

УДК 631.4:551.4

РОЛЬ ЛИТОЛОГО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ В ПРОДУКТИВНОСТИ ЭКОСИСТЕМ СЕВЕРНОЙ ТАЙГИ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

© 2010 г. С. В. Горячкин*, П. М. Глазов*, А. В. Кривопапов**, В. Н. Мерзлый***,
Л. В. Пучнина***, А. А. Титова*, Т. Ю. Туюкина*

*Институт географии РАН, Москва,

**Географический факультет МГУ,

***Государственный природный заповедник "Пинежский"

Поступила в редакцию 30.04.2010 г.

Исследованы запасы фитомассы надземной древесины и темпы ее прироста в лесных экосистемах северной тайги в различных почвенно-геоморфологических условиях Архангельской области. Геогенные факторы могут более чем в 10 раз изменять продуктивность лесных экосистем северной тайги, оказывая влияние как на прирост, так и на полноту древостоя. Открытый карст с преобладанием почв на бедных питательными веществами пермских гипсах приводит к появлению редколесий с запасом надземной древесины всего около 15 т/га. В условиях карбонатных субстратов и/или проточного увлажнения запасы надземной древесины составили 170–190 т/га, в то время как в зональных моренных ландшафтах – около 100 т/га. Прирост древесины ели на карбонатных переувлажненных почвах в 2 раза выше, чем в зональных ельниках моренных ландшафтов.

Введение. Роль литолого-геоморфологических (геогенных) факторов, или, иными словами, богатства почвообразующих пород и связанных с ними почв, а также условий рельефа, обеспечивающих, наряду с микроклиматической дифференцированностью, дренированность и застойность-проточность увлажнения, в обеспечении продуктивности экосистем давно известна [8, 1]. Однако, на наш взгляд, по сравнению с биоклиматическими характеристиками роль геогенных параметров, формирующих продуктивность современных экосистем, все еще изучена недостаточно. В связи с этим целью данного многолетнего исследования было выявление роли почв и рельефа в определении таких базовых параметров продуктивности лесных биоценозов, как запас и прирост древесины в северной тайге Архангельской области. В основном исследования проведены на территории Пинежского заповедника, где в связи с развитием карста и пестрым составом почвообразующих пород геогенное разнообразие развито максимально для равнинной территории.

Объекты и методы. Исследования влияния почвенно-геоморфологических особенностей на биопродуктивность проводились в Пинежском государственном заповеднике, который расположен в подзоне северной тайги, в юго-восточной части Беломорско-Кулойского плато, на севере

европейской части России. Для сравнения брались также некоторые литературные данные по другим районам Архангельской области и собственные материалы по левобережью Пинеги.

Запас фитомассы измерялся известными лесоводческими и геоботаническими методами на заложенных стационарных площадях [2, 6]. Рассчитывался прежде всего запас надземной фитомассы древесины. Для оценки биопродуктивности лесных ландшафтов был выбран метод измерения прироста древесины в модельных деревьях. На каждом местообитании было выбрано 20 модельных деревьев. Годичные кольца изучались с помощью кернов модельных деревьев, взятых возрастным буром Преслера, на высоте 1.3 м, с западной стороны ствола. Ширина годичных колец измерялась под бинокулярной лупой МБС-1, с точностью до 0.05 мм. На основании данных измерений были определены особенности динамики прироста древесины в разных геогенных условиях по 5-летним интервалам. Все измерения продуктивности сопровождались почвенно-географическими исследованиями.

Запасы фитомассы. На основании измерений и анализа литературных данных была составлена таблица. Как видно из этой таблицы, геогенные факторы приводят к тому, что запасы фитомассы древесины в зависимости от местообитаний име-

Таблица. Запасы фитомассы надземной древесины в различных лесных биоценозах северной тайги Архангельской области

