

УДК 581.524:504.064.36:528.7:551.435.8(470.1)

РОЛЬ РЕЛЬЕФА В ФОРМИРОВАНИИ ТЕРМОРЕЖИМА И БИОРАЗНООБРАЗИЯ РЕЛИКТОВЫХ ЭКОСИСТЕМ НА ИЗВЕСТНЯКАХ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРО-ВОСТОКА РОССИИ

© 2012 г. Л. В. Тетерюк, В. В. Елсаков, Е. М. Лаптева

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

167610 Сыктывкар, ул. Коммунистическая, 28

E-mail: teteryuk@ib.komisc.ru

Поступила в редакцию 07.11.2011 г.

Проведены комплексные исследования температурного режима на участке известняковых обнажений. Прослежены широтные закономерности и динамика поступления прямой солнечной радиации на разноориентированные склоны, перераспределения температур с учетом мезорельефа склонов. Оценка разнообразия экологических условий показала, что около 3.3% площади модельного ландшафтного участка потенциально пригодны для формирования реликтового скального флористического комплекса растений.

Ключевые слова: разноориентированные склоновые поверхности, терморегим, дерново-карбонатные почвы, биоразнообразие, реликты.

Важную роль в сохранении биологического разнообразия на Северо-Востоке европейской части России играют выходы кальцийсодержащих пород с сохранившимся на них реликтовым флористическим комплексом растений (Юдин, 1963). Экологические предпосылки его формирования и сохранения до конца не выяснены. Ранее (Пономарев, 1940; Юдин, 1963) были рассмотрены особенности микроклимата известняков, скорость, характер и формы эродирования их склонов, снижение межвидовой и внутривидовой конкуренции растений на подвижных субстратах, активное прогревание южных склонов. Показано (Щербаков, 1970), что различия между разноориентированными склонами обусловлены перераспределением тепла и влаги вследствие неравномерного поступления прямой солнечной радиации. Развитие современных инструментальных методов исследований, в том числе технологий спутникового мониторинга, существенно расширили возможности для выполнения оценки роли пространственного фактора (мезо- и микрорельефа) в формировании экологического градиента условий местообитаний.

Цель данной работы – показать роль мезорельефа в формировании терморегима на известняках Европейского Северо-Востока России (ЕСВР), оценить диапазон теплообеспеченности местообитаний и определить его формирующее значение для почвенного и растительного покрова на примере модельного участка.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Район исследований расположен в среднетаежной подпровинции Тиманской таежной провинции Восточно-Европейской таежной зоны (Исаченко, 1995), приурочен к Омра-Сойвинской ступени Омро-Лыжской седловины Ижма-Печорской мегавпадины Печорской синеклизы. Коренные породы представлены известняками, перекрытыми лессовидными суглинками и супесями. В долине р. Сойвы (приток р. Печоры) они вскрыты на протяжении почти 30 км. Долина реки имеет V-образную форму поперечного сечения, глубина вреза 30–50 м. В качестве модели выбран участок в среднем течении р. Сойвы (62°44.3' с.ш., 55°53.2' в.д.) с хорошо сохранившимся реликтовым скальным флористическим комплексом на эродированных известняковых склонах. К дренированным склоновым участкам приурочены лиственничные, сосновые и еловые леса с примесью кедра, под пологом которых формируются дерново-карбонатные почвы. Расчлененные участки междуречий заняты зеленомошными еловыми лесами с примесью пихты, под пологом которых развиты глееподзолистые почвы. На слабодренированных участках распространены заболоченные еловые леса с торфянисто-подзолисто-глееватыми или торфяно-подзолисто-глеевыми почвами. Значительную площадь занимают вторичные березовые леса.

Среднегодовая температура воздуха составляет –1.1°C (января –17.8°C, июля +16°C), продолжительность периода с температурой воздуха выше

Таблица 1. Соотношение площадей (%) разных групп склонов по данным ЦМР Aster

Крутизна склонов, град.	Экспозиция склонов поверхности								Всего
	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	
5–10	1.89	1.78	1.19	2.04	2.12	2.16	1.50	1.94	14.6
10–15	5.78	6.18	4.39	6.23	6.83	6.85	4.69	5.62	46.6
15–20	2.64	3.02	2.45	2.10	2.90	3.36	2.42	2.20	21.1
20–25	1.25	1.59	0.93	0.77	1.13	1.46	1.29	0.89	9.3
25–30	0.91	0.73	0.35	0.33	0.64	0.79	0.85	0.50	5.1
30–35	0.51	0.44	0.16	0.07	0.28	0.21	0.32	0.29	2.3
>35	0.31	0.37	0.05	–	0.05	0.02	0.06	0.22	1.1
Всего	13.3	14.1	9.5	11.5	13.9	14.8	11.1	11.6	100.0

0°С – 170–180 дней, выше +5°С – 130–140 дней, выше +10°С – 90–100 дней, безморозного периода – 80–90 дней. Сумма температур выше 0°С составляет 1600–1800°; выше +10°С – 1200–1400°, выше +15°С – 300–350°. За год выпадает 590 мм осадков, из них в теплый период – 317 мм (Атлас Республики Коми..., 1997). Теплообеспеченность вегетационного периода во время инструментальных наблюдений (2004 г.) превышала норму на 140–220°С по сумме эффективных температур (Агроклиматический бюлл. ..., 2004).

