

**ПОКАЗАТЕЛИ УСЛОВИЙ ФОРМИРОВАНИЯ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА
МЕЖГОРНЫХ СТЕПНЫХ КОТЛОВИН ГОРНОГО АЛТАЯ**

© 2015 А.Н. Безбородова, Г.Ф. Миллер

Институт почвоведения и агрохимии СО РАН

Поступила в редакцию 28.05.2015

В работе приведено обоснование роли коэффициента котловинности и биоклиматических индексов в формировании условий развития почвенного покрова межгорных степных котловин Горного Алтая. На примере Уймонской, Курайской и Чуйской межгорных степных котловин продемонстрировано, что использованные расчетные показатели играют основную роль при формировании условий образования почвенного покрова указанных территорий.

Ключевые слова: *коэффициент котловинности, биоклиматические индексы, высотная поясность, почвенный покров, Горный Алтай*

Цель работы: выяснение влияния таких показателей, как коэффициент котловинности и биоклиматические индексы, на условия формирования почвенного покрова в межгорных степных котловинах Горного Алтая, что в значительной степени обусловлено сложным характером природно-климатических взаимосвязей, приводящих к образованию уникальных местных структур почвенного покрова.

Роль рельефа в формировании почв и развитии почвенного покрова значительна и разнообразна. Рельеф выступает как главный фактор перераспределения солнечной радиации и осадков в зависимости от экспозиции и крутизны склонов, оказывая влияние на целый ряд почвенных режимов: водный, тепловой, питательный, окислительно-восстановительный и солевой режимы почв. Так, в горах возникает вертикальная зональность климата, растительности и почвенного покрова вследствие понижения температуры воздуха с высотой и изменения увлажнения. Указанные явления приводят к формированию различных растительных формаций и к разным условиям гумусоаккумуляции, разложения органического вещества, изменению почвенных минералов, и, в конечном итоге, к образованию разных почвенных типов и подтипов в зависимости от условий рельефа. Уймонская, Курайская и Чуйская котловины, характеризуются широтной протяженностью с четко выраженными склонами южной и северной экспозиции. Шлейфы склонов северной экспозиции имеют большую протяженность, чем южные, что связано с большей интенсивностью проявления денудационных процессов, которая

определяется инверсией гидротермических потоков. В наиболее пониженных участках котловин расположены русла рек Катунь и Чуи. Формирование почвенного покрова горных территорий контролируется морфометрическими характеристиками рельефа, который, в свою очередь, является одним из основных элементов ландшафта [4].

Рельеф оказывает значительное влияние как на формирование отдельных типов почв, так и на пространственное строение почвенного покрова – его структуру. Значение рельефа проявляется, в первую очередь, в перераспределении солнечной энергии и атмосферной влаги по земной поверхности, поэтому любое изменение рельефа влечет за собой изменение свойств почв в пределах исследуемых территорий.

Объект исследования: почвы и почвенный покров межгорных степных котловин Горного Алтая – Уймонской, Курайской и Чуйской, расположенных в пределах двух ландшафтных провинций – Центральной и Юго-Восточной. В исследуемых котловинах были выделены ключевые участки, площадь которых составляет: в Уймонской 11,53 тыс. га, в Курайской 17,97 тыс. га и в Чуйской – 96,82 тыс. га. Они характеризуются большой сложностью и комплексностью почвенного покрова, охватывая все разнообразие ландшафтных особенностей территории. Выбор ключевых участков определялся прежде всего тем, что они адекватно отражают структуру почвенного покрова данных котловин и содержат основные типы и подтипы почв, характерные для Центральной и Юго-Восточной провинций Горного Алтая. Поэтому почвенный покров ключевых участков является репрезентативным. Пространственная дифференциация почвенного покрова котловин Центрального и Юго-Восточного Алтая обусловлена сочетанием специфических форм рельефа, распределением

Безбородова Анна Николаевна, кандидат биологических наук, младший научный сотрудник. E-mail: ap-na555_83@mail.ru

Миллер Герман Федорович, кандидат биологических наук, младший научный сотрудник. E-mail: mhf1981@mail.ru

тепла и влаги, характером подстилающих и почвообразующих пород. Причина данного вида дифференциации кроется в так называемом котловинном эффекте, который обусловлен геометрической формой и положением дна относительно местного базиса эрозии котловин. Он заключается в том, что их различные геоморфологические поверхности получают разное количество тепла и влаги, имея разную инсоляцию.