Фитоценоз, возраст, лет	Запас надземной древесины, т/га	Авторы	Район исследований, рельеф, почва [4]
Сосняк вересково-лишайниковый, 68	49	[7]	Онежский район: подзолы песчаные
Ельник разнотравно-кисличный, 125	207	[7]	Плесецкий район: “перегнойно-карбонатные почвы, сформированные на известковой плите”
Березово-хвойное редколесье, 60	15	Туюкина, Горячкин	Холмогорский район: открытый карст; гипсодробозёмы, дерновые, сухоторфяные
Ельник травяной, 100	170	Горячкин, Кривопапов	Пинежский район (здесь и ниже): озерная терраса; элювиально-метаморфические глееватые, перегнойные остаточно-карбонатные
Ельник приручейный, 210	193	Мерзлый	пластово-денудационный расчлененный рельеф, аллювиальные перегнойные
Ельник черничный свежий, 190	157	Мерзлый	пластово-денудационный расчлененный рельеф, перегнойно-подзолистые
Ельник черничный свежий, 140	87	Мерзлый	моренный рельеф с карстом, подзолистые почвы на двучленах
Ельник черничный влажный, 160	96	Мерзлый	моренный рельеф с карстом, подзолисто-глеевые почвы на двучленах
Ельник черничный влажный, 150	88	Мерзлый	пластово-денудационный слаборасчлененный рельеф, подзолисто-глеевые почвы
Ельник черничный свежий, 160	111	Мерзлый	карстово-ледниковый рельеф, подзолистые почвы и подзолы
Сосняк черничный свежий, 150	117	Мерзлый	карстово-ледниковый рельеф, подзолистые почвы и подзолы
Ельник черничный свежий, 160	115	Мерзлый	покрытый карст, широкий набор почв от подзолистых и подзолов до слаборазвитых и гипсодробоземов
Сосняк черничный свежий, 190	116	Мерзлый	то же
Лиственничник черничный, 180	117	Мерзлый	то же
Лиственничник черничный, 180	111	Мерзлый	то же

ют амплитуду от 15 т/га в условиях лесных редколесий открытого карста до 207 т/га в условиях “перегнойно-карбонатных почв”, правда Плесецкий район находится уже на границе северной и средней тайги.

В ландшафтах открытого карста, где запасы фитомассы минимальны, плотность карстовых форм максимальна – до 1500 форм и более на км². В почвенном покрове доминируют почвы, сформировавшиеся на плотных гипсах – “гипсодробоземы” [4]. Здесь произрастают березово-хвойные редколесья, вес растущей надземной древесины в которых в 8–10 раз меньше, чем в типичных зональных сообществах. В автоморфных и транзитных элементарных ландшафтах характерен нетипичный для северной тайги злаково-лишайниковый напочвенный покров [5]. Сниже-

ние биопродуктивности растительных сообществ в ландшафтах открытого карста обусловлено тем, что гипсы-эвапориты на 98–99% состоят из $\text{CaSO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$ и большинство биофильных элементов содержатся в них на уровне следовых количеств [5, 10]. Еще меньше запасы фитомассы в суходольных лугах карстовых логов (около 4 т/га), но здесь лимитирующим фактором выступает сильнорасчлененный макрорельеф, обусловивший настолько контрастный микроклимат, что он мешает возобновлению лесов [9].

Что касается лесов собственно Пинежского заповедника, то, по данным таксационных пересчетов древостоя на стационарных площадях, самая низкая продуктивность древостоев еловых ценозов на территории заповедника отмечена в моренном и пластово-денудационном слаборасчле-

