

МЕЖДУНАРОДНАЯ АССОЦИАЦИЯ ЛАНДШАФТНОЙ ЭКОЛОГИИ
РОССИЙСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ МЕЖДУНАРОДНОЙ АССОЦИАЦИИ ЛАНДШАФТНОЙ ЭКОЛОГИИ
ФГАОУ ВО «КРЫМСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ В.И. ВЕРНАДСКОГО»,
ТАВРИЧЕСКАЯ АКАДЕМИЯ
КАФЕДРА ФИЗИЧЕСКОЙ ГЕОГРАФИИ, ОКЕАНОЛОГИИ И ЛАНДШАФТОВЕДЕНИЯ
КРЫМСКИЙ МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЛАНДШАФТНЫЙ ЦЕНТР ФГАОУ ВО «КФУ ИМЕНИ
В.И.ВЕРНАДСКОГО»
КРЫМСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ РУССКОГО ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА
КРЫМСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ ОБЩЕСТВА ПОЧВОВЕДОВ ИМ. В.В. ДОКУЧАЕВА
ФГБУН «КАРАДАГСКАЯ НАУЧНАЯ СТАНЦИЯ ИМ. Т.И. ВЯЗЕМСКОГО – ПРИРОДНЫЙ
ЗАПОВЕДНИК РАН»

ЛАНДШАФТНАЯ ГЕОГРАФИЯ В XXI ВЕКЕ

Материалы Международной научной конференции

«Третьи ландшафтно-экологические чтения,

посвященные 100-летию со дня рождения Г.Е. Гришанкова»

Симферополь, 11-14 сентября 2018 г.



Симферополь
ИТ «АРИАЛ»
2018

А.В.Хорошев

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет

Москва, Россия

avkh1970@yandex.ru

ПРОПОРЦИИ УГОДИЙ И КАТЕНАРНАЯ СТРУКТУРА РЕЧНОГО БАССЕЙНА КАК ОСНОВАНИЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КАРКАСА

Введение. Одно из фундаментальных положений ландшафтоведения, важных для ландшафтного планирования состоит в том, что свойства каждой территориальной единицы являются результатом синергизма во взаимодействиях большой группы пространственных элементов, упорядоченных в какой-либо тип ландшафтных структур. Сравнение эмерджентных свойств, формирующихся при разных площадных пропорциях элементов геосистемы вышестоящего ранга, позволяет выявить пороговые значения свойств пространственной структуры, при которых может достигаться эффект, необходимый для территориального планирования хозяйства и природоохранных мер. В данной работе в качестве свойства, подлежащего регулированию, рассматривается химический состав стока в малых бассейнах. Одна из традиционных задач территориального планирования – проектирование экологического каркаса. В лесной зоне при высокой степени освоённости территории ключевое значение придается поддержанию необходимой лесистости. Если проблемам оптимальной лесистости для регулирования стока посвящена обширная литература (Молчанов, 1966; Побединский, 1979), то меньше внимания уделялось вопросу о том, за счет каких именно урочищ целесообразно повышать лесистость, при этом минимизируя потери сельского хозяйства. Мы демонстрируем подход к выбору способов и мест приоритетного развития экологического каркаса агроландшафта с учетом структуры потоковых геосистем – бассейнов и катен.

В исследовании решались следующие задачи: 1) установить ассоциацию химических элементов, характеризующих отличие почв и вод агроландшафта от регионального среднетаежного фона; 2) провести классификацию малых речных бассейнов по структуре катен; 3) выявить зависимость антропогенных геохимических угроз от катенарной структуры бассейна; 4) проверить гипотезу о зависимости гидрохимических свойств стока от ландшафтного покрова бассейна; 5) предложить набор мероприятий по развитию экологического каркаса, дифференцированный по малым бассейнам.

Материалы и методы. Исследование проведено в среднетаежном структурно-моренно-эрозионном ландшафте на юге Архангельской области в бассейне р. Заячья (152 кв. км). Нижняя дренированная густорасчлененная часть этого бассейна с близким залеганием коренных карбонатных пород на склонах долин подвергается распашке более 700 лет; верхняя часть залесена и частично заболочена. Исследование гидрохимических свойств стока проводилось по сезонам в течение 1994-1999 и 2013-2017 гг. в 4 створах Заячьей и в 15 створах в устьях ее притоков; в весенние периоды – также в 20 временных водотоках. Опробование почв проведено в более чем 30 катенах, охватывающих все виды элементарных ландшафтов, в том числе на участках склонов разной крутизны и кривизны. Опробование растений проводилось в подчиненных геохимических позициях при соседстве с распаханymi полями в вышележащих позициях. Статистический анализ зависимостей между характеристиками ландшафтной структуры бассейна и химическими свойствами стока проводился средствами корреляционного и мультирегрессионного анализа.

