

СУКЦЕССИОННАЯ ДИНАМИКА ПОСЛЕРУБОЧНЫХ ХВОЙНО-ШИРОКОЛИСТВЕННЫХ ЛЕСОВ СЕВЕРО- ЗАПАДНОГО КАВКАЗА

Шевченко Н.Е., Кузнецова А.И.

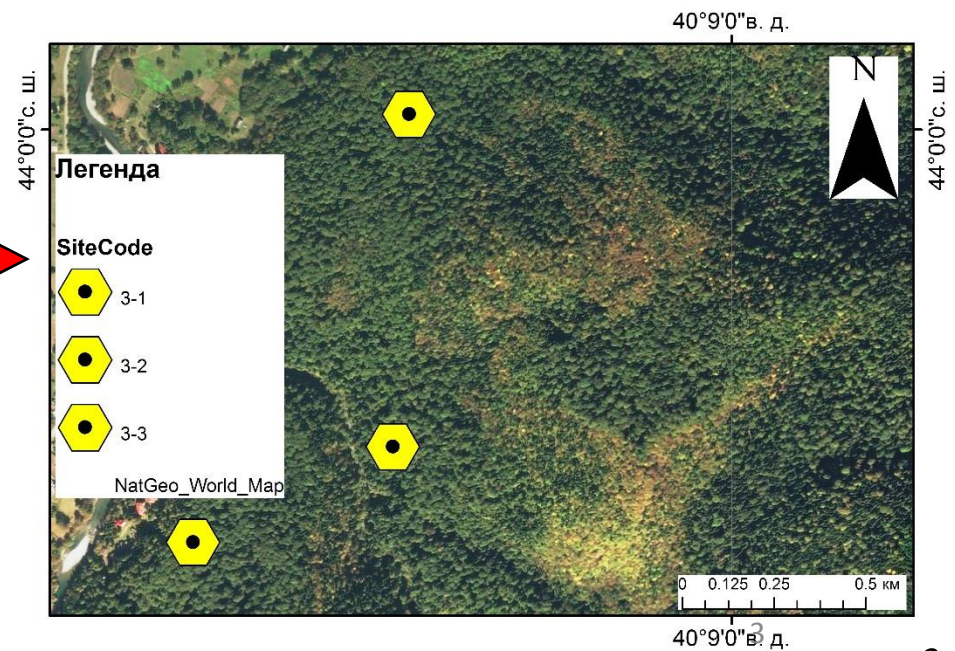
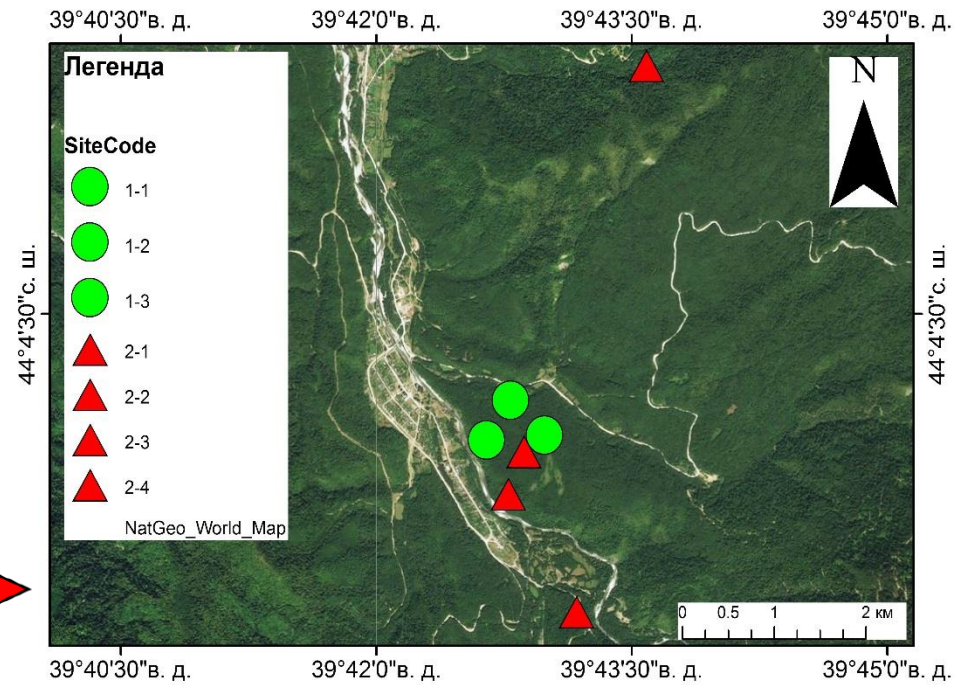
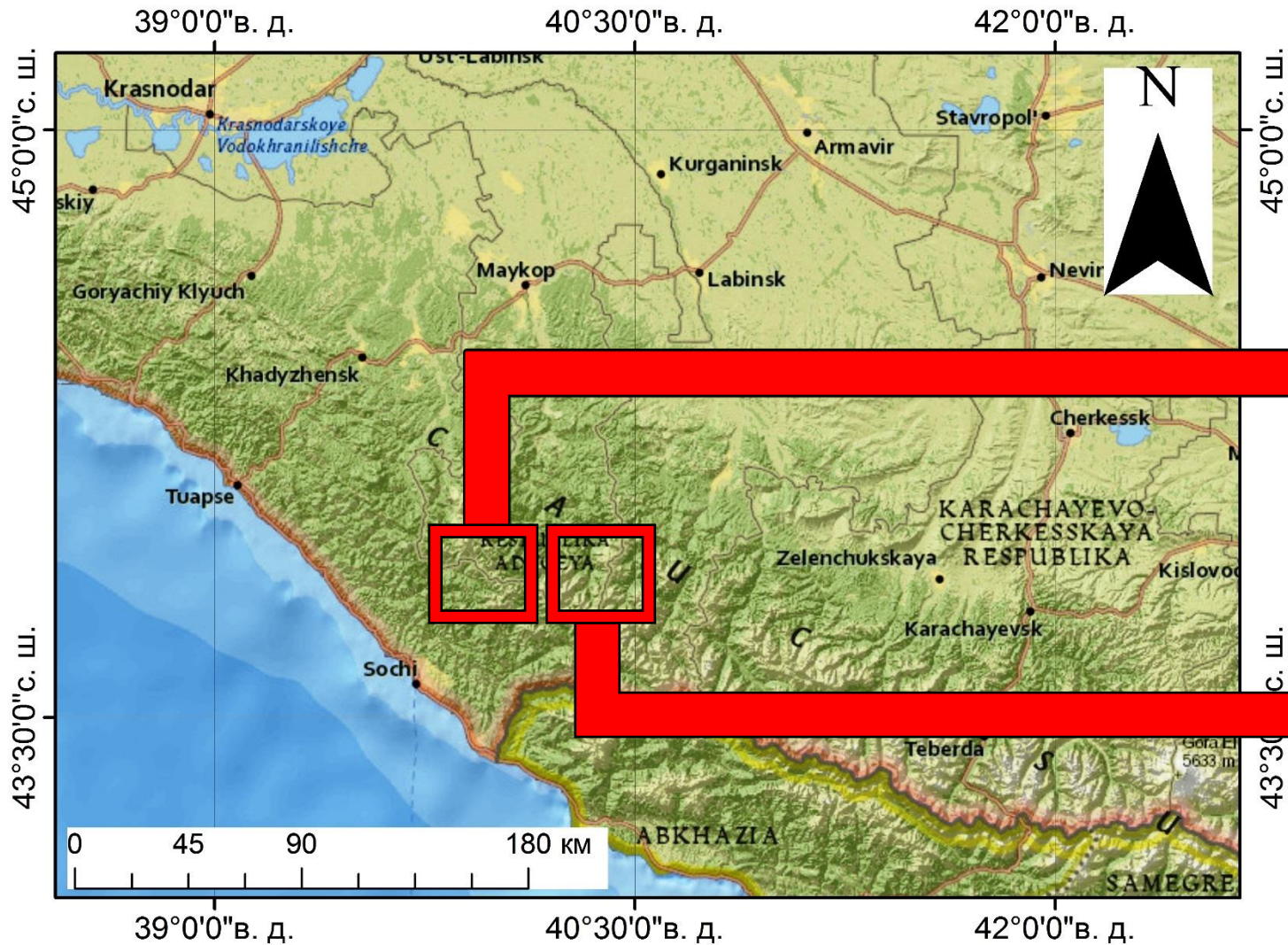


Цель работы – изучить динамику хвойно-широколиственных лесов Северо-Западного Кавказа в ходе послерубочной сукцессии с использованием популяционного подхода.

Для достижения поставленной цели решались следующие **задачи**:

1. Выявить и описать сообщества хвойно-широколиственных лесов Северо-Западного Кавказа на разных стадиях послерубочной сукцессии;
2. Описать типы онтогенетических спектров ценопопуляций деревьев на разных стадиях послерубочной сукцессии;
3. Оценить условия местообитаний с применением метода экологических шкал;
4. Оценить изменение эколого-ценотической структуры сообществ в ходе сукцессии;
5. Оценить общие запасы углерода в профиле почв LFH-A-AB-B-BC на разных стадиях послерубочной сукцессии;
6. Описать зависимость запасов углерода в подстилке от доли основных доминантов древостоя на разных стадиях послерубочной сукцессии.

РАЙОН ИССЛЕДОВАНИЯ



МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В работе применены следующие методы: таксационные, демографические, геоботанические, почвенные.

В лесах разных стадий сукцессии заложено 9 пробных площадей, размером 50x50 м, по 3 площади для каждой стадии сукцессии. На пробных площадях выполнялся сплошной пересчет деревьев высотой от 1,5 метров с измерением высоты (лазерный высотомер Nikon Forestry Pro) и окружности стволов. На основе полученных данных был определен запас стволовой древесины всех видов деревьев с использованием справочных пособий (Справочник..., 1995; Общесоюзные..., 1989). Возраст деревьев определялся при помощи бура.