Уймонская котловина располагается в Центральной части Горного Алтая на высоте 850–1100 м, вытянута на 50 км по долине р. Катунь и достигает ширины от 10 до 12 км. Горным окаймлением котловины служат два крупных хребта: с юга она окаймлена Катунским хребтом, имеющим наибольшие высоты от 3035 до 4506 м и с севера – Терехтинским, имеющим наибольшие высоты от 2821 до 2927 м.

Курайская межгорная котловина расположена в Юго-Восточной провинции Горного Алтая, в среднем течении р. Чуя, на высоте от 1200 до 1500 м над уровнем моря; составляет около 20 км в диаметре. Она представляет собой плоское днище, образованное системой террас р. Чуя. С юга окаймлена Северо-Чуйским хребтом, имеющим наибольшую высоту 4173 м; с севера – Курайским, имеющим высоту – до 3412 м.

Чуйская межгорная котловина, являясь наиболее крупной по площади, также относится к Юго-Восточной провинции Горного Алтая. Она представляет собой обширную межгорную депрессию, расположенную на высоте 1750–1900 м, имеет форму овала, протяженность с запада на восток составляет около 70 км и с севера на юг около 40 км. Чуйская котловина со всех сторон ограничена горными хребтами: Курайским (до 3412 м) на севере, Северо-Чуйским (до 4170 м) на западе, Южно-Чуйским (до 3941 м) на юго-западе, плато Сайлюгем на юге и хребтом Чихачева (до 3505 м) на востоке. По рельефу Чуйская котловина является полого-вдавленной равниной, расчлененной на ряд плоско-выпуклых водораздельных участков неширокими, но глубоко врезанными поймами боковых притоков р. Чуя.

В понижениях плакорных участков наблюдаются термокарстовые озера и котловины усохших озер с обнаженными днищами, покрытыми солончаками. По мере приближения к горному обрамлению в рельефе котловины появляются повышения, имеющие формы прилавок, террасовидных всхолмлений ледникового происхождения, а также холмы и бугры типа останцов, сложенные коренными породами. Часто равнинная поверхность котловины по периферии резко сменяется крутыми склонами прилегающих горных хребтов [8]. Все котловины Горного Алтая сложены рыхлыми четвертичными отложениями – ледниковыми, флювиогляциальными, пролювиальными, аллювиальными, с процессами аккумуляции которых связано формирование современного рельефа.

Здесь ярко выражены сиаллитно-карбонатные и карбонатные аккумуляции; последние наиболее характерны для котловин юго-восточной части области. Отмеченные черты геолого-геоморфологических особенностей исследуемых территорий: общая ориентированность в широтном направлении, наличие значительных выровненных открытых (на хребтах) и замкнутых (в котловинах) пространств с превышением относительно друг друга порядка 2,0–2,7 км, определяют характерные черты климата, растительного покрова и, в целом, всего комплекса экологических факторов, влияющих на формирование почвенного покрова и закономерности пространственного распределения почв.

Гидрологическая обстановка исследуемых территорий обусловлена геолого-геоморфологическим строением, которое определяет специфику распределения элементов речной сети и подземных вод. Недостаточная увлажненность Курайской и Чуйской котловин приводит к развитию мерзлоты, что усиливает внутрипочвенный сток и ослабляет пополнение подземных вод; более сильная обводненность Уймонской котловины влияет на миграцию и перераспределение различных веществ в почвенном профиле. Растительный покров Горного Алтая отличается разнообразием степных ландшафтов, что объясняется многообразием комплекса его природных условий, прежде всего рельефа и климата, а также историей развития территории [3].

С целью раскрытия условий формирования почвенного покрова Уймонской, Курайской и Чуйской межгорных степных котловин, нами привлечены такие показатели, как коэффициент котловинности и биоклиматические индексы. На основании учета геоморфологических факторов, по формуле В.В. Севастьянова [5] рассчитывается коэффициент котловинности K (формула 1), с помощью которого оценивается эффект охлаждения или отепления исследуемых котловин:

$$K = \frac{S}{L} \times H \times \Delta H \times \alpha \quad (1)$$

где: S – ширина котловины по пойме, км; L – длина котловины, км; H – абсолютная высота днища котловины, км; ΔH – глубина котловины, км; α – коэффициент, равный 0,99 км².

