

МОНОСИСТЕМНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЛЕСНЫХ БИОГЕОЦЕНОЗОВ НА БОРЕАЛЬНОМ ЭКОТОНЕ НИЖНЕГО ПРИАМУРЬЯ

© 2014 П.С. Петренко

Государственный природный заповедник «Комсомольский», г. Комсомольск-на-Амуре

Поступила 12.02.2014

Изложен анализ межкомпонентных ландшафтных связей в лесных биогеоценозах Комсомольского заповедника, с применением теоретико-информационных методов. Проведена бинарная ординация различных геокомпонентных признаков. Построена моносистемная информационно-статистическая модель лесных биогеоценозов и получена серия их экологических ниш. Показано, что на топологическом уровне температура и влажность почвы являются главными передаточными звеньями климатических воздействий на лесные сообщества данного геоэктона.

Ключевые слова: лесной биогеоценоз, геоэктон, информационная модель, межкомпонентные ландшафтные связи, экологические ниши.

Географические экотоны, как известно [1, 12, 19, 23, 29, 30], являются фрагментами природно-территориальной мозаики, наиболее чувствительными к внешним воздействиям и соответственно наименее устойчивыми. Анализируя состояние и динамику локальных природных комплексов на геоэктонах, исследователь получает в руки своего рода «быстротекущую модель» их возможной местной реакции на фоновые возмущения, в том числе на глобальные климатические сигналы [18]. Поэтому изучение структурно-функциональной организации биогеоэкологических систем на экотонах имеет и общее применительно к региональной экологии научно-методическое значение [23, 25], причем весьма важное для региональных и локальных ландшафтно-экологических прогнозов [20].

Дальневосточная ветвь бореального биоклиматического экотона Евразии, по [4], охватывает окраинно-материковые горно-долинные системы Нижнего Приамурья, находящиеся в специфических муссонно-континентальных климатических условиях [7]. Структурное «ядро» этой части экотона представлено подтаежной зоной [30]. Здесь на территории Комсомольского заповедника были проведены нами ландшафтно-экологические исследования локального (топологического) уровня, с применением методов информационного моделирования. Эмпирико-статистический анализ межкомпонентных ландшафтных связей был направлен на установление механизмов моносистемной организации природных комплексов топологической размерности с целью оценки чувствительности гео(эко-)систем и их отдельных компонентов (почвенно-эдафических, гидротермических, фитоценологических) к изменениям глобального климата.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Государственный природный заповедник «Комсомольский» расположен на зональной границе бореальных и суббореальных ландшафтов Юга Дальнего Востока [14], в Амурско-Приморской физико-географической стране, Нижнеамурской области и одноименной с ней провинции [22]. Территория заповедника охватывает один из сохранившихся в Нижнем Приамурье крупных массивов темнохвойных и хвойно-широколиственных лесов [32]. Здесь соседствуют представители трех основных флор: охотско-камчатской, восточно-сибирской и маньчжурской [17]. Под лесными сообществами распространены почвы буроземного типа: в южнотаежных и подтаежных лесах буро-таежные (в том числе иллювиально-гумусовые), а в субнеморальных – бурые почвы (в том числе бурые горно-лесные).

На территории заповедника выделяется три вида ландшафтов, по классификации [22]. Территориально преобладают ландшафты низогорных и среднегорных хребтов и массивов со среднетаежными елово-пихтовыми лесами. Меньшую по площади часть заповедника занимают ландшафты аллювиальных низменностей суженных участков долины Амура, с широколиственными лесами, и межгорные низменные равнины, с болотами и разреженными лиственными лесами (марями).

Как известно, пространственная дифференциация и динамика средних и малых (в особенности внутриландшафтных) природных комплексов зависит в большей мере не от фоновых климатических условий, а от форм мезорельефа, а также от литологических и гидротермических характеристик почво-грунтов, причем с понижением таксономического ранга гео(эко-)системы относительная роль этих факторов существенно возрастает [6, 13, 24]. Данные положения были положены в основу проведения крупномасштабной ландшафтно-экологической съемки, осуществленной нами по известным методикам полевых

Петренко Полина Сергеевна, научный сотрудник,
petrenkopolina8710@mail.ru

ландшафтных работ [5, 9, 11, 20]. Было заложено 50 пробных площадей (географических точек), каждая из которых характеризовала определенный геотоп, по определению [21], с соответствующим лесным биогеоценозом. Геотопы как типы локальных местоположений (МП) образуют систему местных ландшафтных сопряжений [8], или катен, – от элювиального (Э) и трансэлювиального (ТЭ) типов до аккумулятивного (А) и супераккумулятивного (Са). На каждой пробной площади был собран эмпирический материал по 54 признакам структурно-функционального состояния ландшафтных фаций – биогеоценозов (см. [20]). По геоморфологическим и фитоценотическим признакам было выделено 7 групп лесных биогеоценозов (табл. 1), которые в ландшафтоведении соответствуют рангу групп фаций [21], или сложных урочищ [13].