Использована периодизация онтогенеза, предложенная Т.А. Работновым (1950), дополненная А.А. Урановым (1975) и его учениками (Ценопопуляции..., 1988). Учет проводили на площадках разных размеров. Виргинильные, генеративные, субсенильные и сенильные особи деревьев учитывались на площадках размером 0.25 га (в 3-кратной повторности на каждой стадии). Имматурные особи деревьев учитывались на площадках размером 100 м² (в 6-кратной повторности на каждой стадии). Ювенильные особи выявляли на площадках размером 1 м² (в 30-кратной повторности на каждой стадии). Полученные данные пересчитывали на 1 га.

Для описания сообществ были заложены квадратные площадки 20x20 м. На каждой стадии сукцессии сделано по 9 описаний. На всех площадках составлен полный флористический список с учетом ярусной структуры леса. В каждом ярусе определено проективное покрытие видов по шкале Ж. Браун-Бланке (Braun-Blanquet, 1964, цит. по: Миркин и др., 1989). Латинские названия сосудистых растений даны по С.К. Черепанову (1995), мхов в соответствии со списком (Ignatov et al., 2006).



Для определения валового, гранулометрического состава, кислотности горизонта ВС, содержание углерода, на каждой пробной площади 50 на 50 метров в межкрупном и подкрупном пространстве были заложены опорные разрезы, из которых отбирались образцы подстилки и минеральных горизонтов почв (каждые 10 см) до почвообразующей породы.

Содержание углерода оценивалось на CHN анализаторе (EA 1110 (CHNS-O)) в экоаналитической лаборатории ЦКП "Хроматография" ИБ Коми НЦ УрО РАН.

Для определения массы подстилки и запасов углерода в ней на каждой пробной площади дополнительно производился отбор подстилки с использованием рамки размером 0,25x0,25 м в трехкратной повторности.



Сукцессионный статус лесов оценивали по индикаторам, которые разработаны отечественными популяционными биологами (Смирнова и др., 1988; 2006; Евстигнеев и др., 1992; Смирнова, 2004). К основным из них относятся полнота видового состава деревьев и полночленность онтогенетического состава их ценопопуляций.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

По эколого-флористической классификации эти леса относятся к разным вариантам **субассоциации** *Illici colchicae-Abietetum nordmanniana Rhododendretosum pontici* Korotkov et Belonovskaja 1987 **ассоциации** *Illici colchicae-Abietetum nordmanniana* Korotkov et Belonovskaja 1987 **подсоюза** *Abieti-Fagenion orientalis* Korotkov et Belonovskaja 1987 **союза** *Vaccinio-Fagion orientalis* (Zohary 1973) Passarge 1981 **порядка** *Rhododendro pontici-Fagetalia orientalis* (Soo 1964) Pass. 1981 **класса** *Quercu-Fagetea* Br.-Bl. et Vlieger 1937.



Ранняя стадия

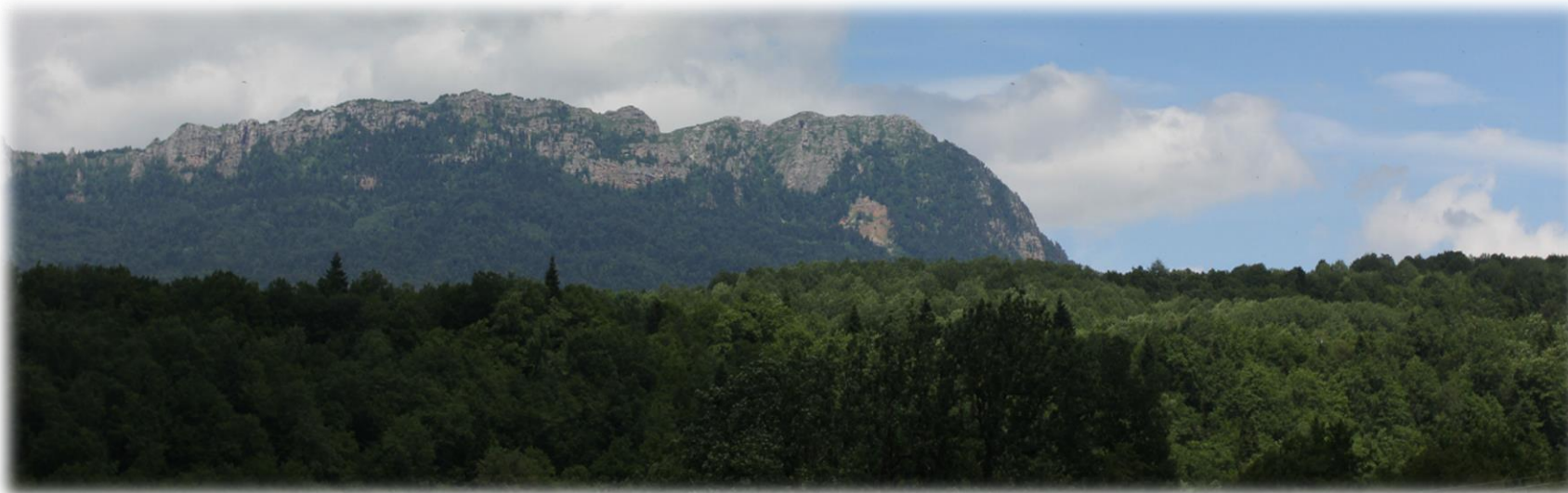



Переходная стадия



Поздняя стадия

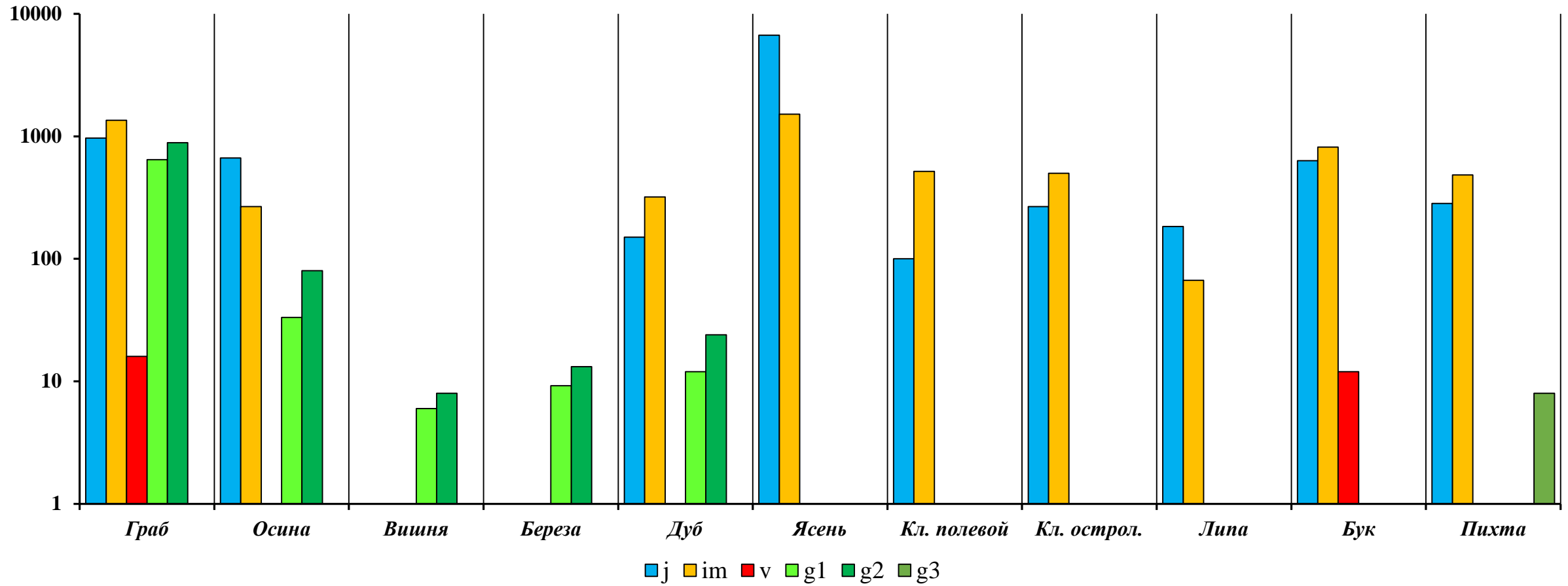
ВЕРХОВЬЯ РЕКИ ПШЕХИ, АПШЕРОНСКОЕ ЛЕСНИЧЕСТВО, КРАСНОДАРСКИЙ КРАЙ





**Сообщества ранней послерубочной стадии
хвойно-широколиственных лесов Северо-Западного Кавказа
*осиново-грабовые жимолостно-мелкотравные сообщества***

Онтогенетическая структура ценопопуляций деревьев на ППП ранней стадии сукцессии (результаты пересчитаны на 1 га) – осиново-грабовые жимолостно-мелкотравное сообщества



Примечание: по оси абсцисс – онтогенетические состояния видов деревьев, по оси ординат – LgN особей.

