АН СССР «КАРАЧИ» В РАБОТАХ ПО МЕЖДУНАРОДНОЙ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ПРОГРАММЕ (1968-1974)**

© 2018 А.А. Титлянова, С.В. Шибарева

Адрес: ¹ФГБУН Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, проспект Академика Лаврентьева, 8/2, г. Новосибирск, 630090, Россия. E-mail: argenta@issa-siberia.ru

Стационар «Карачи» Института почвоведения и агрохимии СО АН СССР, организованный в 1968 году, работал по основным направлениям Международной Биологической Программы. Объектом изучения была катена, в элювиальной позиции которой находилась степь, в аккумулятивной – болото. Изучено семь экосистем, расположенных на катене. Оценивалось количество углерода, азота и зольных элементов, поступающих в экосистемы с дождем и снегом. Изучалась миграция химических веществ с водами поверхностного стока в различных биогеоценозах. Установлено, что интенсивность миграции нарастает вниз по катене, элювиальный ландшафт имеет положительный баланс солей, транселювиальный ландшафт теряет, а аккумулятивный – накапливает вещества, включая азот и углерод. Исследовалась вертикальная миграция и баланс химических веществ в почвах. Изучение биологического круговорота показало его высокую емкость. Интенсивность круговорота превышает ежегодную миграцию различных элементов с водами в 10–100 раз. Биологический круговорот является главным механизмом перераспределения С между атмосферой и почвой, а таких элементов как N, K, Ca – между почвой и растением.

Ключевые слова: Международная Биологическая Программа, Барабинская низменность, катена, эволюция почв, растительный покров, горизонтальное и вертикальное движение воды и химических элементов, блок-схема обменных процессов, биологический круговорот.

Цитирование: Титлянова А.А., Шибарева С.В. Роль стационара Института почвоведения и агрохимии СО АН СССР «Карачи» в работах по Международной Биологической Программе (1968-1974) // Почвы и окружающая среда. 2018. № 1(3). С. 107 – 117.

Международная Биологическая Программа (МБП), главной целью которой была оценка фитомассы и продуктивности всех наземных и водных объектов Земли, проводилась с 1964 по 1974 гг. В работах по МБП участвовали 58 стран (еще 33 страны проводили отдельные исследования).

Советский союз был одним из участников данной программы, в связи с чем на его территории были созданы специальные стационары МБП в тундрах, в северной, средней и южной тайге, в степях, лугах и пустынях.

В лесостепной зоне СССР были организованы два опорных травяных стационара. Один располагался в луговой степи Курской области, второй, «Карачи», находился в лесостепной зоне Западной Сибири и был приурочен к Барабинской низменности, к ее низкой структурно-геоморфологической ступени – Причановской депрессии (рис.1). Земли до создания стационаров использовались в основном как пастбища.

С 1968 по 1974 гг. на стационаре «Карачи» проводились комплексные исследования, в которых кроме Института почвоведения и агрохимии СО РАН принимали участие Центральный сибирский ботанический сад СО АН СССР, Почвенный институт им. В.В. Докучаева ВАСХНИЛ, Новосибирский государственный университет, Новосибирский государственный педагогический институт, Убинская опытно-мелиоративная станция. Руководителями работ были директор ИПА СО АН СССР д.с.-х.н. Р.В. Ковалев, д.с.-х.н. Н.И. Базилевич (Почвенный институт им. В.В. Докучаева) и д.б.н. А.В. Куминова (ЦСБС СО АН СССР).

В соответствии с основными направлениями МБП задачами исследований на стационаре являлись:

- получение величин, характеризующих запасы фитомассы и чистую первичную продукцию биогеоценозов изучаемых ландшафтов;
- изучение почв как функциональной единицы биогеоценоза. Раскрытие генезиса почв и сущности современных почвенных процессов;
- количественное описание круговорота веществ в пределах отдельных биогеоценозов и между биогеоценозами в ландшафте;
- прогнозирование общего направления эволюции биогеоценозов и типов почв.