Таблица 1. Группы лесных биогеоценозов заповедника «Комсомольский»

Группа	Краткая характеристика
1	Крутые каменистые солнцепечные склоны (элювиальные и трансэлювиальные) и скальные обнажения, прилегающие к долине рек Амур и Горин под неморальными широколиственными лесами (преимущественно ксероморфными дубяками) на бурых почвах
2	Склоны разной крутизны и экспозиции (элювиальные и трансэлювиальные) с бореальными ельниками-зеленомошниками, производными лиственничниками и березняками с горными буро-таежными почвами на маломощном делювии
3	Верхние части увалов, вершины сопок (элювиальные и трансэлювиальные) под бореальными пихтово-еловыми лесами с буро-таежными оподзоленными почвами на суглинисто-щебнистом делювии сланцев
4	Подгорные шлейфы (трансаккумулятивные и аккумулятивные) холмисто-увалистых предгорий с бореальными пихтово-еловыми и лиственничными лесами с дерново-подзолистыми и иллювиально-гумусовыми почвами на алевролитах и глинистых сланцах
5	Долины ключей, верховий рек (аккумулятивные) с неморальными широколиственными разнотравными лесами с бурными оглеенными среднесуглинистыми почвами
6	Долины приустьевой части рек (аккумулятивные) с осиновыми и березовыми вторичными лесами с пойменными дерновыми песчаными почвами;
7	Бессточные западины (супераккумулятивные) в долинах рек с заболоченными сфагновыми редкостойными лиственничниками с багульниковыми и вересковыми ассоциациями на торфяно-болотных почвах (мари)

Для проведения модельных экспериментов с эмпирическим материалом качественные признаки ранжировались по системе баллов. Разбиение же количественных признаков проведено в диа-

логовом режиме работы с ЭВМ таким образом, чтобы полученные градации в своей совокупности давали распределение, близкое к нормальному.

Моделирование ландшафтных связей осуществлялось с помощью методов теории информации, которые, как известно [1, 10, 15, 27, 33], наиболее адекватны принципам организации гео(эко)систем. Понятия «организация» и «отображение» эквивалентны друг другу [2, 25], поэтому организация системы неразрывно связана с информацией как содержанием отображения взаимодействующих объектов в их структуре и поведении. Информационный анализ геокомпонентных связей служит одним из инструментов моносистемного моделирования природных комплексов, по терминологии [26]. С помощью энтропийных мер [15] проводилась количественная оценка пространственной сопряженности между различными признаками структуры и функционирования лесных биогеоценозов.

Были использованы два основных параметра информационно-статистических связей: нормированный коэффициент сопряженности $K(A; B)$ явления A (зависимой переменной) с фактором B (в каждой паре признаков) и частный коэффициент связи $C(a_i/b_j)$ градаций a_i и b_j этих признаков. Упорядоченная совокупность значений $K(A; B)$ позволяет определить, что от чего зависит и насколько. Данный коэффициент рассчитывается по формуле [27]:

$$K(A; B) = \frac{2^{T(AB)} - 1}{2^{H(\min A, B)} - 1},$$

Здесь $2^{T(AB)}$ есть число общих состояний A и B , а $H(A)$ и $H(B)$ – общая мера разнообразия (априорная неэнтропия), соответственно, признаков A и B . Эмпирически установлено, что связь можно считать значимой при $K(A; B) > 0,07$ [18], а $K(A; B) = 0,19$ соответствует коэффициенту корреляции около 0,7 [27].

По второму параметру проводился ординационный (градиентный) анализ бинарных отношений различных признаков. С этой целью устанавливалась система экологических ниш каждого значения (градации) a_i явления A в пространстве значений b_j фактора B . Экологическая ниша рассматриваемого явления есть область его распространения в одном из пространств того или иного экологического фактора. Частный коэффициент связи рассчитывается по формуле [1, 15]:

$$C(a_i / b_j) = \frac{p(a_i / b_j)}{p(a_i)}$$

Здесь $p(a_i / b_j)$ – условная вероятность a_i по b_j , а $p(a_i)$ – априорная вероятность данной градации явления A в предположении его полной независимости от фактора B , когда $p(a_i / b_j) = p(a_i)$. Проведенный нами прямой градиентный анализ эко-

логических ниш соответствует известному в геоботанике и ландшафтной экологии методу ординационного анализа [28, 31].

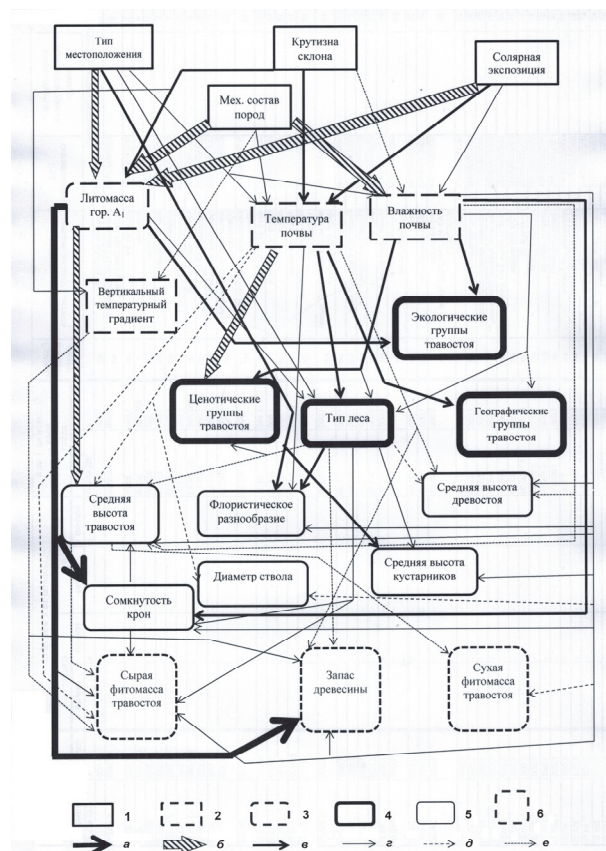


Рис. 1. Общая информационная модель межкомпонентных ландшафтных связей лесных биогеоценозов Комсомольского заповедника. Геокомпонентные блоки: 1 – геоморфологический; 2 – геофизический; 3 – почвенный; 4 – комплексный блок растительных сообществ; 5 – структурный фитоценоотический; 6 – функциональный фитоценоотический.