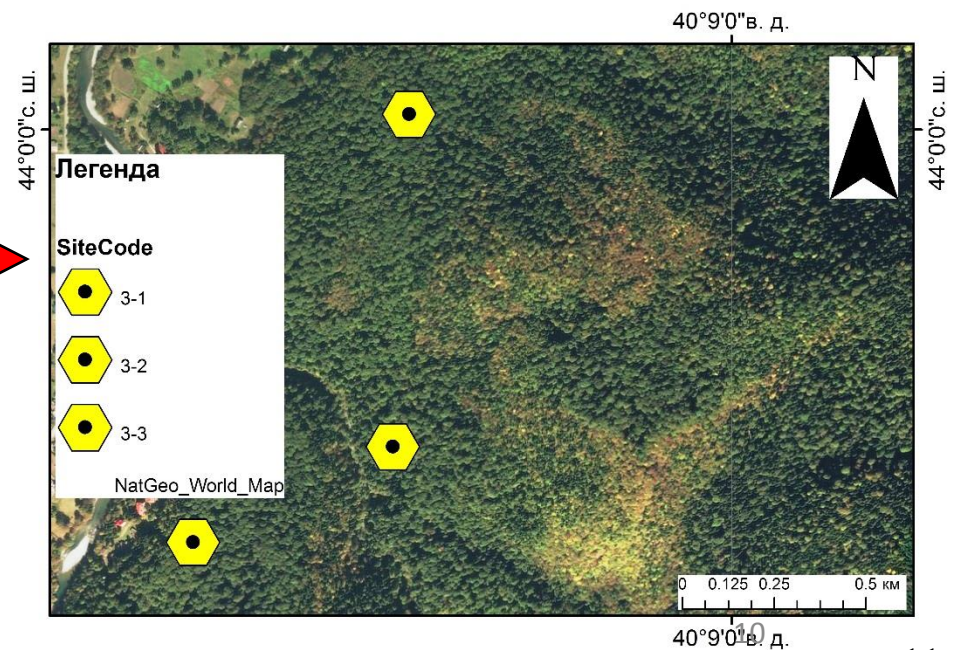
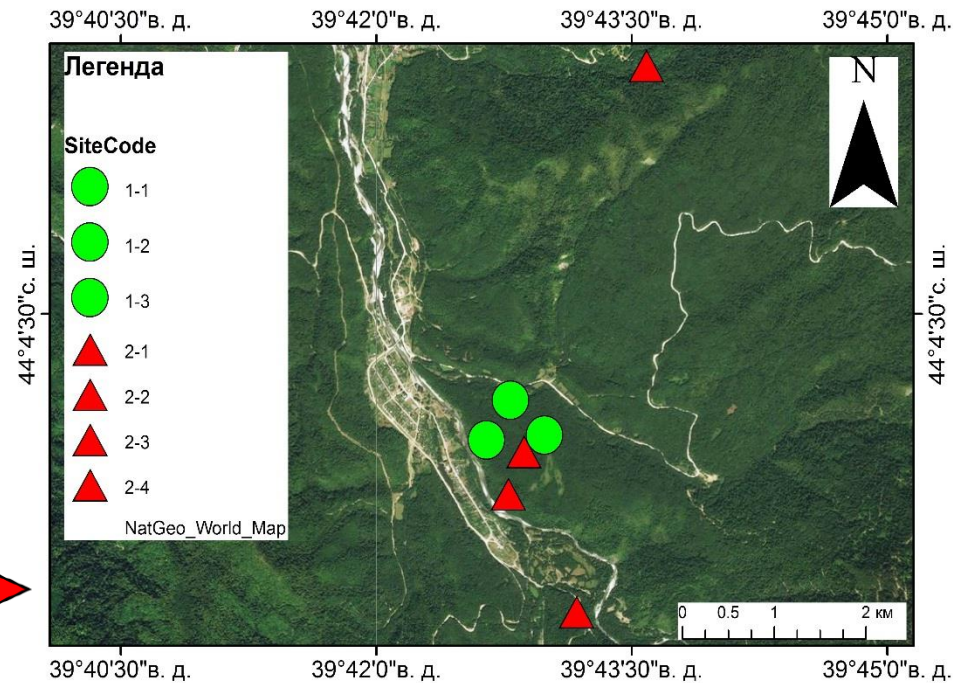
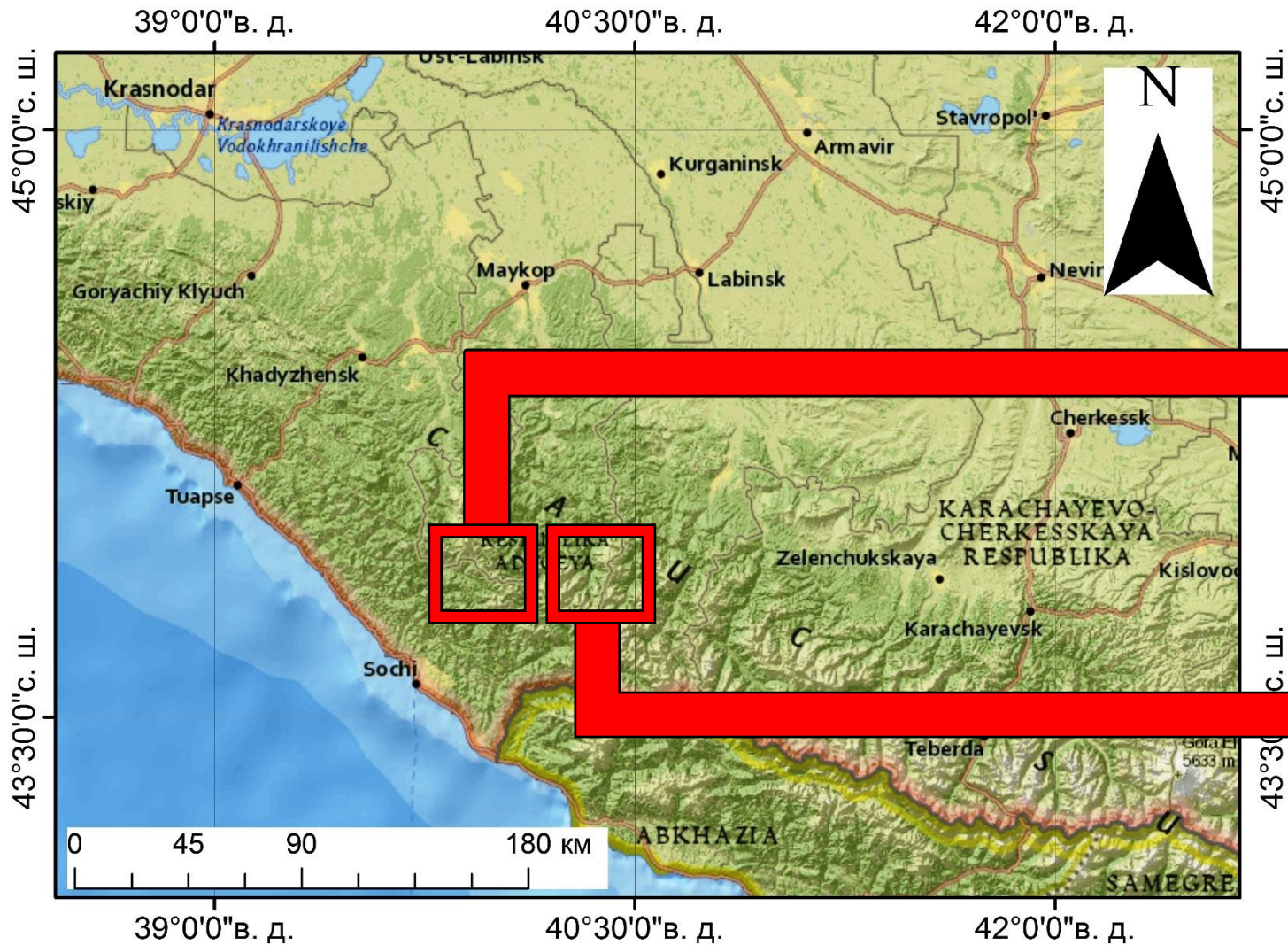
Виды деревьев:


Пихта – *Abies nordmanniana*, **Кл. полевой** – *Acer campestre*, **Кл. остролистный** – *Acer platanoides*, **Береза** – *Betula pubescens*, **Граб** – *Carpinus betulus*, **Вишня** – *Cerasus avium*, **Бук** – *Fagus orientalis*, **Ясень** – *Fraxinus excelsior*, **Осина** – *Populus tremula*, **Дуб** – *Quercus petraea*, **Липа** – *Tilia begoniifolia*.

онтогенетические состояния особей:

j – ювенильное, **im** – имматурное, **v** – виргинильное, **g1** – молодое генеративное, **g2** – зрелое генеративное, **g3** – старое генеративное.

РАЙОН ИССЛЕДОВАНИЯ





**Сообщества переходной послерубочной стадии
хвойно-широколиственных лесов Северо-Западного Кавказа
– *буково-пихтово-грабовые мелкотравные сообщества***



Орехи каштана (*Castanea sativa*)