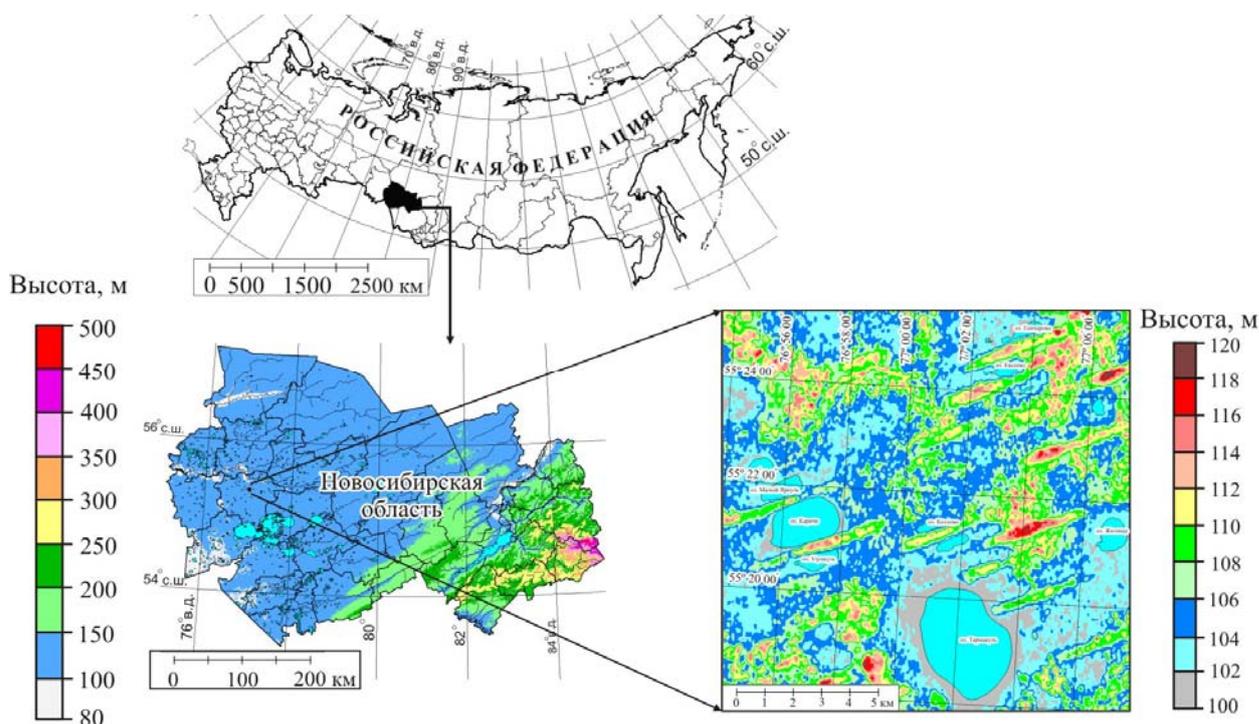


Рисунок. 1. Карта расположения стационара «Карачи»

Исходя из поставленных задач, для проведения исследований была выбрана геоморфологическая катена (участок, заключенный между древним приозерным валом и болотом, переходящим в озеро Гончарово). Протяженность катены – 700 м, разница высот между вершиной древнего приозерного вала и его основанием – около 1,5 м.

Комплексные исследования были согласованы по всем разделам МБП по времени и проводились на строго фиксированных точках-площадках, отражающих основные типы биогеоценозов (рис. 2). Подробные исследования проводились на точках 33 и 38, а также на точке 12 (луговая степь на обыкновенном черноземе), расположенной на катене с незасоленными почвами.

Водная миграция элементов в значительной степени определяется количеством выпадающих осадков, их распределением по катене и химическими свойствами элементов, поступающих с осадками (табл. 1).

Поступление осадков в почвы различных биогеоценозов довольно близко для всех почв кроме торфяно-болотной. Годичное количество осадков – 330–350 мм, часть выпадает со снегом (около 30%). Осадки приносят значительное количество углерода (до 40 кг/га), очень мало азота (меньше 4 кг/га), достаточно много сульфатного иона, много кремния и мало железа и алюминия. Увеличение поступления элементов в болотные экосистемы обусловлено повышением количества снега, который сдувается в низины из экосистем, лежащих выше. В результате торфяно-болотные почвы получают с осадками в полтора-два раза больше углерода, азота и минеральных элементов.

В статье невозможно даже вкратце остановиться на всех результатах, полученных за семь лет работы стационара. В связи с этим мы проанализируем лишь процессы миграции химических элементов: водную миграцию и изменение ее интенсивности и химизма по катене (табл. 2); вертикальную миграцию элементов по почвенному профилю с просачивающимися водами (табл. 3); круговую миграцию – атмосфера → почва → растения → почва → атмосфера (табл. 4, 5), которую обычно называют биологическим круговоротом.

Вынос химических веществ с летнее-весенним стоком невелик в биогеоценозах, где почвы переувлажнены практически в течение всего вегетационного периода, в связи с чем имеют густой сплошной травостой, препятствующий контакту поверхностных вод с минеральными горизонтами почв (т. 35). Велик вынос органического вещества с луговых корковых солонцов (т. 34).