Нормированные коэффициенты сопряженности признаков $K(A;B)$: а $\geq 0,201$; б $-0,171 - 0,2$; в $-0,141 - 0,17$; г $-0,111 - 0,14$; д $-0,091 - 0,11$; е $-0,071 - 0,09$.

В графически преобразованных матрицах значимых (>1) величин $C(a_i/b_j)$ по горизонтали идут градации фактора, а по вертикали – градации явления. Каждый вектор-столбец описывает экологическую нишу определенной градации явления в пространстве значений данного фактора. Градации фактора с наибольшими значениями частного коэффициента связи образуют некоторую область доминирования явления – экологический доминант (обозначен символом «+»), остальные же градации относятся к «размытой» части ниши (со значком «•»). Основную картину бинарной ординации явления по фактору дает кривая, проведенная через экологические доминанты явления. В соответствии с правилами информационного анализа [27] при наличии в столбце двух ячеек-доминантов, разделенных одной незначимой ячейкой, кривая проводится по данной ячейке. Позиции «размытых» частей эко-

логической ниши указывают на наличие возможных отклонений от доминанта, что позволяет отчетливо представить развертку объема ниши данного явления (как числа реализованных позиций вектора-столбца) в пространстве изменений состояний фактора. Чем шире ниша, тем менее чувствительно данное состояние явления к изменению фактора и в этом смысле оно более устойчиво. И наоборот, более узкая ниша (в предельном случае состоящая из одного доминанта, без «размытых» частей) указывает на повышенную детерминацию данного состояния явления тем или иным фактором. При наличии в векторе-столбце экологической ниши двух отстоящих друг от друга доминантов между ними образуется «зона» толерантности – неустойчивого равновесия.

Направление связей определялось, исходя из известных представлений о характерных временах различных природных компонентов [1, 3]. В дальнейшем для уточнения всей системы направлений связей рассчитывались коэффициенты приема $K(B/A)$ и передачи информации $K(A/B)$, по [1]. Принималось, что при $K(B/A) > K(A/B)$ преобладает входное воздействие от B к A , а при $K(B/A) < K(A/B)$ – воздействие выходное от A к B ; при $K(B/A) \approx K(A/B)$ считалось, что признаки A и B в равной мере воздействуют друг на друга. Согласно [19], в первом случае признак A считался индикатором, во втором – эдификатором (средообразователем); в третьем случае оба признака являлись ретрансляторами.

В первую очередь была построена общая информационная модель межкомпонентных ландшафтных связей лесных топогеосистем Комсомольского заповедника (рис. 1), отражающая их моносистемную структуру и функционирование. Направление связей показано стрелками (от фактора к явлению), и по ним можно проследить систему цепных реакций в лесном биогеоценозе при том или ином воздействии. На втором этапе были получены матрицы частных коэффициентов связи, т.е. бинарных отношений системы «фактор–явление» (рис. 2–5), с помощью которых производилось «раскрытие кода информации», по терминологии [27].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Общая схема моносистемной организации лесных биогеоценозов (см. рис. 1) не только ранжирует различные геокомпонентные признаки по их роли в этой организации, но и описывает сеть цепных реакций (с различной вероятностью) на то или иное внешнее воздействие. Абсолютными эдификаторами являются геоморфологические признаки, которые в системе ландшафтных связей выступают в качестве исходных факторов ($K(A;B) = 0,18-0,23$). Остальные признаки могут

играть роль, как явлений, так и факторов. Они образуют группу вторичных эдификаторов (второстепенных средообразователей).

Первый эшелон информационных связей характеризует дифференциацию термо- и гидроэдафических признаков почвы локальными факторами низкогорного горно-долинного рельефа. Все левобережье Нижнего Амура находится вблизи южной границы сплошной многолетней мерзлоты, с длительно-сезонно-мерзлыми горными породами, и это в целом отрицательно сказывается на летнем термическом режиме почв в районе нашего исследования. Локальная дифференциация этого режима вызвана в первую очередь крутизной склона и типом местоположения. На крутых склонах (угол $30-60^\circ$), с близким расположением охлаждающих коренных пород, температура

почвы находится в своей нижней интервале (рис. 2 а). На пологих и слабо наклоненных поверхностях (менее 30°) эта температура сильно варьируется и мало зависит от уклона. При движении сверху вниз по катене от ТЭ типа МП к Саг типу температура почвы возрастает, что связано с постепенным нарастанием почвенной толщи поверх коренной породы (рис 2 б). Из этой общей тенденции «выпадают» хорошо прогреваемые вершины сопки (Э тип МП), что является следствием температурной инверсии характерной для горно-долинного рельефа Дальнего Востока. Повышению температуры почвы на вершинах сопки способствует также их плоский рельеф с достаточно мощным почвенным покровом.