**Клубнелуковица
цикламена колхидского
(*Cyclamen caucasicum*)**

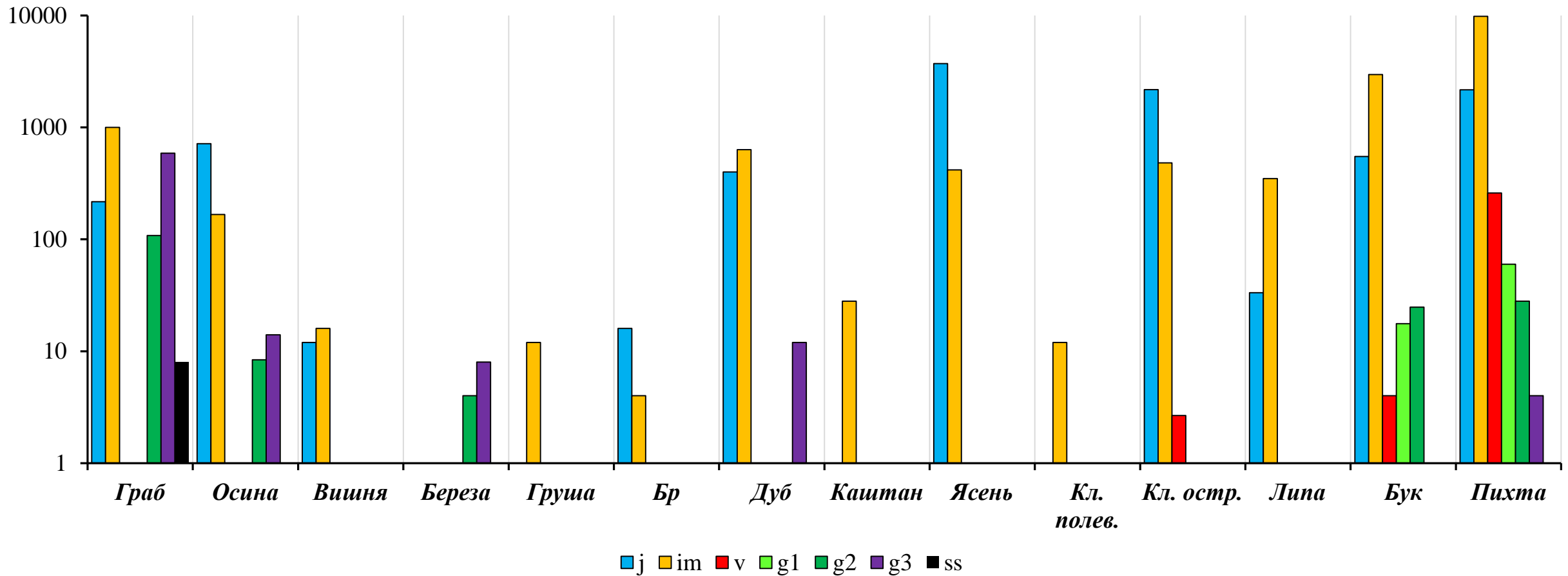


**Подрост каштана
(*Castanea sativa*)**



**Старые деревья граба
(*Carpinus betulus*)**

**Онтогенетическая структура ценопопуляций деревьев
на ППП переходной стадии сукцессии (результаты пересчитаны на 1 га)
– буково-пихтово-грабовые мелкотравные сообщества**

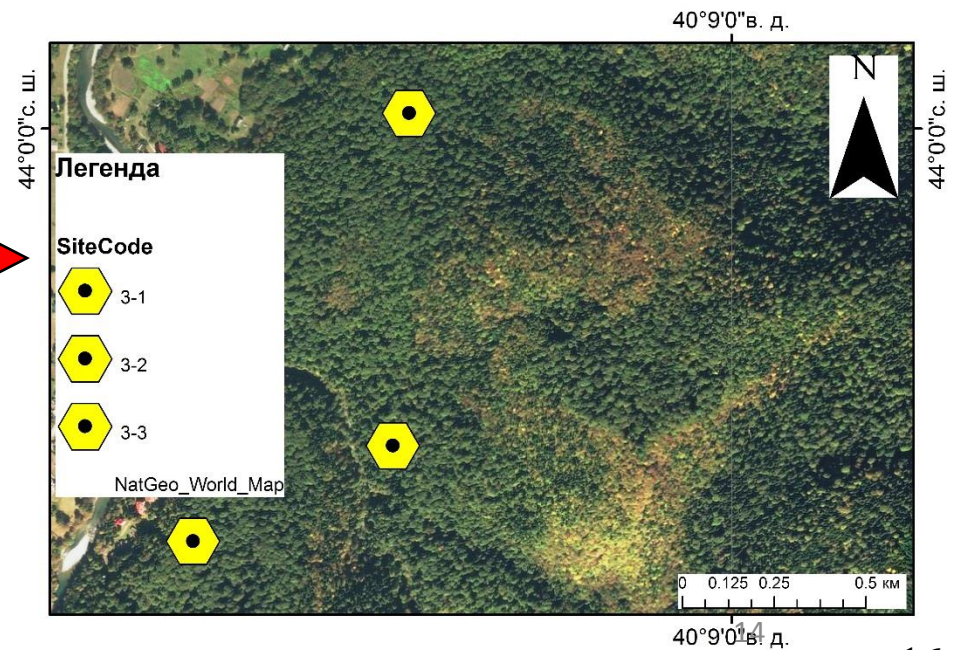
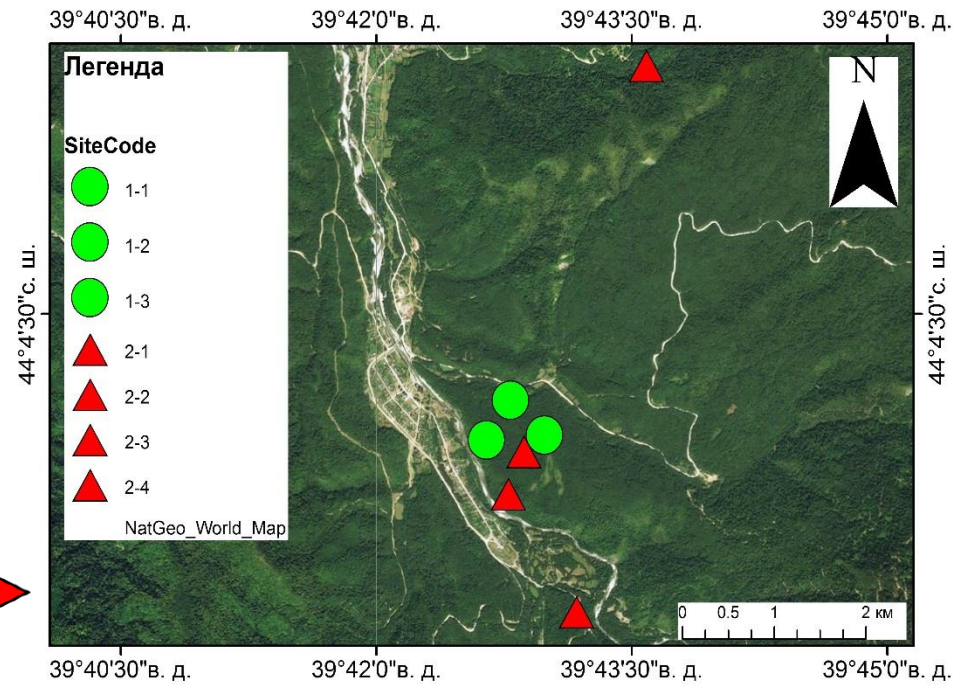
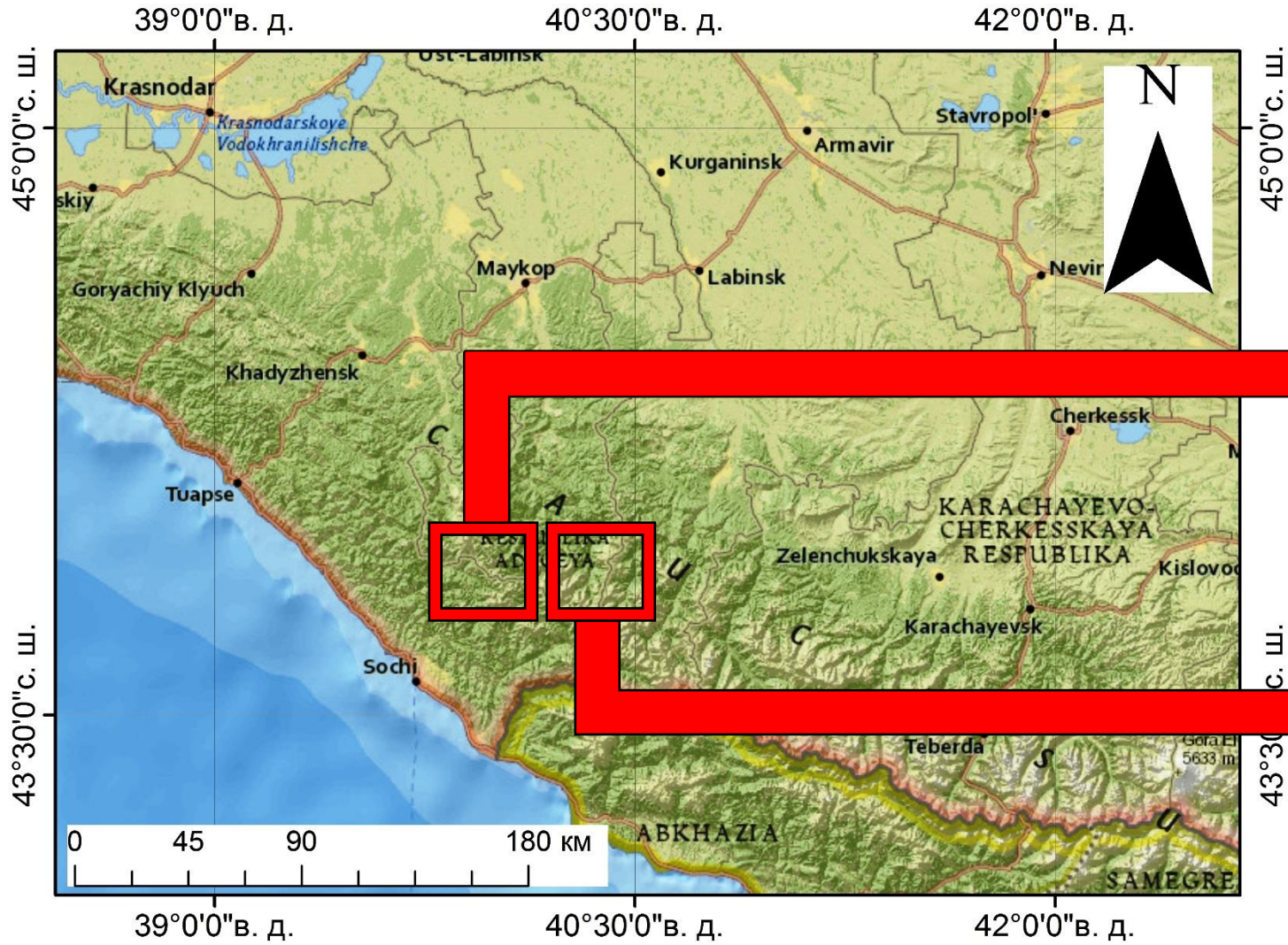


Примечание: по оси абсцисс – онтогенетические состояния видов деревьев, по оси ординат – LgN особей.