Результаты и обсуждение. К наиболее распространенным поллютантам в агроландшафтах, как известно, относятся N, P, K. Наши результаты показали, что в почвах междуречий под лесом и залежами подвижного P очень мало, но на распаханых краевых дренированных частях междуречий с агросерогумусовыми почвами он активно накапливается благодаря внесению удобрений. На коренных склонах, сложенных мергелями с чехлом моренных суглинков и озерно-ледниковых супесей, в подзолистых почвах под елово-березово-сосновыми лесами содержание подвижного P существенно меньше, чем в распаханых почвах аналогичных позиций. При этом в наиболее сильноосмытых пахотных почвах, где моренный чехол полностью или почти полностью смыт, содержание P минимально и становится сопоставимо с лесными почвами. Это свидетельствует об активной механической миграции этого элемента, несмотря на его малую подвижность в растворах в щелочной среде, которая характерна для почв на мергелях и их элювии. Общий N может накапливаться в почвах склоновых лесов, но имеет минимальное содержание на сильноосмытых почвах крутых склонов; в слабоосмытых почвах распахиwаемых склонов содержание азота имеет промежуточное значение. Обеднение подвижным K распахиwаемых склонов по сравнению с почвами склоновых лесов незначительно.

Вовлечение в миграцию вещества пермских мергелей при распашке склонов способствует росту содержаний обменного Ca, Mg и падению содержания обменного H, причем эта закономерность выражена тем ярче, чем больше уклоны. Индикатором миграции смытого вещества служит его содержание в почвах делювиальных шлейфов и конусов выноса. Почвы конусов выноса лощин, наложенных на цокольные террасы, характеризуются высокими концентрациями Mg: здесь осаждается основная часть; в днищах тех же лощин на участках, врезанных в террасы, Mg заметно меньше. При этом больше Mg в приустьевых частях длинных лощин, которые начинаются в пределах мергельных склонов, по сравнению с днищами и конусами выноса лощин, врезанных только в цокольные террасы и имеющих слабую связь со склоновой лощиной. В почвах делювиальных шлейфов, наложенных на поймы, явного накопления Mg не отмечено. Однако он всегда сильно накапливается на поймах, причем к нижнему течению в пределах агроландшафта концентрации возрастают. Это свидетельствует об активном участии в водной миграции, прежде всего – за счет выноса по лощинам. В низовьях длинных балок, имеющих связь с мергельными склонами, повышено содержание Ca. Содержание обменного Ca в пойменных почвах меньше на входе в агроландшафт, больше

– на выходе. Содержание обменного К может быть повышено на делювиальных шлейфах и конусах, наложенных на поймы, в тальвегах коротких врезанных в террасы ложбин, в заболоченных тыловых швах пойм и террас.

Почвы узких междуречий между притоками Заячьей резко отличаются на двух бортах долины. На левобережье почвы более легкие по гранулометрическому составу за счет увеличенной мощности супесчаного чехла; они обеднены элементами минерального питания. На плоских поверхностях с почвами на двучленных супесчано-тяжелосуглинистых отложениях по мере ослабления сельскохозяйственной нагрузки и зарастания содержание обменного А1 восстанавливается до значений, характерных для лесных почв, а Са и Mg – убывает. Таким образом, контраст геохимического состояния почв приводораздельных урочищ и коренных склонов левобережья очень велик, что делает неоправданным формирование единых полевых участков от водораздела до террасы. В краевых частях междуречий правобережья почвы более тяжелые и богатые, но примыкающие склоны более крутые, а почвы чаще смыты до мергелей. Последнее обстоятельство дает снижение урожайности на склонах в 2 раза, по сравнению с междуречными урочищами. Следовательно, как на правобережье, так и на левобережье есть основания для изменения границ полевых участков, прежде всего за счет крутых склонов, как для предотвращения потерь урожайности, так и для предотвращения смыва почв.

Опробование поверхностных вод в период весеннего снеготаяния показало, что распаханые водосборы балок дают повышенное содержание Са и минерального Р в водах по сравнению с нераспахаными. В аккумулятивных позициях на террасах во временных водоемах содержание ионов различается в зависимости от распаханности и культуры. Сток с полей под многолетними травами имеет пониженное содержание нитратов и минерального Р по сравнению с распахаными полями. Однако весенний сток К с распаханых полей слабее, чем с полей под стерней и травами.