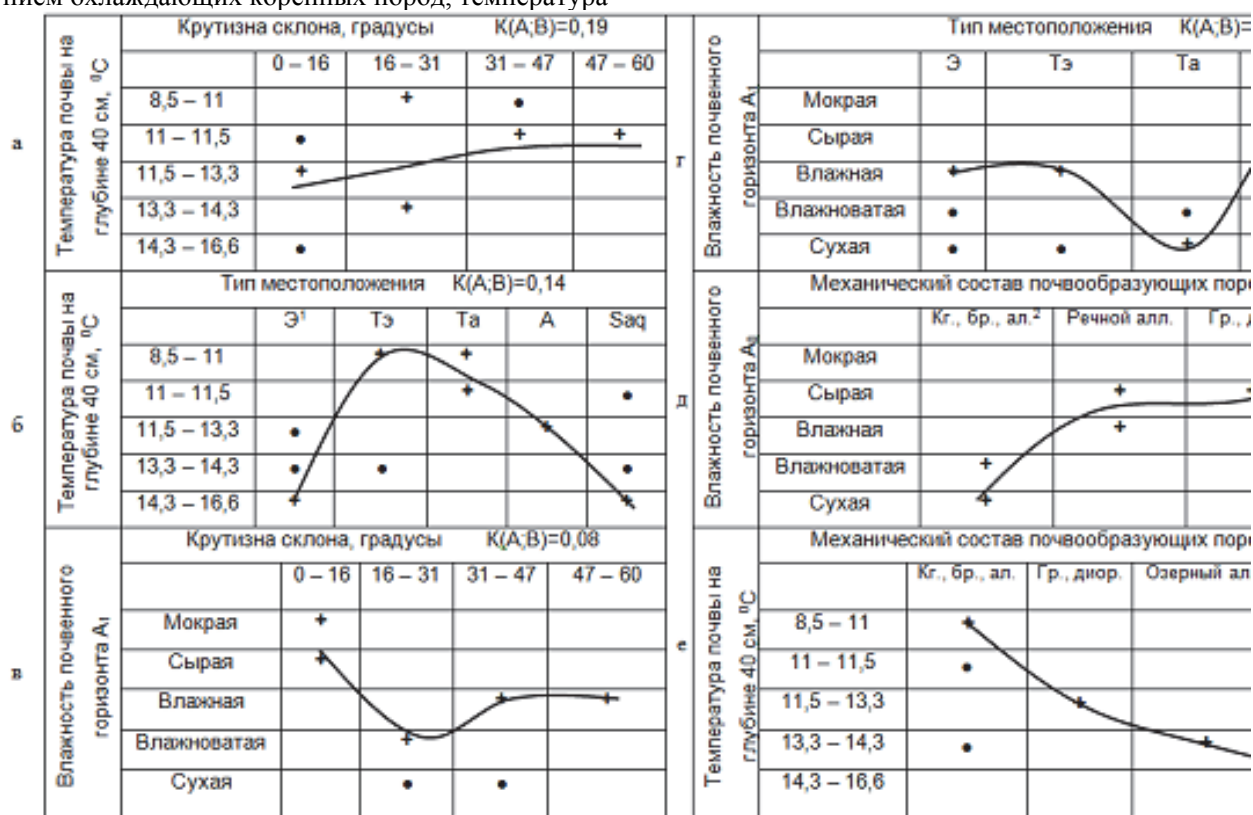


Рис. 2. Распределение температуры и влажности почвы в пространстве локальных факторов рельефа

Крутизна склона и тип местоположения гораздо меньше сказываются на распределении влаги в почве (рис. 2 в, г), хотя эти два фактора известны как основные при формировании почвенно-гидрологических условий кедровых лесов [16]. Определяющее значение здесь имеет механический состав почвообразующих пород, отражающийся также на температуре почвы (рис. 2 д, е): почвы на породах более рыхлого сложениягреваются слабее и более увлажнены, чем почвы на каменистых породах.

В условиях низко- и среднегорья Нижнего Приамурья большое влияние на распределение тепла и влаги оказывает «региональная дислока-

ционная зональность», с преобладанием факторов циркуляционной и солярной экспозиции, по [7]. Гидротермический режим почвы довольно тесно связан с солярной экспозицией склона (рис. 3 а, б). Почва наиболее прогрета на выположенных участках и солнцепечных (юго-восточных и юго-западных) склонах, при этом в первом случае она наиболее увлажнена, а во втором – иссушена. Интересно отметить, что солярный и инверсионный факторы напрямую определяют распределение групп лесных фитоценозов и основных лесообразующих пород: теплые прогретые участки занимают преимущественно неморальные виды древостоев, а холодные – бореальные виды.

В связи с тем, что территории Комсомольского заповедника свойственен муссонно-континентальный тип климата, считается, что на распределение тепла и влаги влияет также восточно-западная ориентация склонов относительно основного движения воздушных масс (циркуляционная экспозиция). В зависимости от данного фактора летом восточные склоны должны быть

более увлажнены и более холодны, а западные – суше и теплее. Однако на локальном уровне это явление не было обнаружено в распределении гидротермических условий почвы и не нашло отражения в структуре лесных экосистем. Скорее всего, такую закономерность можно наблюдать лишь на региональном уровне.