Виды деревьев: Пихта – *Abies nordmanniana*, Кл. полев. – *Acer campestre*, Кл. острол. – *Acer platanoides*, Береза – *Betula pubescens*, Граб – *Carpinus betulus*, Каштан – *Castanea sativa*, Вишня – *Cerasus avium*, Баярышник – *Crataegus monogyna*, Бук – *Fagus orientalis*, Ясень – *Fraxinus excelsior*, Осина – *Populus tremula*, Груша – *Pyrus caucasica*, Дуб – *Quercus petraea*, Липа – *Tilia begoniifolia*;

онтогенетические состояния особей: j – ювенильное, im – имматурное, v – виргинильное, g1 – молодое генеративное, g2 – зрелое генеративное, g3 – старое генеративное.

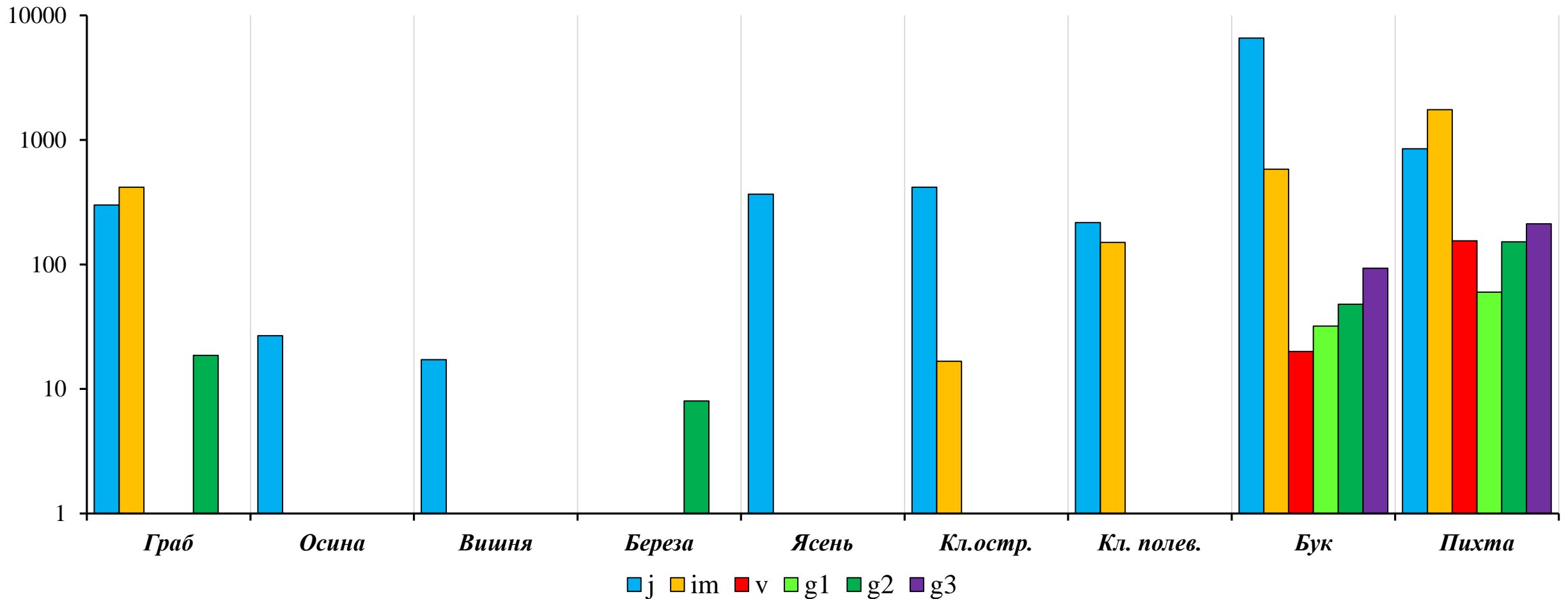
РАЙОН ИССЛЕДОВАНИЯ



**Старовозрастные сообщества поздней стадии
хвойно-широколиственных лесов Северо-Западного Кавказа
– *пихто-буковые мертвопокровные леса***



**Онтогенетическая структура ценопопуляций деревьев
на ППП поздней стадии сукцессии (результаты пересчитаны на 1 га)
– пихто-буковые мертвопокровные сообщества**

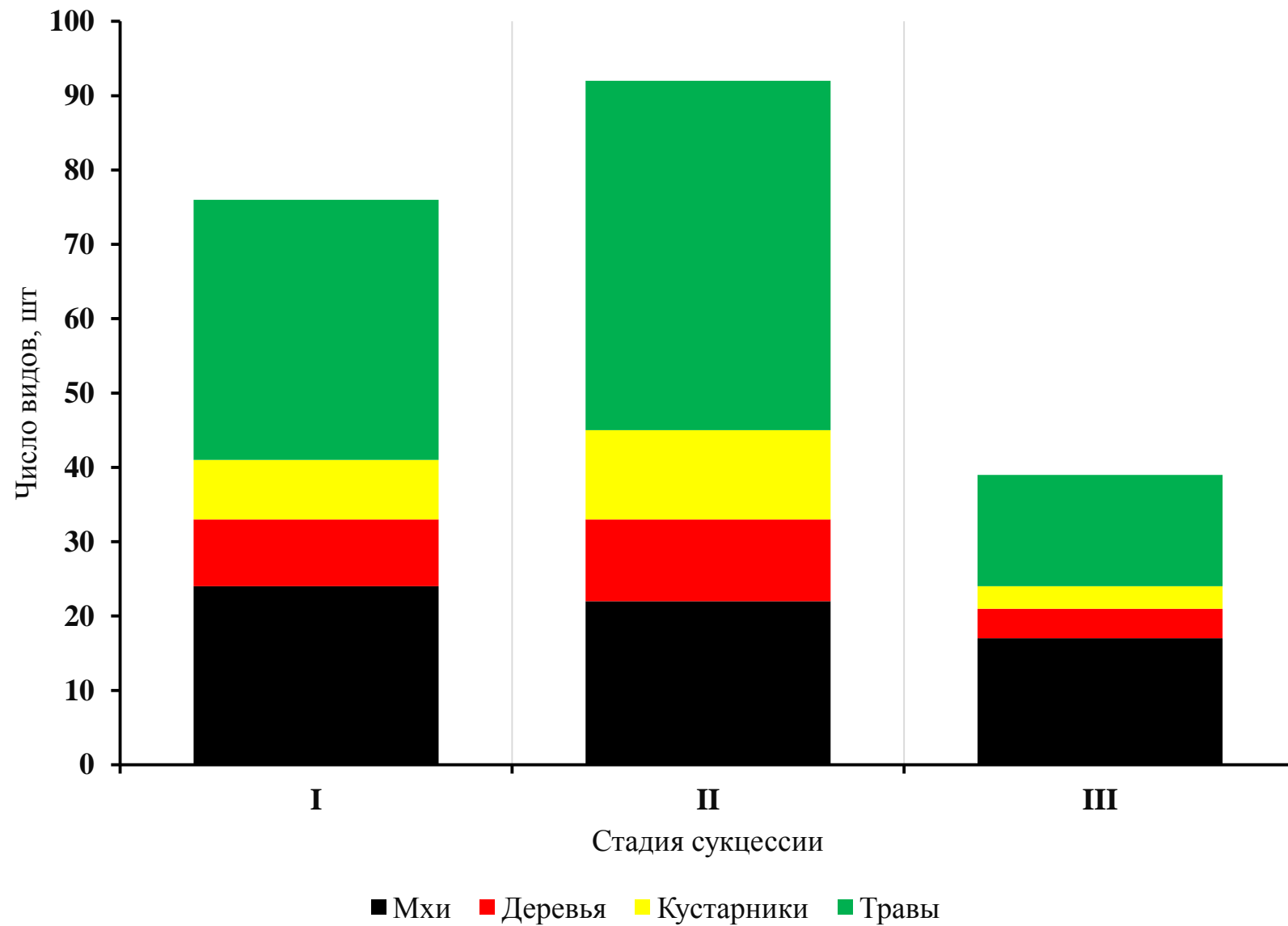


Примечание: по оси абсцисс – онтогенетические состояния видов деревьев, по оси ординат – LgN особей.

Виды деревьев: Пихта – *Abies nordmanniana*, , Кл. полев. – *Acer campestre*, Кл. остр. – *Acer platanoides*, Береза – *Betula pubescens*, Граб – *Carpinus betulus*, Вишня – *Cerasus avium*, Бук – *Fagus orientalis*, Ясень – *Fraxinus excelsior*, Осина – *Populus tremula*, Липа – *Tilia begoniifolia*.

онтогенетические состояния особей: j – ювенильное, im – имматурное, v – виргинильное, g1 – молодое генеративное, g2- зрелое генеративное, g3- старое генеративное.