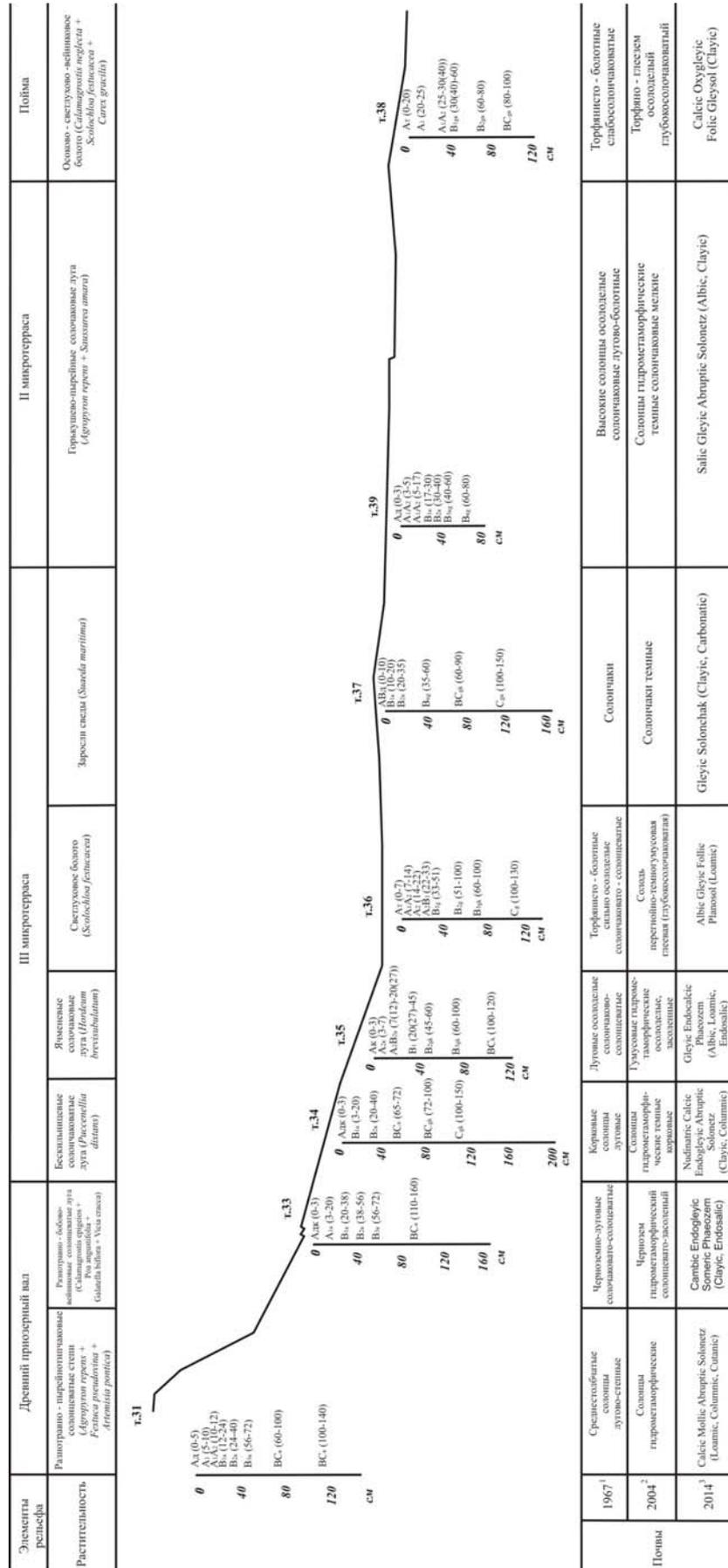


Рисунок 2. Распределение биогеоценозов по геоморфологическому профилю катены стационара «Карачи». Примечание: индексация горизонтов приведена в авторской редакции (Структура, ..., 1974)

Соотношение поступления и выноса химических веществ с водами поверхностного стока в различных биогеоценозах складывается по-разному. Отрицательный суммарный баланс характерен для биогеоценозов автономных (т. 12, 31) и трансэлювиальных ландшафтов (т. 32, 33).

Баланс химических веществ, в том числе солей, положителен на луговых корковых солонцах, формирующихся на плоской поверхности третьей приозерной террасы (т. 34), а также в луговой осолоделой солонцевато-солончаковой почве второй приозерной террасы (т. 35).

Таблица 1

Поступление химических веществ с атмосферными осадками в почвы разных биогеоценозов (среднеголетние данные), кг/га в год