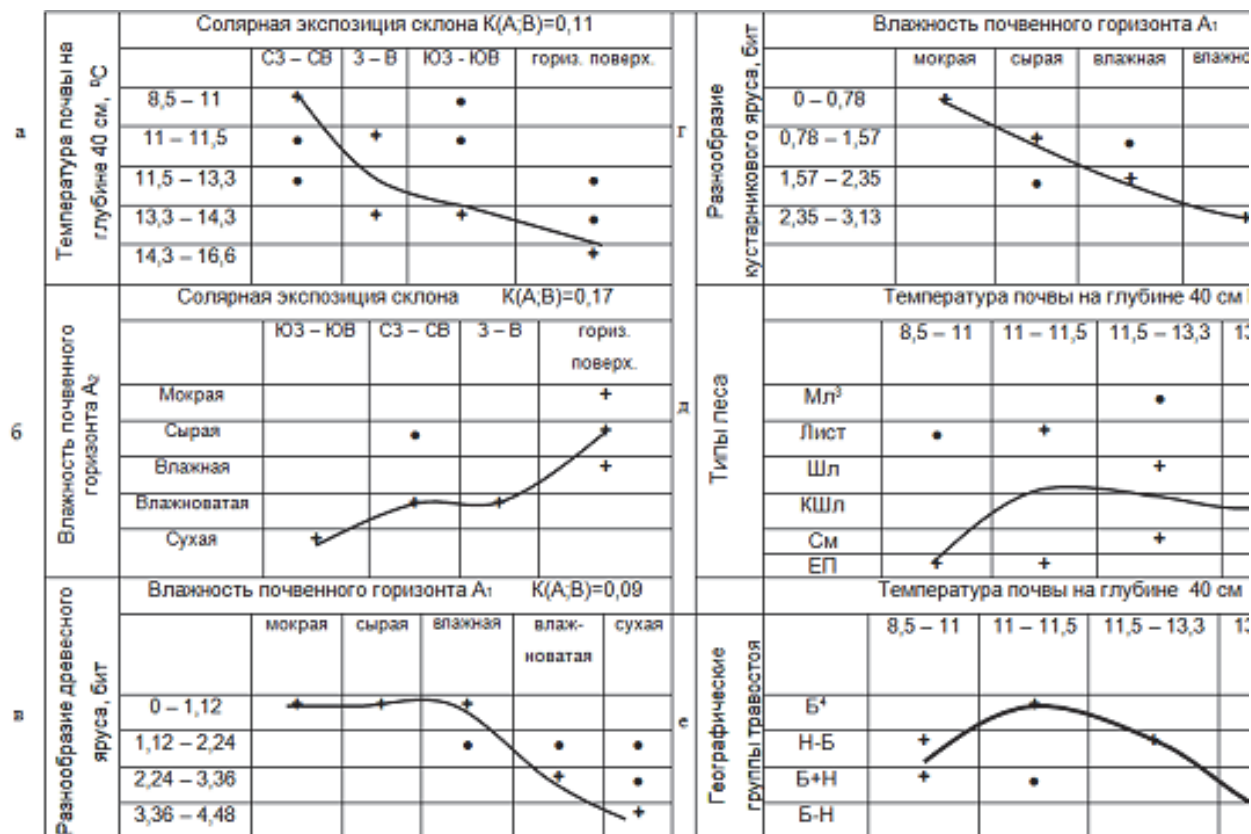


Рис. 3. Распределение структурных параметров лесных биогеоценозов (см. табл. 2) в пространстве гидротермических условий почвы

Следующее звено цепных реакций образуют связи, направленные от гидротермических признаков почвы к структурным параметрам лесных экосистем. Прослеживается отчетливое влияние влажности почвы на меры разнообразия растительных сообществ. В целом, переувлажненная почва сокращает флористическое разнообразие ($H_{фц}$) всех растительных ярусов (рис. 3 в, г). Так, для заболоченных низин характерен редкостойный мохово-сфагновый лиственный лес, с преобладанием березы Мидендорфа в кустарниковом ярусе ($H_{фц}=1,12$ бит) и вересковых и осоковых – в ярусе травянистом ($H_{фц}=2,25$ бит). К верхним участкам склонов западной экспозиции, со свежими бурыми горно-лесными почвами, приурочены хвойно-широколиственные леса (формула древостоя – 4Лип2Дуб1Ель1Кл1Сосн0,5Бер0,5Ряб), обладающие высоким разнообразием кустарников и

травяно-кустарничкового покрова ($H_{фц}=2,5$ и 3,38 бит соответственно). На крутых каменистых склонах, с сухими горными буро-таежными почвами, развиваются смешанные лиственные леса (5,9Лист2,2Дуб0,6Бер0,7Кл0,3Лип0,3Ряб), где лещина доминирует в кустарниковом ярусе ($H_{фц}=2,5$ бит), а травянистый ярус – разнотравный ($H_{фц}=4,02$ бит).

Состав древостоя зависит также от температуры почвы. Бореальные елово-пихтовые леса произрастают преимущественно при относительно низких температурах почвы на склонах северной экспозиции (8,5–11,5°C на глубине 40 см) (рис. 3 д). Толерантны к этому температурному диапазону лиственные леса. При постепенном повышении температуры почвы на глубине 40 см с 11,5°C до 16,6°C происходит смена породного состава лесов – к широколиственным породам добавляется кедр.