Особенности рельефа на исследуемой территории (площадь 400 км²) охарактеризованы на основании анализа цифровой модели местности (ЦМР), построенной по данным дистанционного зондирования (ДЗ) спутника Aster (съемка 31.3.2004) и топографическим картам (М 1 : 50000), между которыми выявлена значимая линейная корреляция ($y = 0.69x + 42.1$; $r = 0.92$). Все элементы изображения ЦМР участка объединены в группы: семь классов – по величинам крутизны склонов с интервалом в 5° и восемь классов – по экспозиции склонов, соответствующих сторонам света (интервал шага 45°). В связи с тем, что сообщества реликтового комплекса приурочены к склоновым поверхностям, рассматривали участки, имеющие угол крутизны склонов более 5°. Расчеты дневного и суточного хода поступления прямой солнечной радиации (Q_s) выполнены по методике К.Я. Кондратьева и др. (1978).

Изучение влияния морфологии склона и его экспозиции на температурный режим экотопов проводили на сходных по литологии и морфологии (длине, крутизне, строению профиля) известняковых склонах в долине р. Омры (приток р. Сойвы). Они расположены по азимуту 337.5° (далее – “С”) и 217.5° (далее – “Ю”) экспозиций, в 0.5 км друг от друга (при ширине речной долины 50–70 м). Измерения проводили с 20 мая по 20 сентября 2004 г. с помощью температурных датчиков-логгеров (DS1921G, точность 0.5°С, интервал измерений 1.5 ч), установленных на

уровне земной поверхности на бровке склона, в верхней части осыпного склона или останце, в средней части конуса осыпи и на подошве склона (в зоне накопления элюво-делювия). Для изучения растительного покрова на модельных склонах был заложен трансект с рядом пробных площадей в естественных границах сообществ. Для характеристики почв закладывали почвенные разрезы в средней и нижней частях разноориентированных склонов. Содержание углерода определяли на CNHS-анализаторе, обменных катионов – вытеснением KCl с последующим атомно-абсорбционным определением на “Хитачи 180-60”, рН водной вытяжки измеряли на иономере “Анион-4100” при соотношении почва : вода 1 : 2.5 для минеральных и 1 : 25 для органогенных горизонтов (Теория и практика..., 2006). Фракционно-групповой состав гумуса исследовали методом В.В. Пономаревой–Т.А. Плотниковой (1980).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ ЦМР района исследований показал, что большая часть территории представлена вышерассмотренными (уклон менее 5°) поверхностями водоразделов. На долю участков, имеющих уклон более 5°, приходится 4.2% территории, или 16.7 км². В основном это эродированные склоны долины р. Сойвы и ее притока Омры. В долинных ландшафтах доминируют склоновые участки крутизной 10–15° (46.6%) и 15–20° (21.1%) (табл. 1). Небольшую площадь (менее 3.3%) занимают поверхности с уклоном выше 30°, преимущественно связанные с обнажениями известняков в долине рек. Наиболее представлены склоны юго-западной (14.8% площади склонов), менее – восточной (9.5%) экспозиции.

Экологические условия склоновых поверхностей в долине р. Сойвы определяются прежде всего географическими закономерностями поступления прямой солнечной радиации (Микроклимат СССР, 1967; Кондратьев, Манолова, 1958; Щерба-