Вид осадков	Количество осадков, мм	C	N	HCO ₃ ⁻	Na ⁺ +K ⁺	Cl ⁻	SO ₄ ⁻	Ca ⁺⁺	Si ⁺⁺⁺⁺	Fe ⁺⁺⁺	Al ⁺⁺⁺
Чернозем обыкновенный, т. 12											
Дождь	270	29,9	3,0	24,2	18,8	10,8	16,2	2,7	10,8	1,9	0,6
Снег	75	8,8	0,5	3,8	5,2	5,3	3,8	0,8	3,0	0,5	0,2
Всего	345	38,7	3,5	28,0	24,0	16,1	20,0	3,5	13,8	2,4	0,8
Солонец среднестолбчатый лугово-степной, т. 31											
Дождь	265	29,0	2,9	23,8	18,5	10,6	15,9	2,7	10,6	1,9	0,6
Снег	80	8,9	0,8	4,0	5,6	5,6	4,0	0,8	3,2	0,6	0,2
Всего	345	37,9	3,7	27,8	24,1	16,2	19,9	3,5	13,8	2,5	0,8
Черноземно-луговая почва, т. 33											
Дождь	272	30,0	3,0	24,4	19,0	10,8	16,3	2,7	11,1	1,9	0,6
Снег	65	7,2	0,6	3,3	4,6	4,6	3,3	0,7	2,6	0,5	0,1
Всего	337	37,2	3,6	27,7	23,6	15,4	19,6	3,4	13,7	2,4	0,7
Солонец луговой корковый, т. 34											
Дождь	272	30,0	3,0	24,4	19,0	10,8	16,3	2,7	11,1	1,9	0,6
Снег	64	7,1	0,6	3,3	4,6	4,5	3,2	0,6	2,6	0,4	0,1
Всего	336	37,1	3,6	27,7	23,6	15,3	19,5	3,3	13,7	2,3	0,7
Луговая осолоделая почва, т. 35											
Дождь	274	30,2	3,2	24,6	19,2	10,9	16,4	2,7	11,0	1,9	0,6
Снег	88	9,7	1,0	4,4	6,2	6,2	4,4	0,9	3,5	0,6	0,2
Всего	362	39,9	4,2	29,0	25,4	17,1	20,8	3,6	14,5	2,5	0,8

Таблица 2

Миграция (вынос) химических веществ с водами поверхностного стока в различных биогеоценозах (среднеголетние данные), кг/га в год

C	N	HCO ₃ ⁻	Na ⁺ +K ⁺	Cl ⁻	SO ₄ ⁻	Ca ⁺⁺	Si ⁺⁺⁺⁺	Fe ⁺⁺⁺	Al ⁺⁺⁺	Mg ⁺⁺
Чернозем обыкновенный, т. 12										
163,1	6,1	13,9	0,5	1,4	3,9	3,8	81,8	3,6	6,8	0,5
Солонец среднестолбчатый лугово-степной, т. 31										
154,9	5,9	39,1	27,7	1,7	13,5	3,8	0,6	2,0	1,5	12,2
Черноземно-луговая почва, т. 33										
870	32,9	372,9	206,9	23,7	291,0	24,8	150,3	19,7	21,0	29,6
Солонец луговой корковый, т. 34										
772,0	30,5	410,0	81,8	18,9	60,0	24,3	131,0	11,6	12,8	38,0
Луговая осолоделая почва, т. 35										
390,0	20,6	339,0	125,0	28,7	73,8	17,6	101,1	9,9	11,8	21,6

По: (Базилевич, 1976).

Таблица 3

Баланс химических веществ в почвах элементарных ландшафтов

Горизонт	Глубина, см	C	N	HCO ₃ ⁻	K ⁺	Ca ⁺⁺	Fe ⁺⁺⁺	Na ⁺
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Чернозем обыкновенный, т. 12								
A	0–20	-127,4	-2,8	+7,3	+9,0	-2,9	-1,4	+9,5
B ₁	20–35	+1,3	+0,2	-2,3	+0,1	+0,1	0	-3,2
Солонец среднестолбчатый лугово-степной, т. 31								
A	0–12	-130,2	-2,5	-50,4	+6,2	-4,3	-4,6	-57,1
B ₁	12–30	+5,0	+0,1	-4,6	-0,3	+0,5	+4,4	-16,8

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Черноземно-луговая почва, т. 33								
A	0–23	-690,8	-26,4	-558,8	+6,4	-33,0	-17,0	-262,4
B	23–40	-1,6	+1,7	-17,1	+0,4	+10,3	+0,1	-39,7
Солонец луговой корковый, т. 34								
A _{ДК}	0–3	+118,0	-4,0	-434,4	-3,7	-5,1	+6,2	-27,1
B _К	3–15	+0,4	+1,6	+198,9	-1,5	+2,0	+3,0	+98,7
Луговая осолодевшая почва, т. 35								
A _Д	0–4	+212,4	+10,7	-680,8	+2,3	-19,7	-234,6	-383,9
A ₂	4–6	-328,9	+2,0	-104,7	+2,2	-26,9	+80,6	-233,3
Торфяно-болотная почва, т. 38								
A _Т	0–20	+267,0	+17,9	+224,9	+33,3	-18,8	+16,2	-46,8
A ₁ A ₂	20–35	+77,5	+1,9	-120,3	-28,3	-28,8	+0,8	-65,9

По: (Базилевич и др., 1976)

Привнос химических веществ с водами поверхностного стока в заболоченные понижения и западины весьма существенен: солей (главным образом, бикарбонатов Na, отчасти сульфатов и хлоридов Na) – до 600 кг/га, других минеральных веществ, включая взвеси, – 250–300 кг/га, органических веществ – до 400 кг/га, азота – 15–20 кг/га.