Отношение ширины котловины к ее длине дает возможность судить о геометрической форме днища котловины; чем ближе это отношение к единице, тем больше котловина приближается к «идеальной» округлой форме. Чем больше разность высот между днищем котловины и окружающими хребтами, тем больше площадь воздухообмена, с которой холодный воздух спускается к днищу котловины [1]. В мести с тем, с увеличением разности высот возрастает степень изолированности от воздушных потоков в свободной атмосфере, ослабляется интенсивность турбулентного

перемешивания, что подтверждается особенностями ветрового режима в условиях межгорных котловин. С увеличением высоты также происходит усиление эффективного излучения, что приводит к уменьшению значений радиационного баланса. Это обуславливает интенсивное

выхолаживание днища котловин, особенно в холодный период года. По формуле (1) и полученным морфометрическим данным был рассчитан коэффициент котловинности для исследуемых территорий (табл. 1).

Таблица 1. Параметры и коэффициент котловинности

Котловина	Морфометрические характеристики				К
	длина, км	ширина, км	высота днища над ур. моря, м	превышение хребтов, км	
Уймонская	40	10	850–1100	2,7	0,65
Курайская	20	20	1200–1500	2,4	3,33
Чуйская	70	40	1750–1900	2,0	2,03

Анализируя полученные данные, были сделаны следующие выводы: наиболее «идеальной» формой обладает Курайская котловина, так как отношение между ее шириной и длиной равно единице. Чуйская котловина по данному параметру занимает среднее положение – 0,57; наибольшее отклонение от единицы имеет Уймонская котловина – 0,25. Большое значение при характеристике котловинного строения уделяется высоте горного обрамления (хребтов). Рассматривая превышение хребтов, формирующих горное обрамление котловин, видно, что в Уймонской котловине превышение наибольшее – 2,7 км. Это связано с тем, что окружающие хребты достигают абсолютной высоты более 3000–4000 м при том, что днище котловины имеет абсолютную высоту 850–1100 м. Для Курайской котловины также характерна значительная величина превышения – 2,4 км, так как высота горного обрамления значительна – 3200–4000 м, а днище котловины находится на уровне 1200–1500 м. Наименьшую величину превышения окружающих хребтов над уровнем днища имеет Чуйская котловина – 1750–1900 м; горное обрамление возвышается над ней на 2,0 км, в среднем имея абсолютные высоты 3400–4200 м. Проанализировав морфометрические характеристики и параметры котловинности, можно заключить, что наибольший коэффициент котловинности отмечается для Курайской котловины – 3,33, для Чуйской он составляет 2,03, а наименьшее значение коэффициента характерно для Уймонской котловины – 0,65.

Климатические условия непосредственно, или через растительность, оказывают большое воздействие на направленность почвообразовательного процесса. В горных странах, где природные зоны пространственно сжаты, контрастность климатических условий ощущается наиболее отчетливо. Важнейшая роль климата в почвообразовании сводится к двум основным положениям: во-первых, климат влияет на почвообразовательный процесс через растительные формации, являющиеся одним из основных факторов почвообразования. Во-вторых, атмосферный

климат регулирует водный и тепловой, а через них и воздушный режим почв, а также процессы энерго- и массообмена. Своеобразие климата, прежде всего, связано с горным рельефом и конкретным сочетанием форм поверхности. На характер климата влияет высота и расположение горных хребтов, их мощность, ширина и направление долин рек, крутизна и экспозиция склонов. В зависимости от этих факторов различные особенности климата отличают не только крупные районы, но и на склоны различной экспозиции на небольшой территории, долины и водоразделы резко различаются между собой по климатическим условиям. Высокие горные хребты определяют вертикальное распределение климатических зон, своеобразное для каждого хребта, а иногда различное даже для отдельных его частей. Влияние оказывают также высокие приподнятые пространства древнего пенеппена, современные ледники, реки и озера [7].