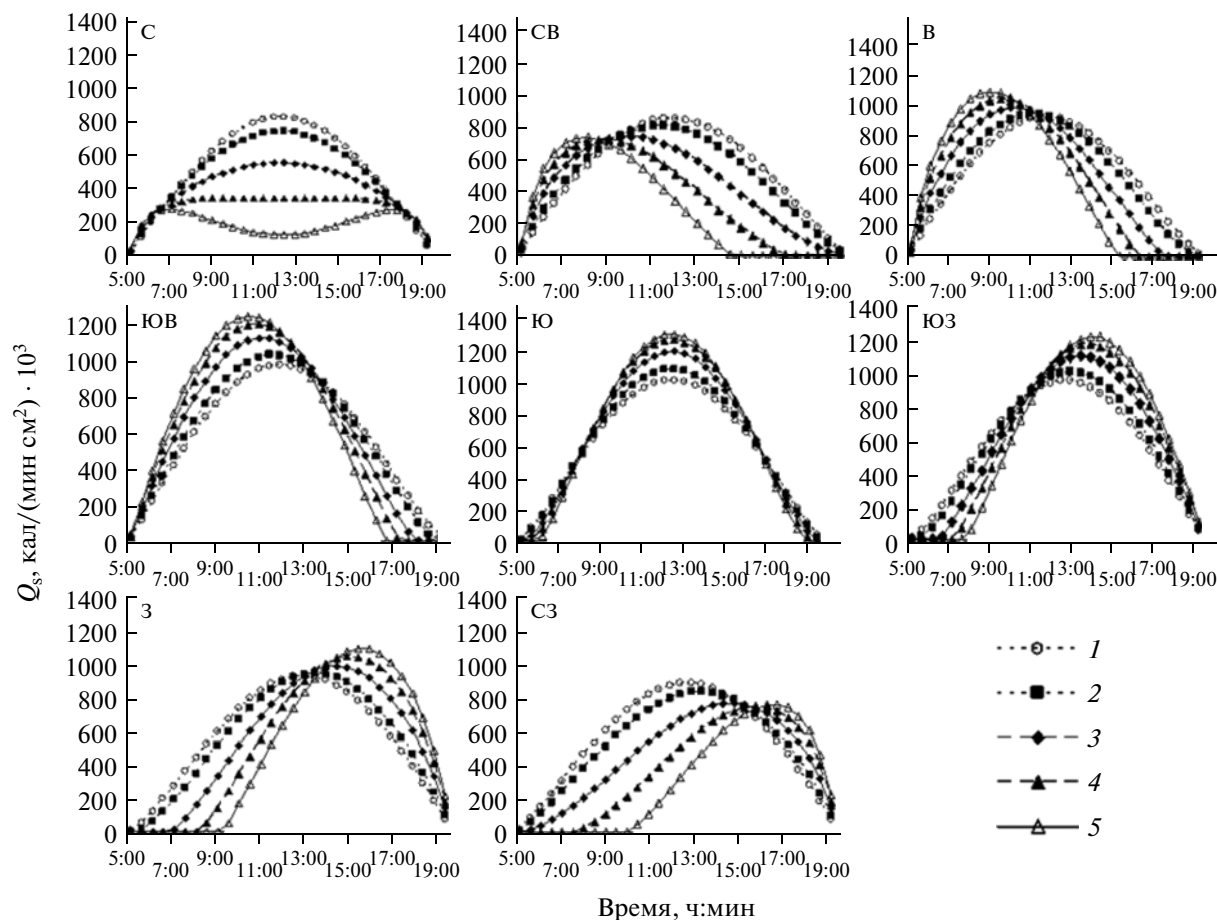


Рис. 1. Динамика поступления прямой солнечной радиации на склоновые участки разной экспозиции в течение 30 июля.

1–5 – участки наклонных поверхностей в градации: 5°, 10°, 20°, 30°, 40°.

ков, 1970). Известно (Щербаков, 1970; Holland, Stein, 1975), что наиболее контрастны условия инсоляции между крутыми северными и южными склонами вблизи 60-й параллели. В районе исследования годовая сумма возможной прямой радиации, приходящей на крутые склоны северной ориентации, минимальна для северного полушария — около 50 ккал/(см² · год) (Щербаков, 1970). Для горизонтальных поверхностей этот показатель мог бы составить 90 ккал/(см² · год), крутых южных склонов — 120 ккал/(см² · год).

Проведенные нами расчеты для модельной территории бассейна р. Сойвы (рис. 1) показали, что в летние дни максимальный поток прямой радиации наблюдается на склонах южной экспозиции, к середине дня он увеличивается (например 30 июля до 1.0–1.2 ккал/(мин · см²)). Наиболее высокие значения характерны для более крутых склонов. Интенсивность притока солнечной радиации смещена во времени для группы юго-восточных (поступление максимально для склонов с большим уклоном до полудня) и юго-западных

(максимальный приток приходится на послеобеденное время) склонов, поэтому температура склонов юго-восточной ориентации во время съемки выше. На склонах северной экспозиции картина более сложная. На пологих склонах (5–20°) поток солнечной энергии постепенно нарастает к полудню, достигая 0.3–0.8 ккал/(мин · см²). На более крутых склонах освещенность максимальна в утренние и вечерние часы (до 0.3 ккал/(мин · см²)), а в дневные снижается, при уклоне более 40° — до 0–0.1 ккал/(мин · см²). При одинаковом в среднем поступлении радиации на западные и восточные склоны тепловой режим их различен в силу разновременности поступления максимума радиации. На восточных склонах наибольшее количество радиации наблюдается в первую половину дня, когда много тепла тратится на турбулентный обмен и прогрев почв после ночного охлаждения. Западные склоны максимально инсолируются во вторую половину дня, когда температуры достаточно высоки и расход тепла на турбулентный обмен сокращается.