Приведенные материалы свидетельствуют о существенной роли вод поверхностного стока в перераспределении как солей, так и других химических веществ в системе геохимически сопряженных в ландшафте биогеоценозов, что обуславливает особенности геохимии их солей, направленности почвообразования.

Рассматривая вертикальную миграцию, мы в данной статье остановились лишь на двух горизонтах – горизонте А, который впитывает осадки и воду поверхностного стока и одновременно отдаёт элементы питания (N, K, Ca) растениям, и горизонте В, который в основном сорбирует вымываемые из горизонта А элементы.

Углерод в больших количествах вымывается из горизонта А чернозема обыкновенного, среднестолбчатого солонца и черноземно-луговой почвы и накапливается в том же горизонте солонца коркового, луговой осолодевшей и торфяно-болотной почв. В большинстве почв горизонт В в небольших количествах теряет или накапливает С. Особняком стоят луговая осолодевшая почва, где приход С в горизонт А_Д меньше оттока из горизонта А₂, и торфяно-болотная почва, удерживающая С в обоих горизонтах до глубины 35 см.

Азот в небольших количествах вымывается из горизонта А почти во всех почвах и накапливается в горизонте В. В луговой осолодевшей и торфяно-болотной почвах он задерживается во всей толще. Азот жизненно необходим растениям, и почвы его берегут.

Бикарбонат-ионы, как и натрий, в основном вымываются в более глубокие горизонты почвы и далее в грунтовые воды – идет рассоление почв. Калий в основном накапливается в почвах, в то время как кальций вымывается из горизонта А в горизонт В большинства почв и вымывается в грунтовые воды из луговой осолодевшей и торфяно-болотной почв. Железо в основном вымывается в горизонт В.

В целом баланс химических элементов в почвах катены свидетельствует о рассолении почв и переходе их в менее гидроморфную стадию (Базилевич, 1976).

Для исследования биологического круговорота надо было разделять мертвую и живую части фитомассы. Эта операция не вызывает затруднений для наземной части фитоценоза, но, с первого взгляда, кажется невозможной для подземных органов. Однако Т.А. Вагина и Н.Г. Шатохина после ряда исследований овладели данной операцией и определили запасы живых и мертвых подземных органов растений практически для всех фитоценозов катены (Вагина, Шатохина, 1976). Результаты их работы позволили перейти к изучению процессов биологического круговорота.

В биологическом круговороте внутри фитоценоза совершаются процессы входа элементов, перераспределения потребленных элементов от одних компонентов к другим и выхода из круговорота. Приведем пример баланса углерода (табл. 4).

Таблица 4

Бюджет углерода в экосистеме мезофитного луга (23.V.1970 – 22.V.1971)

Статья бюджета	С, кг/га в год
Всего потреблено фитоценозом	13680
Потреблено надземными органами	1620
Потреблено подземными органами	12060
Выщелочено осадками из надземных органов	100
Возвращено в почву при разложении подстилки	100
Возвращено в атмосферу при разложении подстилки	1260
Возвращено в атмосферу и почву при разложении мертвых подземных органов	9600
Всего возвращено в атмосферу и почву	11060

Примечание. Под потреблением С понимаем чистую первичную продукцию (т.е. разность между интенсивностями фотосинтеза и дыхания); в статью «всего возвращено» не входит дыхание зеленой фитомассы и живых подземных органов (Титлянова, 1979).

Потребление углерода из атмосферы надземными органами фитоценоза очень велико – 13,7 т/га в год. Из этого количества 88% углерода в виде фотосинтетатов дислоцируются в подземные органы, которые быстро отмирают и создают пул мертвой подземной фитомассы. В течение сезона идет активная минерализация подземных растительных остатков. Наряду с минерализацией происходит накопление прогумуса, со временем превращающегося в гумус. Новообразованный гумус компенсирует потерю почвенного углерода с поверхностным стоком. Мы до сих пор не знаем соотношение интенсивностей процессов минерализации и гумусообразования. Вероятно, доля углерода, уходящего в гумус, не превышает 5–10% от доли С, выделяющегося в виде CO₂ в атмосферу. Бюджет других химических элементов приведен в таблице 5.