С термическим режимом почвы достаточно значимо коррелируют географические группы травостоя (рис. 3 *е*, см. табл. 2). Для самой южной, бореально-неморальной, группы, с доминированием неморальных видов (*Corydalis gigantea*, *Paeonia odovata*, *Gallium odartum* и др.), оптимальная температура почвы на глубине 40 см в июле составляет 13,3–16,6°C. Северные группы

травостоя: неморально-бореальная и бореальная, с такими представителями, как *Oxycoccus palustris*, *Clematis fusca* и др., – приурочены к диапазону температур 8,5–13,3°C. Для смешанных зональных групп, где примерно одинаковое соотношение северных и южных видов, характерны минимальные температуры – 8,5–11°C.

Таблица 2. Расшифровка геокомпонентных признаков к рисункам 2–6

1. Тип местоположения, по [8] (МП):

- 1 – эллювиальный (Э);
- 2 – трансэллювиальный (Тэ);
- 3 – трансаккумулятивный (Та);
- 4 – аккумулятивный (А);
- 5 – супераккумулятивный (Са).

- 5 – елово-пихтовые леса (ель, пихта $\geq 50\%$) (Еп);
- 6 – смешанный лес (дуб, липа, клен, черемуха, ясень $\geq 25\%$; береза, осина, Ива $\geq 25\%$; ель, пихта $\geq 25\%$ сосна корейская $\geq 10\%$) (См);

2. Механический состав коренных пород:

- 1 – гранодиориты, диориты и диоритовые порфириды (Гр., диор.);
- 2 – конгломераты, брекчии, алевролиты, гравелиты, песчанники, глинистые сланцы (Кг., бр., ал.);
- 3 – речные аллювиальные отложения в виде галечника, песка, супеси, глины (реч. аллювий);
- 4 – озерно-аллювиальные отложения в виде песка и глины (озер. аллювий).

3. Типы леса:

- 1 – широколиственный лес (дуб, липа, клен, черемуха, ясень $\geq 50\%$) (ШЛ);
- 2 – кедрово-широколиственный лес (сосна корейская $\geq 30\%$; дуб, липа, клен, черемуха, ясень $\geq 45\%$) (КШЛ);
- 3 – мелколистный лес (береза, осина, ива $\geq 50\%$) (Мл);
- 4 – лиственничные леса (лиственница $\geq 50\%$) (Лист).

4. Географические группы травостоя:

- 1 – бореальная (Б) ($>80\%$);
- 2 – смешанная бореальная + неморальная (Б+Н) (по 40-50%);
- 3 – бореально-неморальная (Б-Н), бореальных видов до 20%;
- 4 – неморально-бореальная (Н-Б), неморальных видов до 20%.

5. Экологические группы травостоя, по [28]:

- 1 – мезофиты (М) ($>80\%$);
- 2 – гигрофиты (Г) ($>80\%$);
- 3 – мезофиты; гигрофиты + гигромезофиты (Г+Гм) (М от 70%, Г+Гм $> 20\%$);
- 4 – мезофиты; ксерофиты + ксеромезофиты (К+Км) (М от 70%, К+Км $> 20\%$);
- 5 – гигрофиты + гигромезофиты; мезофиты (Г+Гм от 70%; М от 20%);
- 6 – смешанная (М от 60%; К+Км от 20%; Г+Гм от 20%).

Влажность почвы воздействует на многие структурные параметры взрослого древостоя – сомкнутость крон, диаметр ствола, высоту деревьев. Умеренная увлажненность почвы создает оптимальные условия для развития этих параметров (рис. 4 *а*, *б*). На почвах с большей влажностью качество древостоя ухудшается сильнее, нежели на более сухой почве.

Влажность почвы является также одним из главных факторов, определяющих распределение экологических групп травостоя (рис. 4 *в*), а ее температура – ценотических групп (рис. 4 *г*). Так, для лесной и лугово-лесной групп травостоя (*Maianthemum bifolium*, *Anemone udensis*, *Waldsteinia ternata* и др.) оптимальной температурой почвы служат два интервала: 8,6–11°C и 15,1–17,2°C. Луговые ценотические группировки (*Filipendula palmate*, *Atragene ochotensis*, *Dianthus chinensis*, *Trifolium lupinaster* и др.) достигают своего оптимального развития при температуре почвы 11,0–12,3°C.

Температура и влажность почвы являются эффективными экологическими факторами, определяющими продуктивность леса, что составляет третий эшелон связей на информационной модели (см. рис. 1). Запас древесины оптимальный (100–200 т/га) в диапазоне температур почвы 12,3–13,5°C на глубине 30 см., а также при умеренном и недостаточном эдафическом увлажнении (рис. 4 *д*, *е*). Например, на склонах южной экспозиции на сухих и хорошо прогреваемых почвах произрастают кедрово-широколиственные и широколиственные леса с запасом древесины около 180 т/га.

Наиболее оптимальный гидротермический режим почвы, при котором достигается максимальная урожайность сырой надземной фитомассы травостоя (до 2000 г/м²), складывается при температуре почвы на глубине 30 см 11–13,5°C и средней степени увлажненности. Изменение режима в ту или другую стороны по отношению к указанным показателям приводит к снижению продуктивности напочвенного покрова (рис. 5 *а*, *б*).