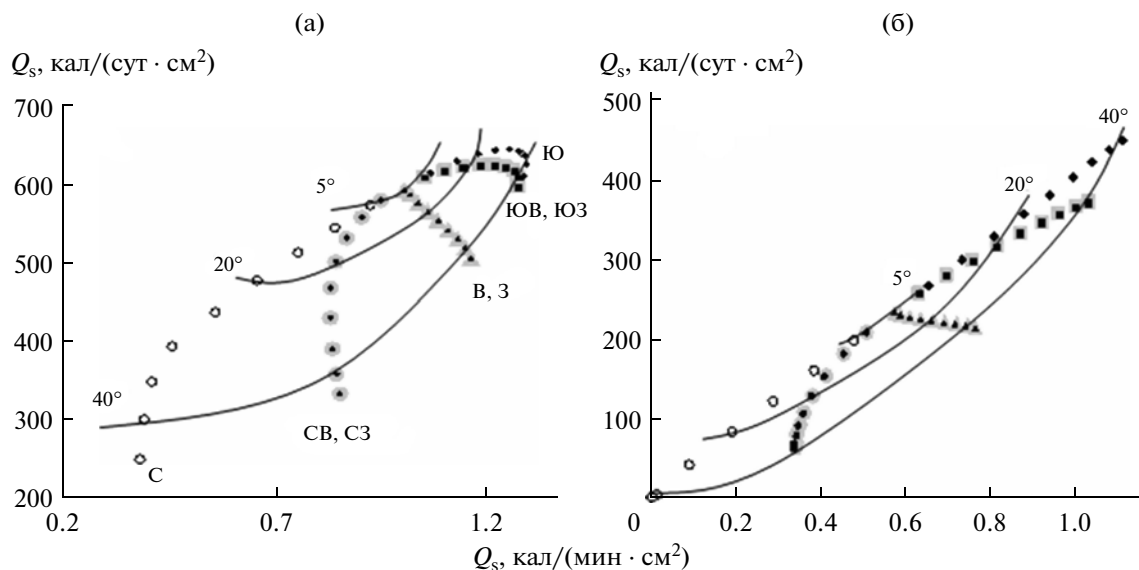


Рис. 2. Моделирование поступления прямой солнечной радиации на склоны, имеющие разные наклон и ориентацию для дат 18.06 (а) и 17.09 (б). Представлены максимальные значения суточного потока (ось абсцисс) и суточная сумма (ось ординат).

Модель поступления прямой солнечной радиации с учетом максимальных значений суточного потока и суточной суммы демонстрирует (рис. 2) различия между склонами, имеющими разные наклон и ориентацию. В конце вегетационного сезона (сентябрь), несмотря на снижение интенсивности инсоляций, различия между теплообеспеченностью склонов разной экспозиции сохраняются. По расчетам Ю.А. Щербакова (1970), за год на широте бассейна Сойвы крутые (30°) склоны южной экспозиции должны получать на 44% больше тепла, а северные – на 40% меньше по сравнению с горизонтальной поверхностью.

Наблюдения за температурным режимом склоновых поверхностей. В формировании фактического терморегима ландшафтов играют роль радиационный баланс территории, климатические условия, степень развития растительного покрова и др. Для диагностики реального температурного режима в крайних вариантах ряда (а также выявления роли мезорельефа в его формировании) были проведены инструментальные измерения на открытых склонах и слабооблесенных участках.

На конусе осыпи южной экспозиции (с уклоном более 35°) сумма среднесуточных температур выше 0°C, 5°C и 10°C превышала аналогичные показатели, полученные для северного склона (рис. 3). Различия в теплообеспеченности складываются в основном из среднесуточных температур выше 5° и 10°C, важных для роста и развития растений. Обусловлены они прогреванием южного склона в жаркие солнечные дни. Максимальные различия обнаружены между экотопами северного склона и конусом осыпи южного склона, который получает

температуры выше 5° на 310–320°, выше 10° – на 350–370° больше. Южные склоны также характеризуются большим количеством дней со среднесуточными температурами выше 5° и 10°, чем северные. По градиенту возрастания теплообеспеченности экотопы модельного участка выстраиваются в следующий ряд: бровка склона северной экспозиции → верхняя и средняя части конуса и подош-

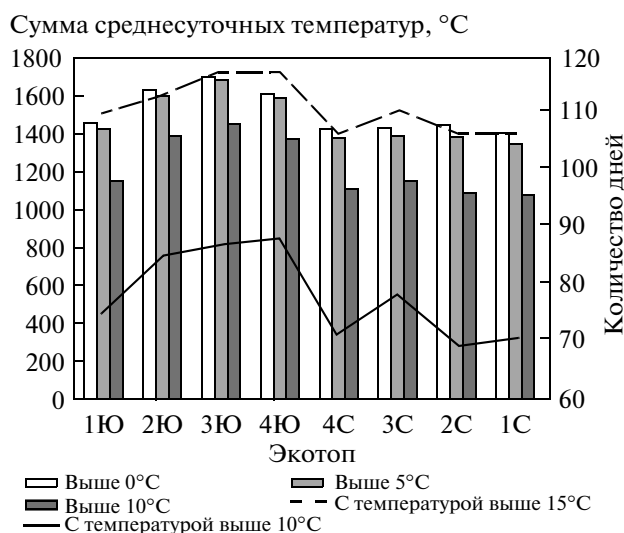


Рис. 3. Температурный режим экотопов на разноориентированных модельных склонах.