Соотношение видового разнообразия и жизненных форм на разных стадиях сукцессии



Ординация 27 геоботанических описаний методом неметрического шкалирования

Примечание:

1, 2, 3 – стадии сукцессии;

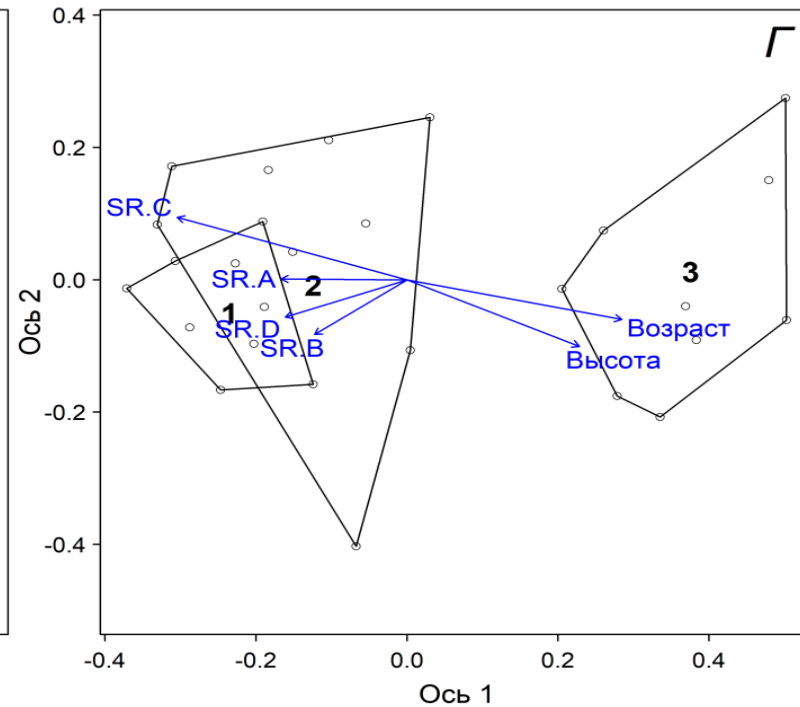
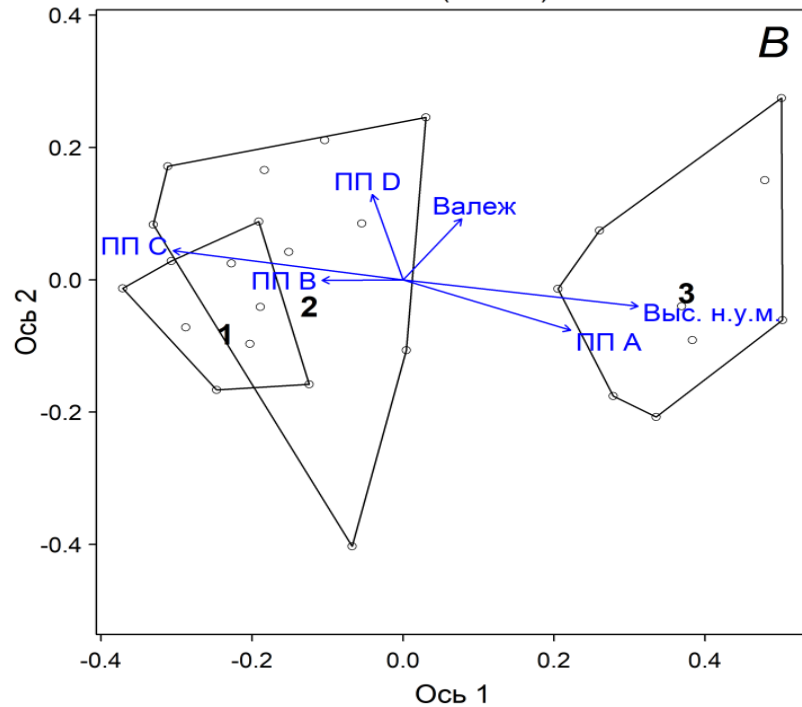
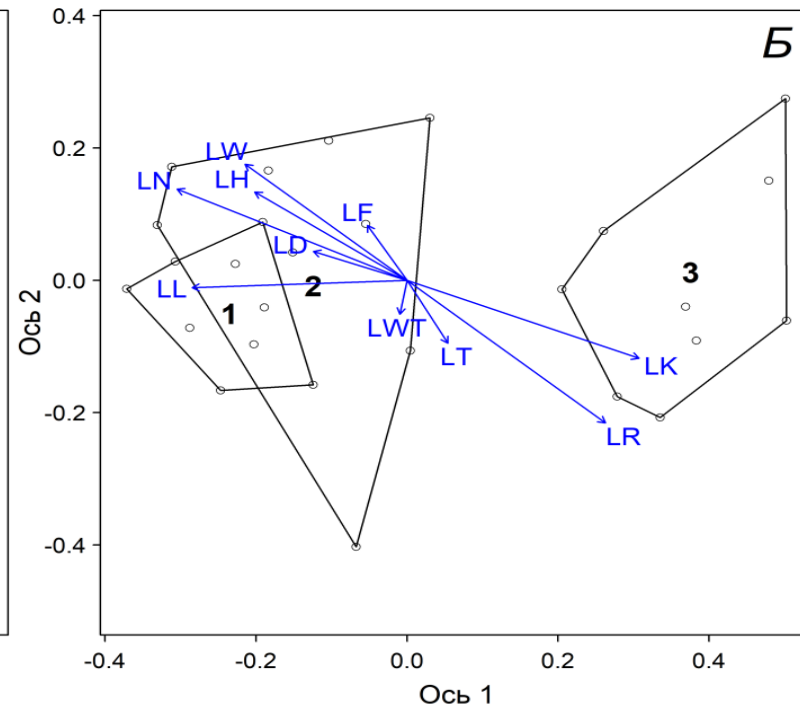
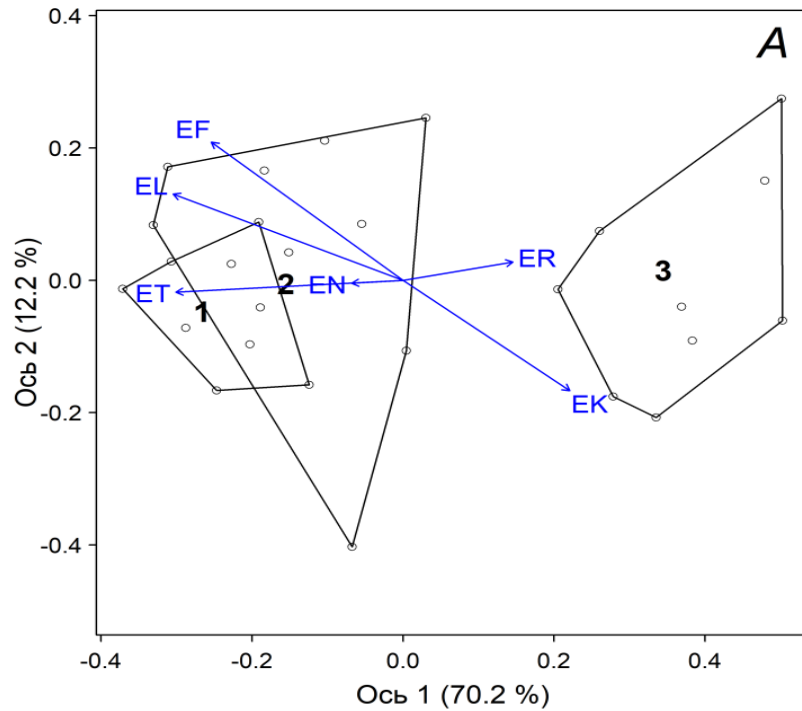
Шкалы Г. Элленберга:

- EF** – почвенное увлажнение,
- EL** – освещенность,
- EN** – богатства почвы азотом,
- ER** – почвенная кислотность,
- ET** – температура;
- EK** – континентальность

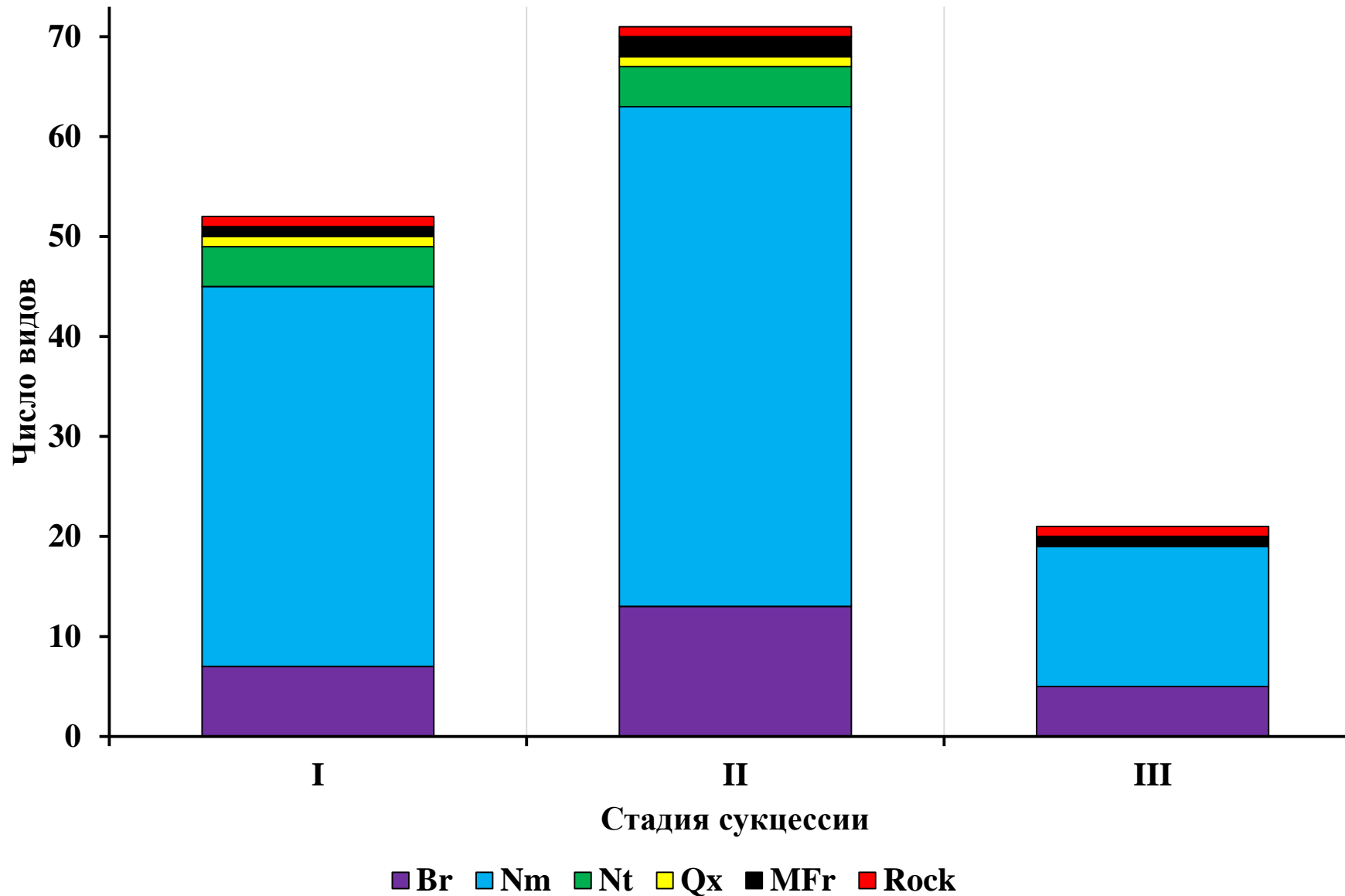
Шкалы Э. Ландольта:

- LF** – почвенное увлажнение,
- LL** – освещенность,
- LN** – богатство почвы азотом,
- LR** – почвенная кислотность,
- LT** – температура;
- LK** – континентальность;
- LD** – аэрация почвы (механический состав);
- LW** – переменность увлажнения;
- LWT** – глубина корневых систем растений;
- LH** – гумусированность почвы;

- Возраст** – средний возраст деревьев по площадкам,
- Высота** – средняя высота деревьев по площадкам;
- Выс. н.у.м.** – высота участком на уровне моря;
- ПП А, ПП В, ПП С, ПП D** – проективное покрытие и сомкнутость ярусов А,В,С,Д;
- SR.A, SR.B, SR.C, SR.D** – число видов в ярусах А, В, С, D, соответственно.



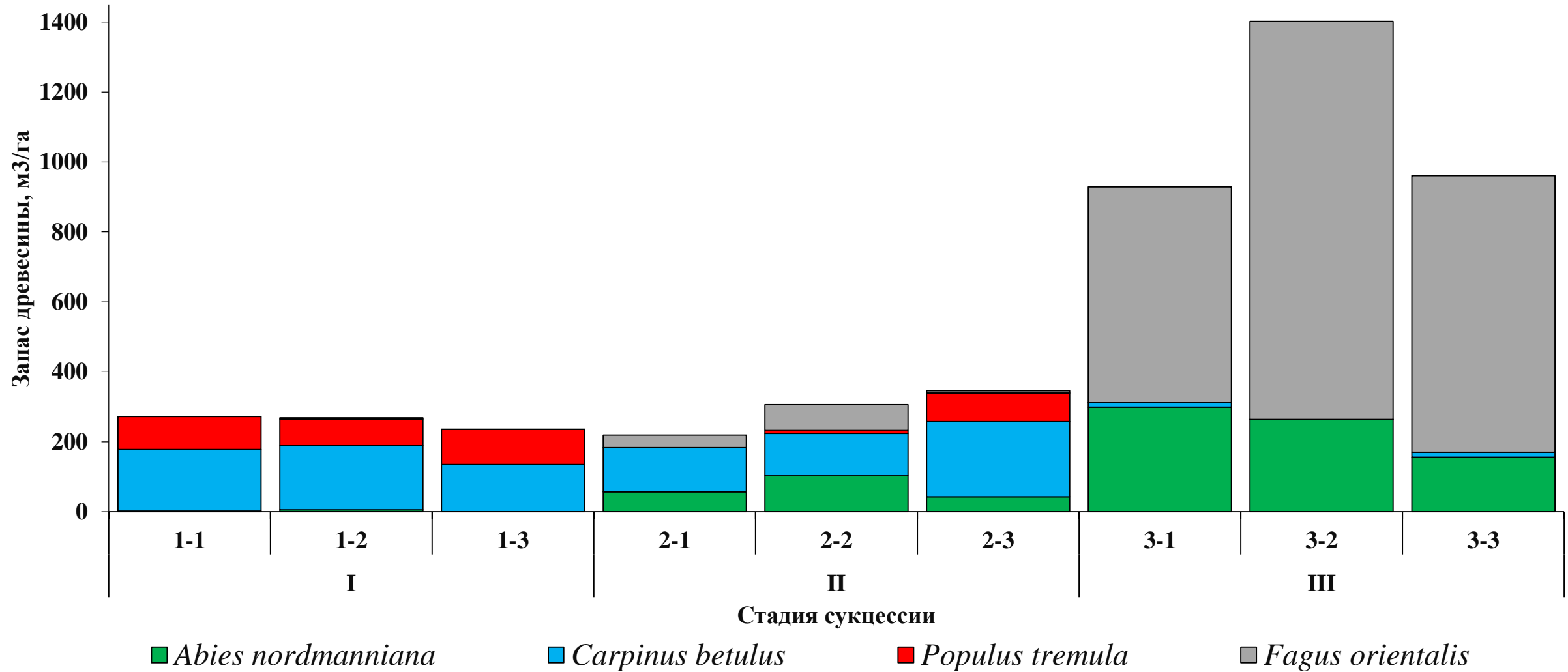
Соотношение эколого-ценотических групп растений на разных стадиях сукцессии



Примечание:

- Br** – бореальные виды;
- Nm** – неморальные;
- Nt** – нитрофильные;
- MFr** – лугово-опушечные;
- Rock** – скальные;
- Qx** – байрачные

Запас стволовой древесины на разных стадиях сукцессии по видам деревьев, в куб. м. на га



Примечание:

1-1, 1-2, 1-3 – площадки ранней; 2-1, 2-2, 2-3 – переходной; 3-1, 3-2, 3-3 – поздней стадии сукцессии

Почвенные разрезы в сообществах разных стадий сукцессии хвойно-широколиственных лесов Северо-Западного Кавказа