Принимая во внимание важность такой характеристики, как коэффициент котловинности, необходимо отметить, что гидротермические параметры котловин определяются, в первую очередь, высотой над уровнем моря и превышением горного обрамления над днищем. В межгорных котловинах с ноября по апрель на днищах происходит застой и концентрация холодных воздушных масс, на склонах – инверсионное распределение температур. Так как верхние части склонов и водоразделы оказываются в слое антициклональной инверсии сжатия, то и температура зимних месяцев здесь значительно выше, чем на днищах. Разность температур между различными высотными уровнями летом не превышает 4°C, в то время как зимой достигает 20°C. Столь большие различия в температурных условиях января обусловлены влиянием орографического фактора. Самые низкие температуры зимой характерны не для горных вершин, а для днищ котловин. Поясом холода в Горном Алтае являются Чуйская и Курайская котловины, где средняя температура января ниже –30°C; несколько мягче климатические условия в Уймонской

котловине (среднеянварская температура составляет -24°C). Настолько низкие температуры обусловлены тем, что над Центральным и Юго-Восточным Алтаем зимой располагается отрог западной ветви Азиатского антициклона. При господстве штиля формируется радиационная инверсия температур. Охлажденный воздух стекает со склонов и заполняет межгорные котловины. В теплый период года, когда разрушается Азиатский антициклон, практически сходит на нет роль фёнов в термическом режиме, и резко усиливается влияние высоты над уровнем моря. В летние месяцы вертикальный температурный градиент составляет в среднем $0,5-0,6^{\circ}\text{C}$ на 100 м высоты. В ясную погоду значения градиентов возрастают, облачность значительно уменьшает величину градиентов. Средняя температура самых теплых месяцев в высокогорье составляет $+5...+6^{\circ}\text{C}$, в межгорных котловинах находится в пределах $+15...+18^{\circ}\text{C}$.

Таким образом, климатические показатели Уймонской котловины следующие: положительная средняя годовая температура, благоприятные условия увлажнения, высокие значения суммы биологически активных температур и продолжительный вегетационный период способствуют формированию высокопродуктивной лугово-степной растительности и формированию почвенного покрова с преимущественным распространением обыкновенных и южных черноземов. По сравнению с Уймонской котловиной, тепло- и влагообеспеченность Курайской котловины во время вегетационного периода значительно ниже. Среднегодовая температура характеризуется отрицательными значениями. Среднегодовое количество осадков на 40–45% меньше, продолжительность вегетационного периода на 15–20 дней короче. Наибольшей сухостью характеризуется климат Чуйской котловины, в которой количество осадков на 30% меньше, чем в Курайской и на 50% меньше, чем в Уймонской котловине. В условиях короткого вегетационного периода с отрицательными среднегодовыми температурами и низкими значениями суммы биологически активных температур формируются настоящие и опустыненные степи, преимущественно на темно-каштановых, каштановых и светло-каштановых почвах.

Экологическая классификация климатов основывается, главным образом, на использовании 2х наиболее важных и хорошо изученных факторов –

температуры и количества осадков. В качестве основы климатического районирования выбраны интегральные показатели температуры и влажности для вычисления гидротермического коэффициента Селянинова (ГТК), вычисляемого по формуле (2), и индекс аридности де Мартона, вычисляемого по формуле (3) [2]:

$$ГТК = \frac{\sum P}{\sum T \times 0,1} \quad (2)$$

где P – количество осадков за вегетационный период, мм; T – сумме активных температур $> 10^{\circ}\text{C}$.

При расчете гидротермических коэффициентов (ГТК) для исследуемых территорий, были получены следующие значения: в Уймонской котловине ГТК=1,3, в Курайской 1,0 и в Чуйской – 0,7 (табл. 2).

Таблица 2. Значения гидротермического коэффициента

Значение коэффициента	Климатическая зона
$>1,6$	избыточно влажная зона
$1,6-1,3$	влажная зона (лесная)
$1,3-0,1$	зона недостаточного увлажнения (лесостепь)
$1,0-0,7$	засушливая зона (степь)
$0,7-0,4$	очень засушливая зона (сухая степь)
$<0,4$	полупустыни, пустыни

Чтобы оценить большую или меньшую влажность климата, необходимо учитывать также и температуру. Во влажной среде испарение идет медленнее, и наоборот. Поэтому для определения аридности климата необходимо найти индекс засушливости де Мартона [2]:

$$i = \frac{P}{T + 10} \quad (3),$$

где i – индекс аридности; P – количество осадков, мм; T – среднегодовая температура, $^{\circ}\text{C}$.