Ю – склон южной экспозиции, С – склон северной экспозиции; 1 – бровка склона, 2 – верхняя часть склона, 3 – средняя часть конуса осыпи, 4 – подошва склона.

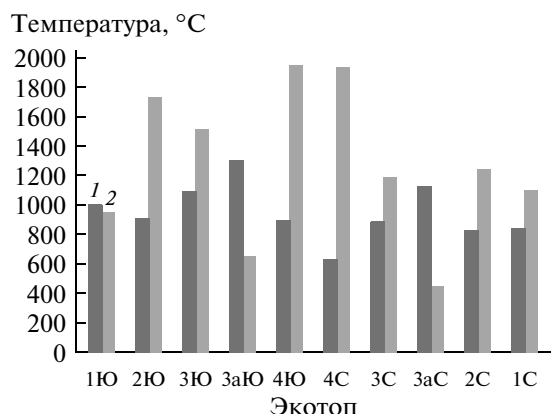


Рис. 4. Сумма минимальных значений суточных температур (1) и суточных перепадов (2) на модельных склонах.

Ю — склон южной экспозиции, С — склон северной экспозиции; 1 — бровка склона, 2 — верхняя часть склона, 3 — средняя часть конуса осыпи, 3а — там же, корнеобитаемый слой, 4 — подошва склона.

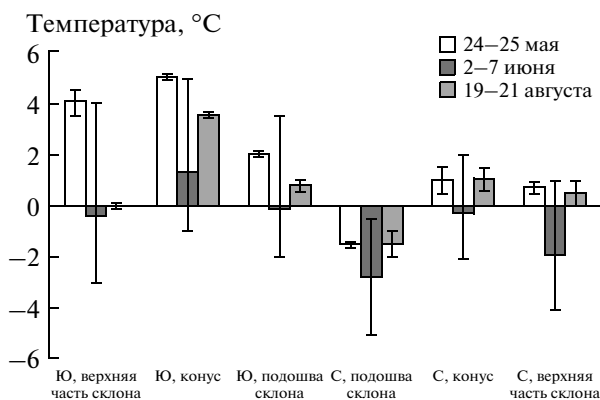


Рис. 5. Распределение температур во время поздних весенних и ранних осенних заморозков (средние значения и амплитуда): Ю — склон южной экспозиции, С — склон северной экспозиции.

ва склона северной экспозиции → бровка склона южной экспозиции → верхняя часть и подошва склона южной экспозиции → средняя часть конуса склона южной экспозиции.

Известно, что южные склоны получают больше тепла, но отличаются более значительными суточными, сезонными и годовыми колебаниями температуры (Wagari, 1998). На южных склонах долины Сойвы перепады температур действительно выше за счет активного поступления тепла в дневные часы. Однако на самом прогреваемом участке (конус осыпи) контраст между дневными и ночными температурами не так выражен, как в верхней части склона и на останцах, что, скорее всего, связано с теплоемкостью пород (рис. 4). Наиболее стабильный температурный режим характерен для верхней и средней частей северных

склонов. Значительные перепады температуры наблюдаются в нижней части склонов в весенний период из-за близости водотока.

За счет накопления и постепенной отдачи тепла подстилающими породами и верхним почвенным слоем на южных склонах происходит перераспределение минимальных суточных температур. Различия в их накоплении на разноориентированных склонах в течение лета достигали 470°C (см. рис. 4). На южных склонах нивелируются кратковременные понижения температуры во время заморозков (рис. 5), на 1.5–2 недели увеличивается продолжительность безморозного периода. Наиболее часто подвергается воздействию заморозков нижняя часть склонов, особенно северной экспозиции.

Различия в температурном режиме сохраняются и на глубине 7–8 см, в корнеобитаемом слое почвы. На конусе склона южной ориентации по сравнению с северным активнее происходит оттаивание, а температура в течение всего сезона выше. Перепады температур в этом слое уже незначительны, по сравнению с уровнем дневной поверхности почвы: снижаются на 43% на южном склоне и на 37% — на северном. В осенний период терморегим поверхности почвы и корнеобитаемого слоя выравнивается (на северном склоне на 10 дней раньше, чем на южном), а затем температура подстилки превышает приземную.