Водосборы притоков Заячьей с лесистостью 40-70% весной дают минимальный сток минерального Р, в отличие от распаханых водосборов. Органического Р в притоках с распаханностью водосбора более 40% весной существенно меньше, чем в реках с полностью или частично лесным бассейном. При росте лесистости выше 20 % наблюдается скачок содержания органического Р. Осенью и летом содержание органического Р меньше, чем весной. При максимальной распаханности (78%) разница между весенним и осенне-летним содержанием органического Р минимальная; содержание также минимальное во все сезоны. Во всех опробованных водотоках содержание органического Р весной убывало от залесенных верховьев к обезлесенным низовьям. Содержание нитратов и органического Р обычно обратно пропорционально. Нитраты и минеральный Р связаны, наоборот, положительной корреляцией, что доказывает их общий источник – минеральные удобрения. Грунтовые воды, разгружающиеся из-под из-под распаханной террасы на пойму, выделяются высокими концентрация нитратов и минерального Р практически во все годы и сезоны. В весенний и осенний паводки рост лесистости бассейна более 30 % способствует понижению выноса нитратов; в зимнюю и летнюю межень закономерность отсутствует.

Вклад пропорции угодий в бассейне в формирование химических свойств стока оказался более значимым, чем вклад рельефа. Наиболее устойчивые непараметрические корреляции Спирмена с долей крутых склонов установлены для хлоридов, в меньшей степени – для гидрокарбонатов, Са, Mg, минерализации, в отдельные годы и сезоны – для сульфатов, органического Р. В залесенных бассейнах рост доли крутых склонов в весеннее половодье способствует росту выноса органического Р, в обезлесенных – уменьшению.

По результатам анализа межгодовой и межсезонной варибельности содержания ионов, наиболее распаханые бассейны (57-78%) имеют наиболее устойчивую и при этом высокую минерализацию. Наибольшие колебания минерализации характерны для бассейнов с наивысшей лесистостью (65-75%). Рост лесистости и снижение распаханности способствует росту варибельности Са, Mg, гидрокарбонатов за счет различия четко выраженных периодов поступления воды из тающего снега по еще замёрзшей почве (с пониженными концентрациями) и из грунтовых вод. В наиболее распаханых бассейнах весеннее снеготаяние вовлекает в сток большие объемы распаханной почвы с вовлечением материала мергелей, поэтому весенний поверхностный сток мало отличается от летнего, формирующегося за счет подземного питания и поэтому всегда обогащенного Са и Mg. При росте лесистости более 40% снижается варибельность К при пониженных концентрациях по сравнению с распахаными бассейнами. Рост доли луговых угодий вызывает рост изменчивости концентраций хлоридов и минерального Р, но снижение изменчивости концентраций гидрокарбонатов и минерализации. Таким образом, очевидно, что возвращение к фоновому гидрохимическому режиму возможно только при повышении лесистости; замена пахотных угодий на луговые не дает этого эффекта. Характерной особенностью водотоков распаханых бассейнов становится сокращение или даже исчезновение периодов с низкими концентрациями ионов.

Мультирегрессионное моделирование показывает, что содержание гидрокарбонатов в летний сезон на 96% описывается долей безлесных территорий и долей крутых склонов при незначимом вкладе долей луговых и селитебных территорий. Совокупностью характеристик ландшафтного покрова и рельефа чуть хуже (на 91%) описывается содержание сульфатов (достоверен вклад доли безлесных территорий), на 89% – Са (зависимость от долей пашни, лугов и площади бассейна), Mg (зависимость от лесистости и доли крутых склонов, от площади бассейна), органического Р (зависимость от распаханности, залуженности и доли крутых склонов). Содержание нитратов описывается слабо (39% варьирования) при достоверном вкладе доли безлесных территорий.

В число микроэлементов, которые смываются с распаханых склонов и вовлекаются в антропогенные потоки, нежелательные для сохранения фонового состояния пойм и водотоков, входят Li, Ba, Cr, V, Ni, Co, Cu, Zn, Be, Ga, Sc, Y, Yb, B. С внесением удобрений связано обогащение пахотных почв Ba, Cr, V, Ni, Cu, Zn, B (Хорошев, 2015). Возникает вопрос, можно ли предотвратить поступление избыточных количеств этих элементов в водотоки и на поймы путем регулирования соседств угодий в катенах. Для этого изучалась перспективность создания или