Таблица 5

Бюджет химических элементов (23.V.1970 – 22.V.1971), кг/га в год

Элемент	Всего потреблено из почвы	Перешло		Закреплено в ветоши	Возвращено в почву				Всего
		из подземных органов в надземные	из надземных органов в подземные		Выщелочено осадками из надземных органов	Выделено прижизненно из подземных органов	Высвобождено при разложении		
							подстилки	подземных органов	
Si	792,7	135,4	0,0	140,4	0,0	25,3	146,5	521,0	692,8
Ca	480,2	172,0	0,0	17,4	0,0	16,0	26,4	371,0	413,4
N	384,7	46,1	1,0	30,8	8,2	0,0	21,2	278,4	307,8
Mg	227,5	13,9	0,0	11,3	3,6	0,0	14,6	208,5	226,7
K	212,7	47,8	7,4	17,6	23,7	14,0	15,3	74,0	127,0
Al	188,0	2,7	0,0	2,9	0,0	0,0	14,0	114,3	128,4
Fe	142,9	2,1	0,0	2,2	0,0	0,0	10,1	105,8	115,9
Na	62,9	5,8	1,8	3,2	1,0	11,0	5,7	26,5	44,2
S	31,2	4,0	0,0	3,1	1,1	0,0	3,1	24,1	28,3
Cl	26,2	13,8	0,0	3,8	10,4	0,2	3,7	9,7	24,0
P	21,1	4,8	0,0	3,1	1,8	1,8	3,4	14,1	21,1
Mn	5,9	0,3	0,0	0,3	0,0	0,0	0,3	5,4	5,7

По: (Титлянова, 1979)

Наибольшее потребление зафиксировано для кремния. Поскольку травостой злаковый, а концентрация Si в злаках велика – этот элемент доминирует и в травостое и в подземных органах. Потребление N и K меньше, чем аккумуляция Ca, который концентрируется в основном в подземных органах. Необходимо иметь в виду, что значительное количество питательных элементов остается на зиму в живых подземных органах.

Отметим характерную черту Al и Fe, которые на 80% закреплены в корнях. Еще Т.В. Аристовская (1975) предположила, что Al, Fe и Mn с помощью бактерий образуют налеты на корнях и даже трубочки вокруг корней. Эти трубочки можно увидеть под микроскопом, соблюдая осторожность, так как ломкие корни прочно соединены с почвенными частицами. В подземной сфере биотические процессы тесно связаны с абиотическими, и мы чаще всего не знаем, где проходит граница между подземными органами растений и почвой.

Благодаря совместным работам с членом-корреспондентом АН СССР А.А. Ляпуновым были построены блок-схемы обмена химических элементов для нескольких наиболее детально изученных экосистем (Ляпунов, Титлянова, 1974). Подобные схемы являлись основой для построения математических моделей функционирования биогеоценозов. Приводим блок-схему для луговой степи (Титлянова, Базилевич, 1976).

Отдельно рассматривается круговорот углерода, азота, совокупность других элементов, входящих в состав растений, совокупность элементов, входящих в состав легкорастворимых солей, совокупность элементов, входящих в подвижные соединения.

В наших работах для характеристики поведения элементов в системах биотических и абиотических процессов был введен показатель абиотичности, который рассчитывается как отношение суммы интенсивностей входных (или выходных) абиотических процессов к интенсивности потребления элемента фитоценозом. В таблице 6 приведены показатели абиотичности только для суммы входных процессов.

Интенсивность биотического круговорота превышает ежегодную миграцию различных элементов с водами в 10–100 раз. Биологический круговорот является главным механизмом перераспределения углерода между атмосферой и почвой, а таких элементов как N, K, Ca – между почвой и растениями. Следует специально отметить, что биологический круговорот обеспечивает непрерывное движение атомов по круговым траекториям, в то время как водная миграция (поверхностный сток) непрерывно работает в одном направлении – сверху вниз по катене.

Таблица 6

Показатели абиотичности

Позиция, экосистема	C	N	S*	m**
Элювиальная, луговая степь на черноземе обыкновенном	0,05	0,01	0,49	0,03
Трансэлювиальная, мезофитный луг на черноземно-луговой почве	0,02	0,10	0,77	0,04
Аккумулятивная, травяное болото на торфяно-болотной почве	0,01	0,04	5,91	0,16

Примечание: * - солевые компоненты; ** - несолевые компоненты.

В настоящей статье кратко охарактеризовано горизонтальное, вертикальное и круговое движение элементов в биогеоценозах. Комплекс работ, выполненных на стационаре «Карачи», гораздо полнее и глубже, он раскрывает эволюцию почв, идущую от болота к луговой степи.

Замысел работ, их полномасштабное выполнение и выводы, имеющие широкое значение, отражены в двух томах монографии «Структура, функционирование и эволюция системы биогеоценозов Барабы» (1974,1976), за которую, в числе других заслуг, Роман Викторович Ковалев получил Золотую медаль им. В.В. Докучаева.

Ни на одном травяном стационаре не были так широко и многосторонне изучены эколого-биохимические процессы. Комитет МБП оценил работы Карачинского стационара и предложил Н.И. Базилевич и А.А. Титляновой не только довести суть работ стационара для широкого круга ученых, но и обобщить материалы других коллективов МБП, проводивших исследования в прериях, степях и лугах. Эта работа была выполнена и изложена в монографиях IBP, опубликованных Кембриджским университетом: «Grassland ecosystems of the World» (Titlyanova, Bazilevich, 1979) и «Grasslands, system analysis and man» (Bazilevich, Titlyanova, 1980).