Особенности почвенного и растительного покровов. На модельных склонах, приуроченных к выходам известняков, под несомкнутыми травяно-кустарничковыми группировками и редкостойными елово-березовыми лишайниково-зеленомошными (в средней части склонов) и зеленомошными (у подножия склонов) сообществами распространены дерново-карбонатные почвы¹. Они имеют слаборазвитый, маломощный (15–30 см), щебнистый профиль, залегающий на плитах известняков. Для всех рассмотренных почв характерно наличие грубогумусной подстилки А0 мощностью от 6 до 10–13 см, переходящей в темно-серый, зернисто-порошистый гумусоаккумулятивный горизонт А1 мощностью до 8–15 см с обломками карбонатов. С глубиной количество щебня увеличивается. Залегающий ниже горизонт ВСк (желто-бурый мелкозем, заполняющий межщебневое пространство) постепенно переходит в мощные плиты известняков. Почвы южного склона отличаются несколько большей (на 3–5 см) мощностью выделенных горизонтов. Лесные подстилки представлены слаборазложившимся растительным материалом. В почвах, формирующихся у подошвы склонов, нижняя часть подстилки более гумуфицирована по сравнению с почвами середины склона. Об этом свидетель-

¹ Идентификация почв проведена в соответствии с «Классификацией и диагностикой почв СССР» (1977).

Таблица 2. Некоторые физико-химические свойства дерново-карбонатных типичных почв, сформированных на элюво-делювии карбонатных пород

№ разреза	Горизонт	Глубина, см	рН _{Н₂О}	Гумус, %	Обменные основания, ммоль/100 г почвы	
					Ca ²⁺	Mg ²⁺
Северный склон						
P-11-2005, середина склона	A0'	0–3	5.5	37.8*	45.08	14.30
	A0''	3–6	6.8	24.2*	54.00	26.50
	A1	6–15	7.7	4.0	44.45	24.57
	BCк	15–30	8.1	1.8	Не опр.	Не опр.
P-13-2005, нижняя часть склона	A0'	0–3(4)	6.0	28.5*	60.26	20.74
	A0''	3(4)–5(6)	6.6	17.6*	69.64	20.72
	A0A1	5(6)–7(8)	7.2	10.1*	38.49	18.46
	A1	7(8)–15	7.4	10.2	19.26	7.7
	BCк	15–22	7.7	3.0	Не опр.	Не опр.
Южный склон						
P-17-2005, середина склона	A0'	0–3(4)	6.4	32.7*	70.96	28.07
	A0''	3(4)–8(9)	7.2	24.3*	72.72	28.13
	A1	8(9)–21	7.5	8.7	79.2	30.96
	BCк	21–30	7.8	2.8	Не опр.	Не опр.
P-18-2005, нижняя часть склона	A0'	0–3(4)	6.6	30.9*	61.37	19.35
	A0''	3(4)–7(8)	7.2	20.8*	83.41	20.08
	A0A1	7(8)–10(13)	7.4	15.1*	13.75	4.63
	A1	10(13)–25	7.7	4.2	20.11	9.25
	BCк	25–44	8.0	0.9	Не опр.	Не опр.

* Содержание углерода органических веществ (C_{орг.}).

стствует последовательное уменьшение содержания C_{орг.} в подгоризонтах подстилки – от 28.5 до 10.1% на северном склоне и от 30.9 до 15.1% – на южном (табл. 2).

Высокое содержание обменных оснований обусловило близкую к нейтральной и нейтральную реакцию среды в горизонтах лесной подстилки, слабощелочную – в гумусоаккумулятивных горизонтах, а близкое залегание карбонатов – щелочную в нижней части профиля (см. табл. 2). В почвах северного склона верхние слои лесных подстилок несколько кислее по сравнению с аналогичными почвами южного склона. Для лесных подстилок отмечен фульватно-гуматный и гуматно-фульватный типы гумуса (величина C_{гк}/C_{фк} = 0.7–1.1), для минеральных горизонтов – фульватный (C_{гк}/C_{фк} = 0.5–0.6). Преобладание в минеральных горизонтах фульвокислот над гуминовыми – характерная особенность состава гумуса зональных глееподзолистых почв (Атлас почв Республики Коми, 2010). Им свойственны также слабая степень гумификации (на долю углерода гуминовых кислот приходится менее 20% от общего содержания органического углерода) и от-

сутствие в составе гумуса группы гуминовых кислот, связанных с кальцием (фракция ГК-2). В дерново-карбонатных почвах на долю этой фракции приходится от 2 до 12% при средней и высокой, по градации Д.С. Орлова (1990), степени гумификации (20–42%).