сохранения лесохозяйственных буферных полос в дистальной части распаханых делювиальных шлейфов, наложенных на террасы и в нижней части распахаемых склонов. Оказалось, что ель способна активно вовлекать в биокруговорот Ba, Sr, Mn, B, причем усиливается поглощение хвоей по сравнению с ветками. В биопоглощении елью Cu, Cr, Zn, Pb, Mo, V, Sn, ясных различий между фоновыми условиями и агроландшафтами нет. Принципиального изменения акропетального коэффициента с фоном не происходит. Для этих элементов в агроландшафте более высокое содержание часто наблюдается в ветках, чем в хвое. Ранее было установлено, что если источником вещества являются только цокольные террасы, то на пойменных шлейфах со слабо кислой средой крупнотравные луга из таволги вязолистной могут активно задерживать в биокруговороте Cu, Zn, Ni, Mn, а при близком соседстве с крутыми мергельными склонами и слабощелочной среде в почвах – B, Li, V, Cr (Хорошев, 2015).

Для решения вопроса о направлении формирования экологического каркаса и приоритетном выборе урочищ для защитного или щадящего режима учитывались две группы разномасштабных параметров: 1) степень близости малого бассейна к такому соотношению лесных и безлесных угодий, которое позволяет поддерживать химические свойства стока и их изменчивость во времени, близкие к фоновым; 2) соотношение секторов каждого бассейна с разным строением катен. Наиболее неблагоприятными считались катены при близком соседстве крутого распаханного склона с поймой при наличии короткого делювиального шлейфа, полностью перекрывающего террасу. При лесистости бассейна ниже 40% именно за счет таких катен необходимо наращивать экологический каркас путем смены технологий распашки крутых склонов или вывода их из распашки, создания буферных полос на делювиальном шлейфе в его дистальной части или по всей ширине. При непосредственном соседстве распахаемых крутых склонов с поймой свою эффективность демонстрируют еловые лесопосадки в нижней половине склона. В секторах, где катены характеризуются более широким делювиальным шлейфом, не полностью перекрывающим террасу, рост лесистости может происходить за счет ложин, которые необходимо выводить из распашки; плоскостной смыв со склонов не доходит до пойм, вещество в основном осаждается на делювиальных шлейфах, но может иметь выход на поймы через грунтовые воды. При высокой доле катен с короткими крутыми склонами, широкими делювиальными шлейфами и террасами предпочтительно изменение конфигурации полевых участков: рекомендуется изменение их ориентации вдоль шлейфов и террас параллельно поймам и бровкам склонов при прекращении распашки эродированных склонов; при этом есть резерв повторной распашки заброшенных участков шлейфов и террас. Этим достигается повышение однородности агроэкологических условий внутри участка и возможность создания разных адаптированных севооборотов в краевой части водораздельной поверхности и в днище долины. Чем больше площадь приходится в бассейне на катены со склонами более 5-7°, тем больше приоритет повышения лесистости по сравнению с мерами по изменению расположения полевых участков и технологическими мерами.

Исследование проведено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект 17-05-00447).

Литература

1. Молчанов А.А. Оптимальная лесистость, М.: Наука, 1966. 220 с.
2. Побединский А.В. Водоохранная и почвозащитная роль лесов, М.: Лесная промышленность, 1979. 174 с.
3. Хорошев А.В. Ландшафтно-геохимические основания планирования экологического каркаса агроландшафта (на примере среднетаежного ландшафта в Архангельской области) // Вестник Московского университета, серия 5 география. 2015. № 6. С. 19-27.

Д.В. Черных

ФГБУН Институт водных и экологических проблем СО РАН
Барнаул, Россия
chernykhd@mail.ru

ПРОВИНЦИАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ДОЛИННЫХ И КОТЛОВИННЫХ ЛАНДШАФТОВ РУССКОГО АЛТАЯ КАК ИНДИКАТОРОВ ПРОШЛЫХ И СОВРЕМЕННЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ

Dmitry Chernykh

Institute for Water and Environmental Problems SB RAS
Barnaul, Russia
chernykhd@mail.ru

PROVINCIAL FEATURES OF INTERMOUNTAIN TROUGH AND VALLEY LANDSCAPES OF THE RUSSIAN ALTAI FOR PAST AND CURRENT CLIMATE CHANGES INDICATION

Inner Asia consists of some large mountain systems separated and bounded by vast plains located at different altitude. The northern part of Inner Asia includes spacious mountain range, i.e. mountains in the south of Siberia, in northern China, Mongolia and north-eastern Kazakhstan. The Russian Altai is the territory of natural contrasts. It is practically the