Исследования Карачинского стационара не были бы так широко известны, если бы на стационаре в течение семи лет не работала дружная команда почвоведов, ботаников, метеорологов, гидрологов, зоологов, микробиологов, экологов.

БЛАГОДАРНОСТИ

Данная публикация не состоялась бы без помощи Смоленцевой Е.Н., Смоленцева Б.Н., Гаврилова Д.А., Наумовой Н.Б., Тихомировой Н.А., за что им большое спасибо.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аристовская Т.В. Роль микроорганизмов в мобилизации и закреплении железа в почвах // *Почвоведение*, 1975, № 4. С. 87–91.
2. Базилевич Н.И. Миграция химических веществ с атмосферными осадками и водами поверхностного стока // *Структура, функционирование и эволюция системы биогеоценозов Барабы. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние*, 1976. Т. 2. С. 82–90.
3. Базилевич Н.И., Курачев В.М., Чижикова Н.П., Градусов Б.П., Горина А.И. Формирование и состав вод внутрипочвенного нисходящего стока и миграция химических веществ // *Структура, функционирование и эволюция системы биогеоценозов Барабы. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние*, 1976. Т. 2. С. 90–110.
4. Вагина Т.А., Базилевич Н.И., Курачев В.М. Почвы и растительность // *Структура, функционирование и эволюция системы биогеоценозов Барабы. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние*, 1974. Т. 1. С. 40–46.
5. Вагина Т. А., Шатохина Н. Г. Динамика запасов надземной и подземной органической массы степных, луговых и болотных фитоценозов // *Структура, функционирование и эволюция системы биогеоценозов Барабы — Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние*, 1976. Т. 2. С. 217–265.
6. Курачев В.М., Базилевич Н.И., Рябова Т.Н. Состав атмосферных осадков и вод поверхностного стока // *Структура, функционирование и эволюция системы биогеоценозов Барабы. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние*, 1976. Т. 2. С. 90–110.
7. Ляпунов А.А., Титлянова А.А. Системный подход к изучению обменных процессов в биогеоценозе // *Ботанический журнал*, Т. 59, № 8. 1974. С. 1081–1092.
8. Структура, функционирование и эволюция системы биогеоценозов Барабы. *Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние*, 1974. Т.1. 308 с.
9. Структура, функционирование и эволюция системы биогеоценозов Барабы. *Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние*, 1976. Т.2. 495 с.
10. Титлянова А. А. Биологический круговорот азота и зольных элементов в травяных биогеоценозах.— *Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние*, 1979. 150 с.
11. Титлянова А.А., Базилевич Н.И. Функциональная модель обменных процессов // *Структура, функционирование и эволюция системы биогеоценозов Барабы. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние*, 1976. Т. 2. С. 449–467.
12. Titlyanova A.A., Bazilevich N.I. Nutrient cycling // *Grassland ecosystems of the World. Cambridge: Cambridge Univ. Press*, 1979. P.170–181.
13. Bazilevich N.I., Titlyanova A.A. Comparative studies of ecosystem function // *Grasslands, system analysis and man. Cambridge: Cambridge Univ. Press*, 1980. P. 713–759.

Поступила в редакцию 30.05.2018

Принята 06.06. 2018

Опубликована 30.11.2018

Сведения об авторах:

Титлянова Аргента Антониновна - доктор биологический наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории биогеоценологии ФГБУН Института почвоведения и агрохимии СО РАН (Новосибирск, Россия); argenta@issa-siberia.ru

Шибарева Светлана Васильевна - кандидат биологический наук, научный сотрудник лаборатории биогеоценологии ФГБУН Института почвоведения и агрохимии СО РАН (Новосибирск, Россия); shibareva@issa-siberia.ru

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи



Статья доступна по лицензии [Creative Commons Attribution 4.0 License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

THE ROLE OF KARACHI EXPERIMENTAL STATION OF THE INSTITUTE OF SOIL SCIENCE AND AGROCHEMISTRY OF THE USSR SB AS IN THE INTERNATIONAL BIOLOGICAL PROGRAM RESEARCH (1968-1974)

© 2018 A.A. Titlyanova, S.V. Shibareva

Address: Institute of Soil Science and Agrochemistry of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russian Federation. E-mail: argenta@issa-siberia.ru

The Karachi Experimental Station, established in 1968 by the Institute of Soil Science and Agrochemistry of the Siberian Branch of the USSR Academy of Sciences (55.344848N, 76.945782E, Novosibirsk region, Russia), carried out research concerning the main topics of the International Biological Program (IBP). Catena was the main object of research, with steppe in its eluvial and mire in its accumulative ecosystems. Seven catena ecosystems were studied in detail. The input of carbon, nitrogen and mineral elements with precipitation was measured. Chemical element migration with surface water flow in different biogeocenoses was studied. Migration rate was shown to increase down the catena. Eluvial ecosystems had positive salt balance. Trans-eluvial ecosystems were found to lose elements, while accumulative ones were found to accumulate many elements, including carbon and nitrogen. Vertical migration and chemical elements balance were also investigated. The study of biological turnover showed its great capacity and intensity, exceeding 10-100-fold yearly migration of elements with waters. Biological turnover was concluded to be the main tool of carbon redistribution between atmosphere and soil and of such macroelements as nitrogen, potassium and calcium between soil and plant.