В целом дерново-карбонатные почвы модельных разноориентированных склонов близки по морфологическому строению и физико-химическим свойствам. Специфика строения их профиля (малая мощность, щебнистость) и свойств (нейтральная реакция среды, высокое содержание обменных катионов) определяется литологическими особенностями почвообразующей породы. Как свидетельствуют данные Ю.А. Виноградовой (2007), различия в микроклимате разноориентированных склонов более ярко проявляются в параметрах биологической активности почв: на южном склоне в лесных подстилках на один-два порядка выше численность бактериальной и грибной составляющей микробоценозов по сравнению с почвами северного склона, за исключением дерново-карбонатной почвы, формирующейся у подножия северного склона.

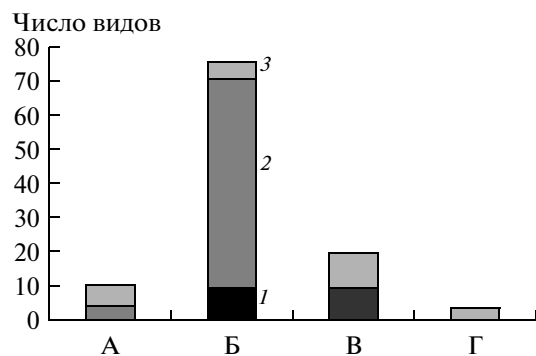


Рис. 6. Распределение видов разных широтных групп на трансекте.

1 – виды, отмеченные только на северном склоне; 2 – общие для склонов разных экспозиций; 3 – виды, отмеченные на южном склоне; А – южные виды (лесостепные, неморальные, неморально-бореальные), Б – бореальные, В – северные (арктические, арктоальпийские, голоарктические), Г – скальные лесные и монтанные виды.

Активнее реагирует на разные микроклиматические условия склонов растительный покров. На крутых модельных склонах снижается ценотическая роль деревьев и кустарников, они представлены редким подростом или образуют сильно разреженные древостои. На теплом и сухом склоне южной экспозиции под пологом таких сообществ и на открытых участках в кустарничково-травянистых группировках доминируют представители сем. Сурегасеае. На северном склоне в закреплении осыпей важную роль играет *Dryas punctata* Juz.², вид с арктоальпийским типом ареала, а также мхи и лишайники, которые образуют здесь хорошо развитый наземный покров.

На модельных склонах произрастает 108 видов сосудистых растений. Независимо от экспозиции встречаются 73% видов (рис. 6). По признаку географических широтных групп состав растений отличается. Все деревья и кустарники представлены бореальными видами, за исключением арктоальпийского *Salix recurvigemmis* A.Skvorts. К этой же группе относится большая часть трав и кустарничков. Оставшуюся долю составляют виды с дизъюнктивным монтанным типом ареала (*Carex alba* Scop., *C. ornithopoda* Willd., *Asplenium viride* Huds), горностепные (*Aster alpinus* L.), арктоальпийские (*Saussurea alpina* (L.) DC), гипоарктические и гипоарктоальпийские (*Equisetum scirpoides* Michx., *Selaginella selaginoides* (L.) C.Mart., *Pinguicula alpina* L.), а также некоторые бореальные орхидные, распространение которых на северной границе связано с выходами известняков

² Широтные группы для видов приведены согласно «Флоре Европейского Северо-Востока России» (1974–1977).

(*Epipactis atrorubens* (Hoffm. ex Bernh.) Bess., *Gymnadenia conopsea* (L.) R.Br.) и др.

Для 27% видов показана строгая приуроченность к склонам разной ориентации. На южном склоне произрастают лесостепные, неморальные и южноборовые виды: *Dendranthema zawadskii* (Herbich) Tzvel., *Adonis sibirica* Patrin ex Ledeb., *Carex rhizina*, *Stellaria holostea* L., *Viola mirabilis* L., *Milium effusum* L. Исключительно на северном склоне отмечены виды с арктическим, арктоальпийским, гипоарктическим типами ареала: *Arctous alpina* (L.) Niedz., *Bistorta vivipara* (L.) S.F.Gray, *Carex glacialis* Mackenz., *Minuartia verna* (L.) Hiern., *Thephrosia integrifolia* (L.) Holub, *Tofieldia pusilla* (Michx.) Pers., *Valeriana capitata* Pall. ex Link. Для некоторых из видов эти местообитания – краевые (пограничные) на Европейском Северо-Востоке России. В растительном покрове модельных склонов отмечены 18 видов, которые подлежат охране или нуждаются в биологическом надзоре (Красная книга Республики Коми, 2009).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Известняки Европейского Северо-Востока играют важную роль в сохранении видового и ценотического разнообразия территории. Модельный участок, как и другие выходы известняков, включен в систему ООПТ Республики Коми (Кадастр..., 1993, 1995). На известняках в бассейне Сойвы хорошо сохранился скальный реликтовый комплекс растений, стенотопных по отношению к эколого-ценотическим условиям произрастания и представленных островными популяциями. Возможность их сохранения в таежной зоне определяется широким диапазоном температурных условий на известняках и развитием дерново-карбонатных маломощных щебнистых почв, отличающихся нейтральной и слабощелочной реакцией среды, богатством элементов питания (Ca, Mg) и гумуса.