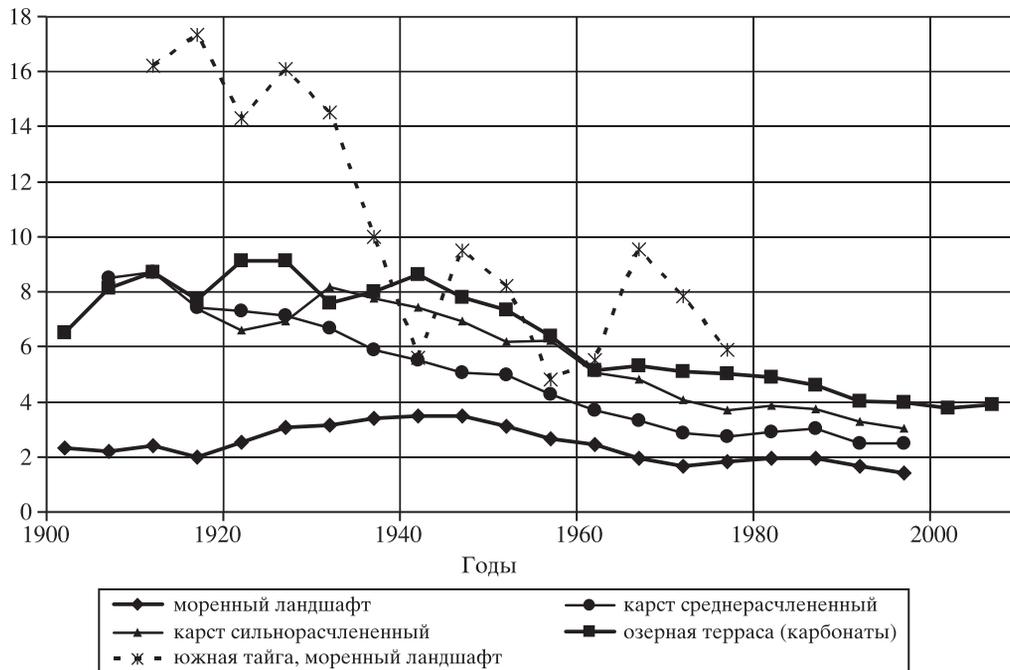


Рисунок. Прирост древесины ели сибирской в XX в. в различных местообитаниях (мм/5 лет).

ненном ландшафтах, которые наиболее типичны для северной тайги ЕТР – запас древесины в них составляет от 86 до 96 т/га.

Переувлажненность почв в северной тайге – лимитирующий фактор, поэтому наибольший прирост древесины наблюдался в ландшафте покрытого карста, где почвы свободно дренируются (см. ниже), однако из-за уменьшения полноты древостоя вследствие сильнопересеченного карстового рельефа фитомасса данных ельников сопоставима с фитомассой еловых древостоев карстово-ледникового рельефа и составляет в обоих случаях 111–115 т/га. Наибольшим ростом среди древесных пород отличается лиственница сибирская, ее высота достигает 24–25 (до 35) м, однако чистые лиственничники небольшими островками встречаются только в наиболее сильнопересеченных участках карстогенного ландшафта и имеют небольшую полноту, их запас сопоставим с продуктивностью еловых и сосновых насаждений и составляет до 117 т/га. В ландшафтах покрытого карста развитие процессов карстовой денудации приводит к попаданию в корнеобитаемый слой карбонатсодержащих морен и гипсов. Наряду с подзолистыми почвами автоморфных элементарных ландшафтов и дерновых серогумусовых (при близком подстилании карбонатных и гипсовых пород) на склонах и в днищах карстовых воронок глубиной до 5 м основной фон составляют неполноразвитые пелозёмы оподзоленные остаточнокорбонатные [4]. Близкое залегание окорбонаненных горизонтов с нейтральной и слабощелочной

реакцией среды отражается повышением рН органических горизонтов почв по сравнению с подстилками подзолистых почв моренных ландшафтов. Наличие дополнительных источников биофильных элементов кальция и серы в ландшафтах покрытого карста приводит к улучшению бонитета древостоя, росту числа видов в напочвенном покрове и произрастанию видов-кальцефилов, нетипичных для моренных ландшафтов (можжевельник, шиповник, аконит).

Максимальной продуктивностью характеризуются леса, где почвы наиболее плодородны из-за концентрации питательных веществ в условиях проточного увлажнения ложбин или нижних частей склонов и/или близкого залегания карбонатных пород, но нет лимитирующего воздействия расчлененного рельефа, который обуславливает частую денудацию, не позволяющую лесам иметь большую полноту. При этом некоторый гидроморфизм карбонатных почв практически не оказывает отрицательного влияния на продуктивность ценозов. Наиболее продуктивные леса Пинежского заповедника – это ельники приручейные пластово-денудационного расчлененного ландшафта с богатыми аллювиальными перегнойными почвами, запас которых составляет до 193 т/га, а также ельники травяные на озерных террасах с отложениями известковой гачи (170 т/га) и ельники черничные пластово-денудационного расчлененного рельефа (157 т/га).