При расчете индекса аридности (i) для исследуемых территорий были получены следующие значения: в Уймонской котловине $i=0,24$, в Курайской 0,15 и в Чуйской – 0,07 (табл. 3).

Таблица 3. Значения биоклиматических индексов

Биоклиматические индексы	Уймонская котловина	Курайская котловина	Чуйская котловина
гидротермический коэффициент	1,3	1,0	0,7
индекс аридности	0,24	0,15	0,07

Анализируя данные, полученные при расчете гидротермического коэффициента и индекса аридности, можно сделать вывод об увлечении сухости (аридности) климатических условий в названом ряду исследуемых межгорных степных котловин. Гидротермический режим исследуемых котловин находится в большой зависимости от геоморфологических признаков (крутизны склонов, площади воздухообора), средних дневных температур, коэффициента увлажнения. Эти факторы оказывают влияние на специфику почвообразования. Днем температура на склонах зависит от их экспозиции. Ночью склоны бывают теплее днищ котловин, так как сразу же после захода солнца за счет длинноволнового излучения происходит интенсивная потеря тепла деятельной поверхностью. Вслед за понижением температуры почвы происходит понижение температуры приземного слоя воздуха; сформировавшийся на склонах слой холодного воздуха под действием силы тяжести стекает на днища котловин, а на его место из свободной атмосферы поступают новые порции более теплого воздуха [6].

Выводы: коэффициент котловинности и значения биоклиматических индексов демонстрируют, как происходит перераспределение тепла и влаги по элементам рельефа. Существует тесная взаимосвязь между процессами ночного выхолаживания воздуха у днища котловины и величиной стока холодного воздуха. В целом можно сказать, что главными местными климатообразующими факторами для котловин являются геоморфологический и экспозиционный. Их влияние проявляется на фоне инсоляционных и общециркуляционных процессов, зональных и высотных

закономерностей. Это убедительно отображается и выявляется с помощью таких расчетных показателей, как коэффициент котловинности и биоклиматические индексы, которые являются вполне адекватными показателями условий формирования почвенного покрова межгорных степных котловин Горного Алтая.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Александрова, Т.Д.* Внутригорные котловины. – М.: Наука, 1972. 118 с.
2. *Доманцевич, Я.С.* Программное обеспечение для анализа климатических условий природных зон / Я.С. Доманцевич, А.В. Картушинский // Сбор. мат. VIII Всеросс. научно-техн. конф. – Красноярск: Изд-во Сиб. федер. ун-та, 2012. С. 25-27.
3. *Куминова, А.В.* Растительный покров Алтая. – Новосибирск: Изд-во СО АН СССР, 1960 450 с.
4. *Овечкин, С.В.* Дешифрирование по космическим снимкам эколого-почвенных особенностей лесостепной зоны Среднерусской возвышенности / С.В. Овечкин, И.Ю. Савин // Аэрокосмические методы в почвоведении и их использование в сельском хозяйстве. – М.: Наука, 1990. С. 103-109.
5. *Севастьянов, В.В.* Климат высокогорных районов Алтая и Саян. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 1998. 374 с.
6. *Сухова, М.Г.* Климаты ландшафтов Горного Алтая и их оценка для жизнедеятельности человека / М.Г. Сухова, В.И. Русанов. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2004. 150 с.
7. *Сляднев, А.П.* Очерки климата Алтайского края. – Барнаул: Алт. кн. изд., 1958. 139 с.
8. *Шукина, Е.Н.* Геология отложений кайнозоя и геоморфология Горного Алтая и его предгорий. – М.: Изд-во АН СССР, 1953. Т. I-II. 336 с.

THE INDICATORS OF CONDITIONS OF FORMATION THE SOIL COVER OF INTERMOUNTAIN HOLLOWES IN ALTAI MOUNTAINS

© 2015 A.N. Bezborodova, H.F. Miller

Institute of Soil Science and Agrochemistry SB RAS

In article presents validation role of hollows coefficient and bioclimatic indexes in establishing the conditions of development the soil cover of intermountain basins in Altai mountains. On the examples of Uymonskaya, Kurayskaya and Chuyskaya intermountain hollows it was demonstrated that mentioned calculated indexes plays the main role in conditions of formation the soil cover at these territories.

Key words: *hollows coefficient, bioclimatic indexes, high-altitude zone, soil cover, Altai mountains*