Диапазон теплообеспеченности на известняках формируется за счет географических закономерностей поступления солнечной радиации, расчлененности рельефа, наличия крутых эродированных склонов разной ориентации и их мезорельефа, теплоемкости субстрата. К особенностям известняков в бассейне Сойвы относится минимальное для северного полушария поступление прямой солнечной радиации на склоны северной экспозиции, равномерное их освещение и прогревание в летний период преимущественно за счет рассеянного света. Количество тепла, поступающего в дневные часы на южные склоны, на порядок превышает эти показатели.

В формировании терморезима важную роль играет мезорельеф. Теплообеспеченность возрастает в ряду экотопов: верхняя часть, конус осыпи и

подошва склона северной экспозиции → верхняя часть и подошва склона южной экспозиции → конус осыпи склона южной экспозиции. Экосистемы в нижней части конусов и на подошвах северных склонов испытывают наибольшие суточные перепады температур и подвержены воздействию отрицательных температур во время заморозков. Растительные сообщества на конусе южного склона получают больше тепла (по сумме активных температур — на 24%) и произрастают при более стабильном температурном режиме. Весь возможный диапазон теплообеспеченности проявляется лишь на 3,3% площади модельного ландшафтного участка, т.е. около 13 км² его территории потенциально пригодны для произрастания реликтового скального флористического комплекса растений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Агроклиматический бюллетень по Республике Коми за 2004 г. Сыктывкар: Росгидромет, 2004. С. 6.
- Атлас почв Республики Коми. Сыктывкар, 2010. 356 с.
- Атлас Республики Коми по климату и гидрологии. М., 1997. 116 с.
- Виноградова Ю.А.* Состав гумуса и биологическая активность низкогорных почв Южного Тимана // Актуальные проблемы биологии и экологии: Мат-лы докл. I (XIV) Всеросс. молод. конф. Сыктывкар, 2007. С. 34–36.
- Исаченко А.Г.* Экологическая география Северо-Запада России. СПб.: Изв. РГО, 1995. Ч. 1. 206 с.
- Кадастр охраняемых природных территорий Республики Коми. Сыктывкар. 1993. Ч. 1. 190 с.; 1995. Ч. 2. 58 с.
- Классификация и диагностика почв СССР. М.: Колос, 1977. 224 с.
- Кондратьев К.Я., Пивоварова З.И., Федорова М.П.* Радиационный режим наклонных поверхностей. Л.: Гидрометеиздат, 1978. 215 с.
- Кондратьев К.Я., Манолова М.П.* Дневной ход и дневные суммы рассеянной и суммарной радиации на различных склонах // Вестник ЛГУ. 1958. № 16. С. 5–16.
- Красная книга Республики Коми. Сыктывкар, 2009. 791 с.
- Микроклимат СССР. Л.: Гидрометеиздат, 1967. 286 с.
- Орлов Д.С.* Гумусовые кислоты почв и общая теория гумификации. М.: Изд-во МГУ, 1990. 325 с.
- Пономарев А.Н.* Температурный микроклимат и растительность известняков и гипсов Среднего Урала и Западного Приуралья в зависимости от экспозиции // Учен. зап. Молотовского гос. ун-та. Молотов, 1940. Т. 4. Вып. 1. С. 166–201.
- Пономарева В.В., Плотникова Т.А.* Гумус и почвообразование. Л.: Наука, 1980. 222 с.
- Теория и практика химического анализа почв. М.: ГЕОС, 2006. 400 с.
- Флора Северо-Востока европейской части СССР. Л., 1974. Т. 1. 273 с.; 1976. Т. 2. 315 с.; 1976. Т. 3. 293 с.; 1977. Т. 4. 311 с.
- Щербаков Ю.А.* Из опыта изучения роли экспозиции в ландшафтообразовании // Влияние экспозиции на ландшафты / Учен. зап. Пермского гос. ун-та. Вып. 240. Пермь, 1970. С. 3–100.
- Юдин Ю.П.* Реликтовая флора известняков Северо-Востока европейской части СССР // Материалы по истории флоры и растительности СССР. М., 1963. Вып. 4. С. 493–587.
- Holland P.G., Stein D.G.* Vegetational responses to latitudinal variations in slope angle and aspect // J. of Biogeography. 1975. V. 2. № 3. P. 179–183.
- Waragai T.* Effects of rock surface temperature on exfoliation, rock varnish, and lichens on a boulder in the Hunza Valley, Karakoram mountains, Pakistan // Arctic and Alpine Research. 1998. V. 30. P. 184–192.