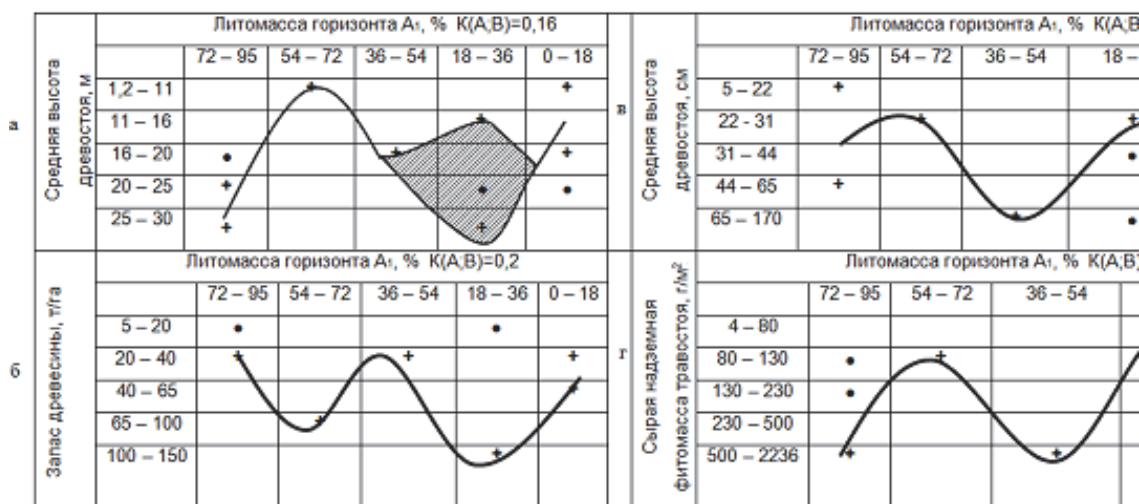


Рис. 6. Распределение фитоценотических признаков лесных биогеоценозов в зависимости от количества литомассы в почве

Важно отметить влияние вертикального температурного градиента в почве на продуктивность леса. В целом прослеживается тенденция к росту продуктивности с увеличением перепада температуры в почве (рис. 5 в, г), когда верхние почвенные горизонты, где расположена основная ризосфера, оказываются намного теплее нижних. Максимальные температурные градиенты наблюдаются на выположенных поверхностях с мощным почвенным профилем, что создает благоприятные условия для развития растительности. На маломощных же слабо гумусированных почвах крутых склонов, с близкорасположенной охлаждающей материнской породой, температуры нижних и верхних горизонтов почвы существенно выравниваются, что и означает уменьшение вертикального температурного градиента. В таких термических условиях продуктивность лесных в целом фиоценозов падает.

Помимо влажности и температуры почвы существенными ретрансляторами в системе ландшафтных связей выступает количество литомассы (обломков коренной породы) в почвенном горизонте A_1 (степень его каменистости), которое также определяется локальными геоморфологическими факторами. Степень каменистости почвы сказывается на структурных и функциональных особенностях лесных биогеоценозов. Так, при ее увеличении лесной массив разреживается, деревья становятся более узкоствольными и высокими (рис. 5 д, е, 6 а), а запас древесины имеет тенденцию к снижению (рис. 6 б). В травянистом ярусе возрастание количества литомассы в гумусовом горизонте, наоборот, способствует увеличению его высоты (рис. 6 в), а также сырой надземной фитомассы (рис. 6 г). Такую противоположную реакцию двух растительных ярусов можно объяснить разницей в размерах корней и глубине их

проникновения. Корням травянистых растений наличие литомасс в гумусовом горизонте создает хороший дренаж и способствует обогащению почвы кислородом. Деревьям, с их крупными корнями, обломки коренных пород затрудняют проникновение сосущих корней на достаточную глубину в почву и тем самым препятствуют получению ими питательных веществ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На примере Комсомольского заповедника проведен опыт моносистемного моделирования лесных биогеоценозов одного из подтаежных экорегионов Дальневосточного бореального экотона, с применением методов теории информации, что позволило установить локальную систему геоморфологической и гидротермической ординации различных фитоценотических признаков в этой переходной зоне. Результаты анализа подтвердили положение [20, 21, 24] о том, что на локальном уровне природно-территориальной дифференциации термо-гидроэдафические факторы являются ведущими и в вегетационный период служат основными передаточными звеньями в системе цепных реакций лесных экосистем на гидротермические воздействия. Для пограничных территорий, относящихся к геоэкотонам, эти два признака являются особенно значимыми. В зависимости от распределения тепла и влаги в почве происходит взаимопроникновение с севера и с юга различных древесно-кустарниковых пород и видов напочвенного покрова. Возрастают структурный и функциональный контрасты между лесными экосистемами, что делает их более чувствительными к внешним, в том числе климатическим, сигналам. Такие территории являются благоприятными объектами для биоэкологического и геосистемного мониторинга лесного покрова в