Прирост древесины. Результаты измерений прироста древесины в различных ландшафтах Пинежского заповедника показаны на рисунке. Прирост ели сибирской (*Picea obovata*) в моренном ландшафте составил 2.43 мм/5 лет, в карсто-во-ледниковом ландшафте (“среднерасчлененный карст”) – 4.57 мм, а в ландшафте покрытого карста (“сильнорасчлененный карст”) – 5.6 мм; в ельнике травном на полугидроморфных карбонатных почвах озерной террасы прирост оказался максимальным и составил 6.25 мм. Причины таких различий были названы выше. Тем не менее прирост ели в южной тайге на моренных отложениях Валдая в 4 раза выше своих северотаежных аналогов и почти в 2 раза выше прироста в благоприятных местообитаниях подзоны северной тайги [3].

Заключение. Геогенные факторы могут более чем на математический порядок изменять продуктивность лесных экосистем северной тайги, оказывая влияние, как на прирост, так и на полноту древостоя. Открытый карст с преобладанием почв на бедных питательными веществами пермских гипсах приводит к появлению редколесий с запасом надземной древесины всего около 15 т/га. Рельеф карстовых логов, обуславливающий контрастный микроклимат, определяет полное отсутствие лесов и произрастание суходольных лугов с низким запасом фитомассы. Наличие переувлажнения в условиях карбонатных субстратов и/или проточного увлажнения не способствует уменьшению продуктивности, а, наоборот, приводит к наивысшим показателям запасов надземной древесины в 170–190 т/га. Расчлененный карстовый рельеф с преобладанием коротких крутых склонов оказывает отрицательное влияние на запасы фитомассы, “компенсируя” положительное влияние высокого содержания кальция в почвах и связанный с ним высокий прирост древесины.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Базилевич Н.И., Гребенщиков О.С., Тишков А.А.* Географические закономерности структуры и функционирования экосистем. М., 1986.
2. *Базилевич Н.И. и др.* Методы изучения биологического круговорота в различных природных зонах. М., 1978.
3. *Глазов М.В.* Продуктивность экосистем еловых лесов Валдая и роль животных в их функционировании // Структура и функционирование экосистем южной тайги. М., 1986.
4. *Горячкин С.В.* Почвенный покров Севера (структура, генезис, экология, эволюция). М.: ГЕОС, 2010.
5. *Горячкин С.В., Туюкина Т.Ю., Малков В.Н. и др.* Генезис и геохимия таежных редколесий гипсово-карстовых ландшафтов Европейской России // Изв. РАН. Сер. геогр., 2004. № 2. С. 100–110.
6. *Молчанов А.А.* Продуктивность органической массы в лесах различных зон. М.: Наука, 1971.
7. *Молчанов А.А., Полякова А.Ф.* Характеристика основных типов леса // Основные типы биогеоценозов северной тайги. М.: Наука, 1977.
8. *Раменский Л.Г.* Введение в комплексное почвенно-геоботаническое исследование земель. М.: Сельхозгиз, 1938.
9. *Титова А.А., Горячкин С.В.* Температурный режим как фактор устойчивости лугов карстовых логов и формирования специфических почв под ними / Компоненты экосистем и биоразнообразие карстовых территорий Европейского Севера России. Архангельск, 2008. С. 9–15.
10. *Tuyukina T.Yu.* Geochemical studies of northern taiga (gypsum) karst ecosystems and their high vulnerability to natural and anthropogenic hazards // Environmental Geology. V. 58 № 2. 2009. P. 269–274.

Role of Litho-Geomorphological Factors in Productivity of Ecosystems of Northern Taiga in Archangelsk Region

S. V. Goryachkin*, P. M. Glazov*, A. V. Krivopalov**, V. N. Merzliy***,
L. V. Puchnina***, A. A. Titova*, T. Yu. Tuyukina*

*Institute of Geography, RAS

** Moscow State University

*** State Reserve “Pinezhski”

Distinctions of wood phytomass stores and rates of its amount of growth in ecosystems of northern taiga in various soil-geomorphological conditions of the Arkhangelsk region are investigated. Geogenic factors can more, than in 10 times to change the productivity of forest ecosystems of northern taiga, influencing both on a growth, and on a canopy of a forest stand. The open karst with prevalence of soils on poor in nutrients Perm gypses results in occurrence of open woodlands with a store of wood phytomass about 15 t/ha. In conditions of calcareous substrata and/or not stagnant overmoistening the store of wood phytomass reaches 170–190 t/ha, while in zonal glacial landscapes ca 100 t/ha. The amount of wood growth of spruce on calcareous semi-hydromorphic soils is in 2 times higher than in zonal spruce forests of glacial landscapes.