Key words: *International Biological Program, Barabinsk lowland, catena, soils evolution, vegetation, horizontal and vertical movement of water and chemical elements, block diagram of metabolic processes, biological cycle*

How to cite: *Titlyanova A.A., Shibareva S.V. The role of Karachi experimental station of the Institute of Soil Science and Agrochemistry of the USSR SB as in the International Biological Program Research (1968–1974) // The Journal of Soils and Environment. 2018. 1(3): 107 – 117. (in Russian with English abstract).*

REFERENCES

1. *Aristovskaya T.V. The role of microorganisms in the mobilization and fixation of iron in soils, Pochvovedenie, 1975, No 4, p. 87–91. (in Russian)*
2. *Bazilevich N.I. Migration of chemical substances with atmospheric precipitation and surface runoff water, In book: Structure, functioning and evolution of biocenoses system in Baraba. Novosibirsk: Science, Siberian Branch Publ., 1976, V. 2, p. 82-90. (in Russian)*
3. *Bazilevich N.I., Kurachev V.M., Chizhikova N.P., Gradusov B.P., Garina A.I. The formation and structure of subsurface water flow and the downward migration of chemical substances, In book: Structure, functioning and evolution of biocenoses system in Baraba. Novosibirsk: Science, Siberian Branch Publ., 1976, V. 2, p. 90-110. (in Russian)*
4. *Vagina T.A., Bazilevich N.I., Kurachev V.M. Soil and vegetation, In book: Structure, functioning and evolution of biocenoses system in Baraba. Novosibirsk: Science, Siberian Branch Publ., 1976, V. 1, p. 40-46. (in Russian)*
5. *Vagina T. A., Shatokhina N.G. Dynamics of stocks of aboveground and underground organic mass of steppe, meadow and marsh phytocenoses, In book: Structure, functioning and evolution of biocenoses system in Baraba. Novosibirsk: Science, Siberian Branch Publ., 1976, V. 2, p. 217— 265. (in Russian)*
6. *Kurachev V.M., Bazilevich N.I., Raybova T.N. The composition of precipitation and surface water, In book: Structure, functioning and evolution of biocenoses system in Baraba. Novosibirsk: Science, Siberian Branch Publ., 1976, V. 2, p. 90-110. (in Russian)*
7. *Laypunov A.A., Titlyanova A.A. Systematic approach to the study of exchange processes in biogeocoenosis, Botanicheskii Zhurnal, 1974, V. 59, №8, p. 1081-1092. (in Russian)*
8. *Structure, functioning and evolution of biocenoses system in Baraba. Novosibirsk: Science, Siberian Branch Publ., 1974. V. 1. 307 p. (in Russian)*
9. *Structure, functioning and evolution of biocenoses system in Baraba. Novosibirsk: Science, Siberian Branch Publ., 1976. V. 2. 495 p. (in Russian)*
10. *Titlyanova A. A. Biological circulation of nitrogen and ash elements in herbal biogeocenoses. Novosibirsk: Science, Siberian Branch Publ., 1979. 150 p. (in Russian)*
11. *Titlyanova A.A., Bazilevich N.I. Functional model of metabolic processes, In book: Structure, functioning and evolution of biocenoses system in Baraba. Novosibirsk: Science, Siberian Branch Publ., 1976, V. 2, P. 449-467. (in Russian)*
12. *Titlyanova A.A., Bazilevich N.I. Nutrient cycling, Grassland eco-systems of the world: analysis grasslands and there uses. Cambridge, 1979, p.170–181.*

13. Titlyanova A.A., Bazilevich N.I. Comparative studies of ecosystem function, *Grasslands, system analysis and man*. Cambridge, 1980, p.713–759.

Received 30 May 2018

Accepted 06 June 2018

Published 30 November 2018

About the authors:

Titlyanova Argenta A. – Profesor, Doctor of Biol. Sci., Leading Researcher in the Laboratory of Biogeocenology in Institute of Soil Science and Agrochemistry of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (Novosibirsk, Russia); argenta@issa.nsc.ru

Shibareva Svetlana V. – Cand. of Biol. Sci., Researcher in the Laboratory of Biogeocenology in the Institute of Soil Science and Agrochemistry of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (Novosibirsk, Russia); shibareva@issa.nsc.ru

The authors read and approved the final manuscript



The article are available under [Creative Commons Attribution 4.0 License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)