условиях меняющегося климата и импактных антропогенных воздействий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Арманд А.Д. Информационные модели природных комплексов. М.: Наука, 1975. 126 с.
2. Арманд А.Д. Самоорганизация и саморегулирование географических систем. М.: Наука, 1998. 264 с.
3. Арманд Д.Л., Таргульян В.О. Некоторые принципиальные ограничения эксперимента и моделирования в географии // Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1974. № 4. С. 129-138
4. Базилевич Н.И., Гребенчиков О.С., Тишков А.А. Географические закономерности структуры и функционирования экосистем. М.: Наука, 1986. 297 с.
5. Беручашвили Н.Л., Жучкова И.К. Методы комплексных физико-географических исследований. М.: Изд-во МГУ, 1997. 319 с.
6. Высоцкий Г.Н. Избранные труды. М.: Сельхозгиз, 1960. 435 с.
7. Гарцман И.Н. Проблемы географической зональности и дискретность гидрометеорологических полей в горных условиях муссонного климата // Труды ДВНИГМИ. 1971. Вып. 35. С. 3-31.
8. Глазовская М.А. Геохимия природных и антропогенных ландшафтов СССР. М.: Высшая школа, 1988. 328 с.
9. Дылис Н.В., ред. Программа и методика биогеоценотических исследований. М.: Наука, 1974. 403 с.
10. Дьяконов К.Н. Информационный подход к анализу организации геосистем топологического уровня // Вопросы географии. Сб. 127. Моделирование геосистем. М.: Мысль, 1986. С. 111-122.
11. Дьяконов, К.Н., Касимов Н.С., Тикунов В.С. Современные методы географических исследований. М.: Просвещение, 1996. 207 с.
12. Залетаев А.С. Экотонные экосистемы как географическое явление и проблемы экотонизации биосферы // Современные проблемы географии экосистем (Тезисы докл. Всесоюз. совещ.). М.: Ин-т географии АН СССР, 1984. С. 53-55.
13. Исаченко А.Г. Основы ландшафтоведения и физико-географическое районирование. М.: Высшая школа, 1965. 327 с.
14. Исаченко А.Г. Ландшафты СССР. Л.: Изд-во ЛГУ, 1985. 320 с.
15. Кастлер Г. Азбука теории информации // Теория информации в биологии. М.: Изд-во иностр. лит., 1960. С. 9-53.
16. Колесников Б.П. Кедровые леса Дальнего Востока // Труды Дальневост. фил. АН СССР. Сер. бот. Т. 2 (4). М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1956. 262 с.
17. Колесников Б.П. Растительность // Южная часть Дальнего Востока. М.: Наука, 1969. С. 206-250.
18. Коломыц Э.Г. Организация и устойчивость хвойно-лесных экосистем на бореальном экотоне Русской равнины // Изв. РАН. Сер. географич. 1995. № 3. С. 37-51.
19. Коломыц Э.Г. Региональная модель глобальных изменений природной среды. М.: Наука. 2003. 371 с.
20. Коломыц Э.Г. Локальные механизмы глобальных изменений природных экосистем. М.: Наука, 2008. 427 с.
21. Крауклис А. А. Проблемы экспериментального ландшафтоведения – Новосибирск: Наука, 1979. 232 с.
22. Никонов В.И. Природные ландшафты Нижнего Приамурья // Сибирский географический сборник. Новосибирск: Наука, 1975. Вып. 10. С. 128-175.
23. Одум Ю. Основы экологии. Пер. с англ. М.: Мир, 1975. 740 с.
24. Преображенский В.С. Ландшафтные исследования. М.: Наука, 1960. 128 с.
25. Преображенский В.С. Организация, организованность ландшафтов (препринт). М.: Ин-т географии АН СССР, 1986. 20 с.
26. Преображенский В.С. О системе методов общей физической географии // Методы ландшафтных исследований. М.: Наука, 1969. С. 7-34.
27. Пузаченко Ю.Г., Скулкин В. С. Структура растительности лесной зоны СССР. Системный анализ. М.: Наука. 1981. 275 с.
28. Раменский Л.Г. Избранные работы. Проблемы и методы изучения растительного покрова. Л.: Наука, 1971. 334 с.
29. Соловьева В.В., Розенберг Г.С. Современные представления об экотонах или теория экотонных // Успехи соврем. биологии. 2006. Т. 126, № 6. С. 531-549.
30. Сочава В.Б. Растительный покров на тематических картах. Новосибирск: Наука, 1979, 189 с.
31. Уиттекер Р. Сообщества и экосистемы. М.: Прогресс, 1980. 327 с.
32. Упоров, Г.А. Географическое положение и ландшафтное разнообразие Комсомольского государственного природного заповедника // Науч. альманах. Естественно-географич. исследования. Комсомольск-на-Амуре: Изд-во АмГПУ. 2008. №6. С. 17-26.
33. Эшби У.Р. Введение в кибернетику. Пер. с англ. М.: Изд-во иностр. лит., 1959. 432 с.

MONOSYSTEM ORGANIZATION OF FOREST GEOSYSTEMS ON THE BOREAL ECOTONE IN LOWER BY-AMUR REGION

© 2014 P.S. Petrenko

Komsomolsky State Natural Reserve

This article is devoted to landscape-ecological analysis of Komsomolsky nature reserve forest ecosystems. The analysis was made with the use the theory information method and binary ordination. They were built a structural model of component landscape links and ecological niche series. On basis of them it was shown soil temperature and humidity was the main transmitting block among climate and plant formations on local level. These two characters are especially important for ecotone territories.

Key words: forest ecosystem, ecotone, informational model, component landscape links, ecological niches.