Ранняя стадия



Буроземы с маломощной подстилкой деструктивного типа

Переходная стадия



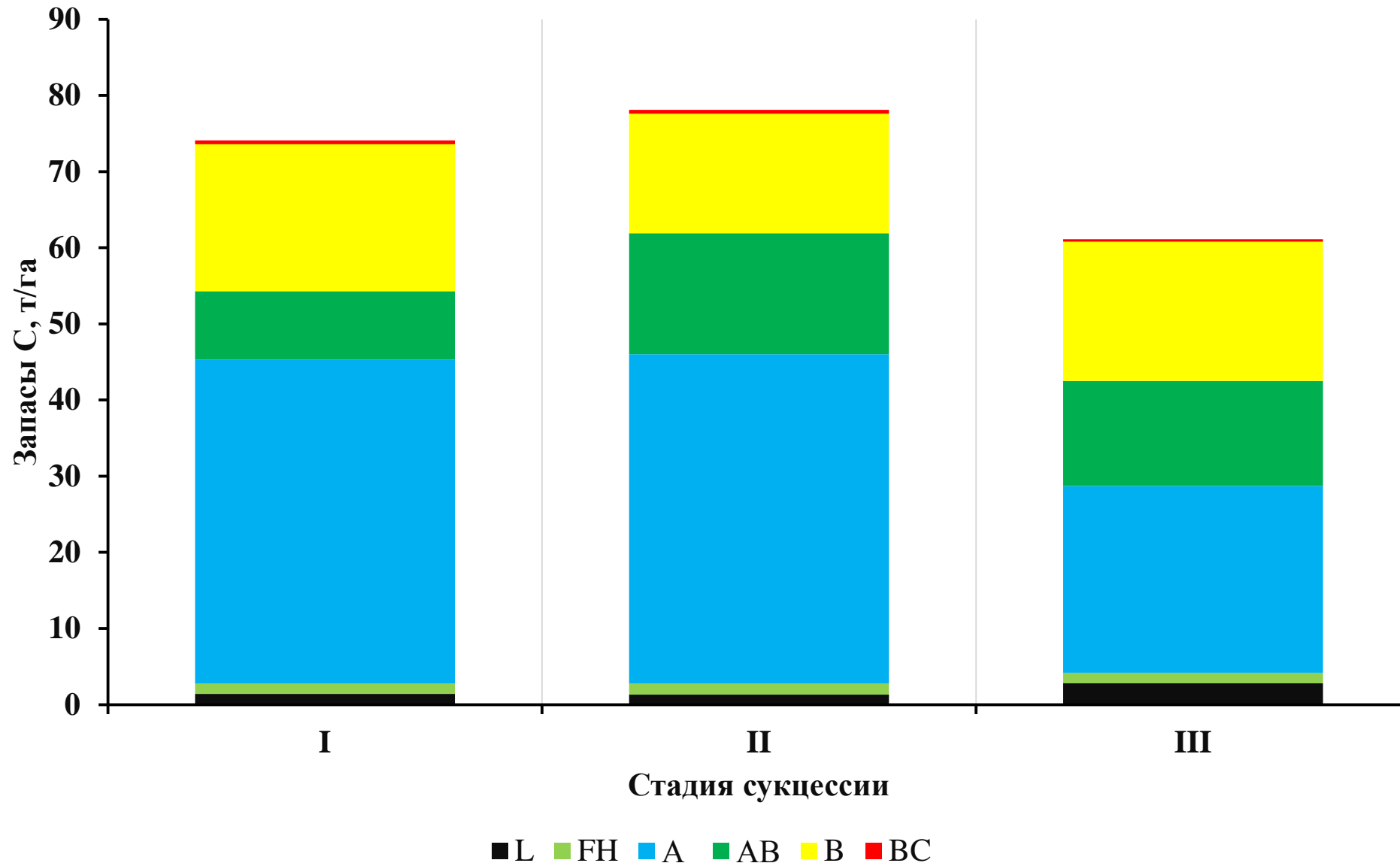
Буроземы глееватые

Поздняя стадия

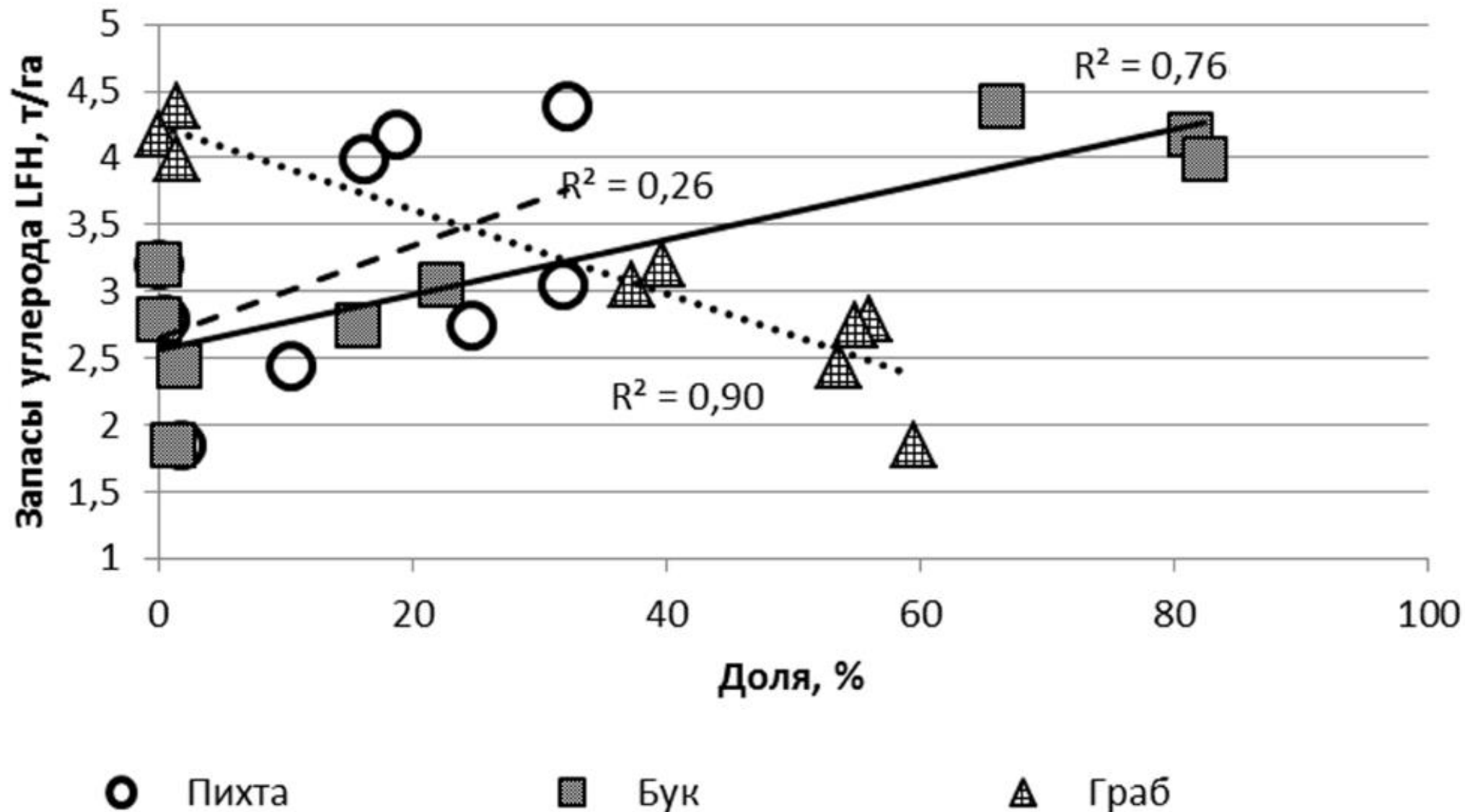


Буроземы глеевые

Общие запасы углерода в профиле почв LFH-A-AB-B-BC на разных стадиях сукцессии



Зависимость запасов углерода в подстилке от доли пихты и бука в составе древостоя в лесах Северо-Западного Кавказа



ВЫВОДЫ:

1. Демутационная послерубочная сукцессия хвойно-широколиственных лесов Северо-Западного Кавказа представлена следующими сообществами: (I) ранняя стадия – осиново-грабовые жимолостно-мелкотравные сообщества с максимальным возрастом деревьев не более 65 лет; (II) переходная стадия – буко-пихто-грабовые мелкотравные сообщества с максимальным возрастом деревьев не более 95 лет и (III) поздняя стадия – пихто-буковые мертвопокровные сообщества с максимальным возрастом деревьев более 450 лет.
2. Ранняя стадия демутационной сукцессии хвойно-широколиственных лесов Северо-Западного Кавказа представлена раннесукцессионными светолюбивыми видами деревьев – *Carpinus betulus*, *Populus tremula*, *Quercus petraea*, *Betula pubescens*, *Cerasus avium*. Ценопопуляции этих видов, как правило, характеризуются прерывистыми онтогенетическими спектрами и только береза – регрессивным. Начиная со второго этапа, доминирование в подросте получают наиболее теневыносливые виды – *Abies nordmanniana* и *Fagus orientalis*. На заключительных этапах, когда пихта и бук выходят в верхний ярус, ценопопуляции большинства других видов деревьев становятся фрагментарными и постепенно исчезают. В результате на месте рубок с течением времени сформируются олигодоминантные буково-пихтовые леса, близкие к климаксному состоянию. В этих ценозах из-за низкой освещенности восстановление других видов деревьев станет невозможным.

3. В ходе демулационной сукцессии хвойно-широколиственных лесов Северо-Западного Кавказа происходит нелинейное изменение показателей видового богатства и видовой насыщенности: по мере прохождения сукцессии видовое разнообразие видовая насыщенность сначала увеличивается, а затем падает. Такое изменение показателей разнообразия полностью соответствует так называемому «парадоксу падения видового разнообразия при достижении климакса». В хвойно-широколиственных лесах Северо-Западного Кавказа, формирующихся в условиях выровненного рельефа, размер окон, создающихся в результате выпадения старых деревьев бука и пихты, оказался недостаточным для развития светолюбивой флоры, поскольку высота верхнего древесного яруса превышает 50-60 метров, что создает сильное боковое затенение в окнах. Поэтому на терминальной стадии здесь формируются маловидовые олигодоминантные пихто-буковые сообщества.
4. Невыраженность оконной динамики в старовозрастных хвойно-широколиственных лесах Северо-Западного Кавказа на участках с выровненным рельефом связана со слабым влиянием экзогенных факторов, таких как сели, лавины, камнепады и осыпи, которые выступают главными драйверами формирования окон лесной растительности на склонах.

5. Многомерный анализ геоботанических описаний разных стадий демулационной сукцессии по экологическим шкалам Г. Элленберга выявил приуроченность раннесукцессионных сообществ к участкам с повышенной освещенностью, низкой кислотностью, высоким увлажнением и богатством почвы азотом по сравнению с сообществами переходной и поздней стадий. Сообщества поздней стадии приурочены к кислым и бедным азотом почвам с преобладанием теневыносливых и холодостойких видов растений. Сообщества переходной стадии занимают промежуточное положение между сообществами ранней и поздней стадий по экологическим шкалам.
6. Анализ эколого-ценотической структуры растительных сообществ на разных стадиях сукцессии позволил установить, что в горных лесах Северо-Западного Кавказа на поздней стадии сукцессии структура ЭЦГ упрощается, что приводит к формированию олигодоминантных мертвopoкpoвных сообществ. На ранней и переходной стадиях выше доля неморальных, нитрофильных и лугово-опушечных видов, отмечено присутствие байрачных видов, на терминальной – значительно возрастает доля бореальных видов, резко снижается доля лугово-опушечных и нитрофильных видов, полностью отсутствуют байрачные виды.
7. В ходе восстановительной сукцессии в хвойно-широколиственных лесах Северо-Западного Кавказа на поздней стадии происходит резкое увеличение размеров деревьев и общего запаса стволовой древесины – бук достигает высоты 60 м, а общий запас стволовой древесины – 1097 ± 265 м³/га. При этом на терминальной стадии в буково-пихтовых мертвopoкpoвных сообществах на долю бука приходится более 2/3 от общего запаса стволовой древесины, а пихты – менее 1/3.

7. Общие запасы углерода в профиле почв LFH-A-AB-B-BC на ранней и промежуточной стадиях сукцессий не различались и составляли 74 и 78 т/га соответственно. На поздней стадии происходит существенное снижение запасов до 61 т/га. Вклад подстилки в общие запасы углерода на ранней и промежуточной стадиях не различался (4,2 и 3,9% соответственно), но резко (в 2 раза) повышался на поздней стадии, в основном, за счет верхнего подгоризонта подстилки.
8. Опад бука низкого качества разлагается медленнее, накопление углерода на поздней стадии происходит за счет накопления в подстилках вторичных метаболитов. Следовательно, возрастание запасов углерода на поздней стадии объясняется значительным возрастанием запаса подстилки, главным образом, в верхнем подгоризонте.

A collage of nature-related images. The top row features a forest scene on the left, a mountain valley in the center, and a dense forest with ivy on the right. The bottom row includes a mossy tree trunk on the left, a campsite with tents in the center, a campfire with a pot on the right, and a bison in a field on the far right. A central white box with a black border contains the text "Спасибо за внимание!".

Спасибо за внимание!

