

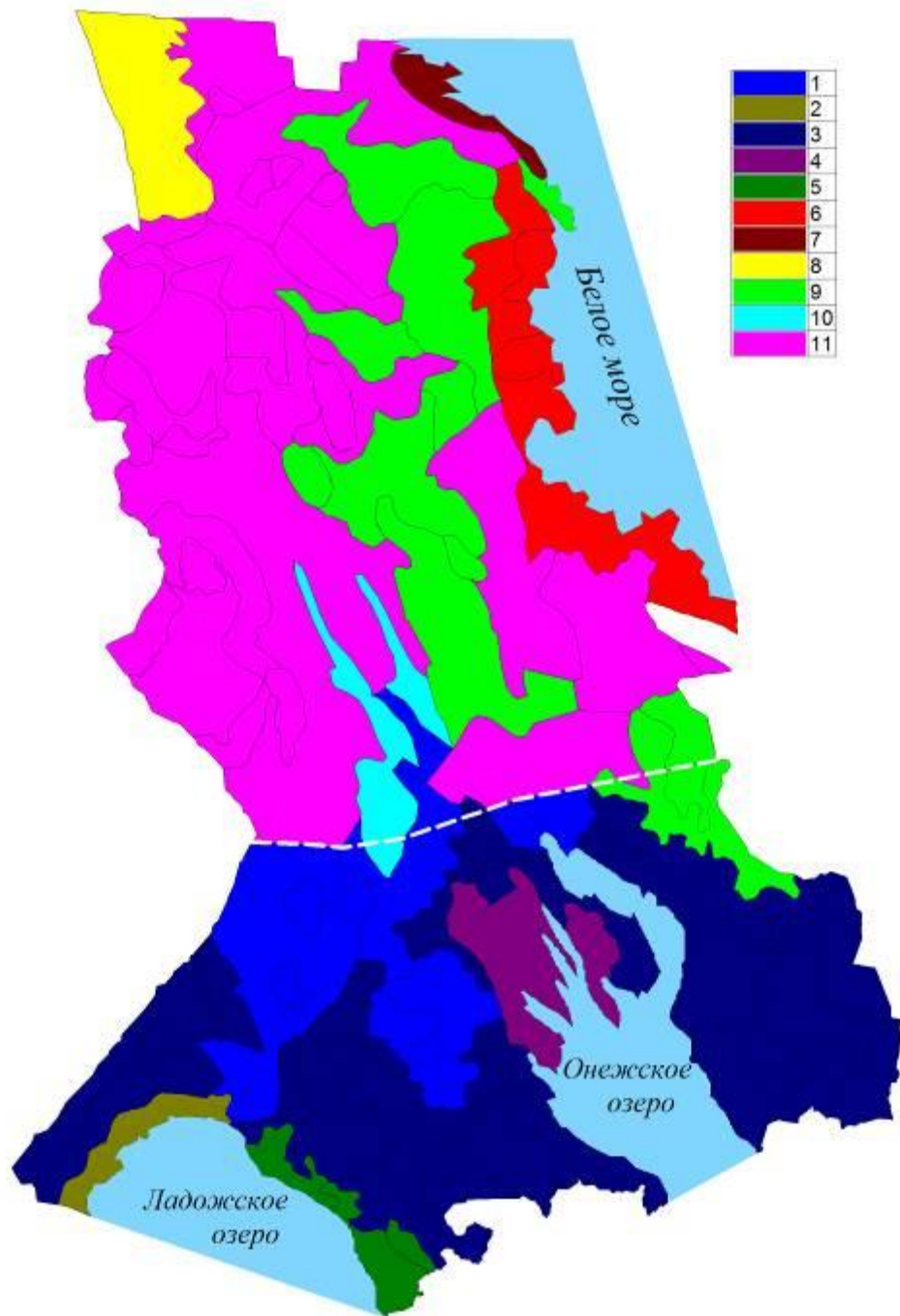


## Научная тема 2.8

# Ландшафтный подход к исследованию биоразнообразия и динамики производных лесов таежной зоны России

*Институт леса Карельского НЦ РАН*  
*Руководитель – д.с.-х.н. А.Н. Громцев*





В основу НИР закладывается разработанная ранее иерархическая система территориальных единиц лесного покрова - от элементарных лесных участков на уровне фации (порядка 10 га) до крупных лесных массивов на уровне ландшафта (100 тыс.га) и ландшафтного района (1 млн.га).





# Актуальность.

**На подавляющей части лесной, в т.ч. таежной зоны европейской России производные лесные сообщества различного происхождения и поколений (генераций) уже стали и навсегда останутся абсолютно доминирующими по площади, где будет производиться заготовка древесины и иная хозяйственная деятельность.**



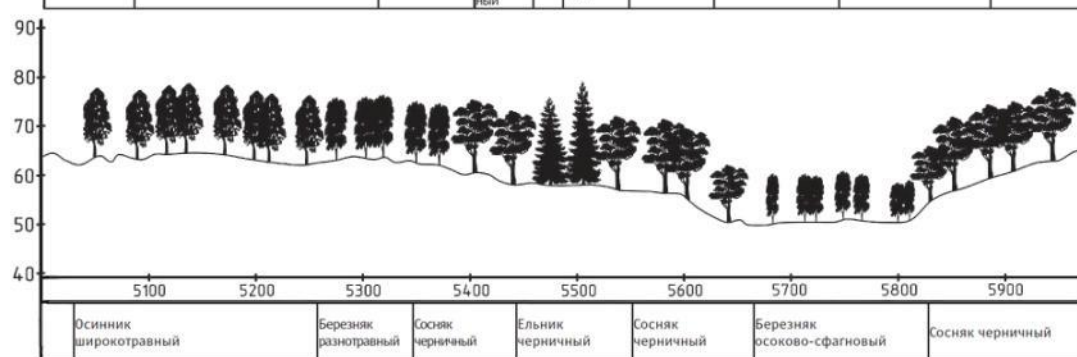
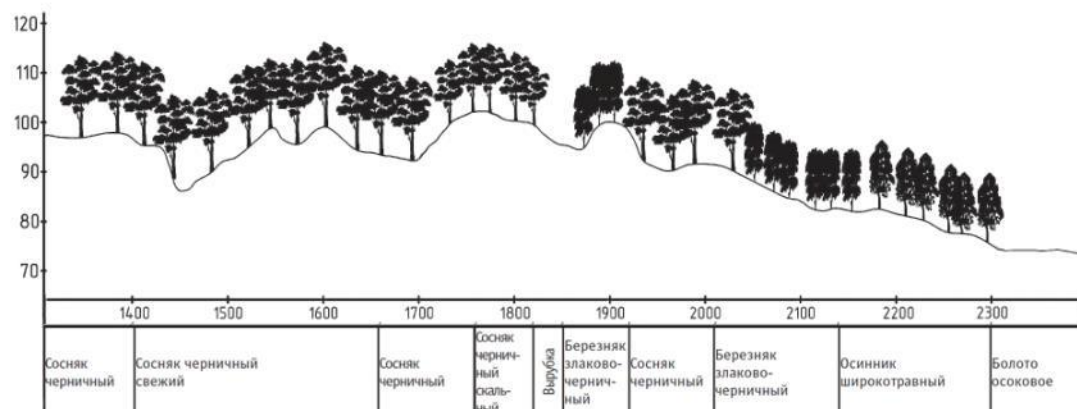
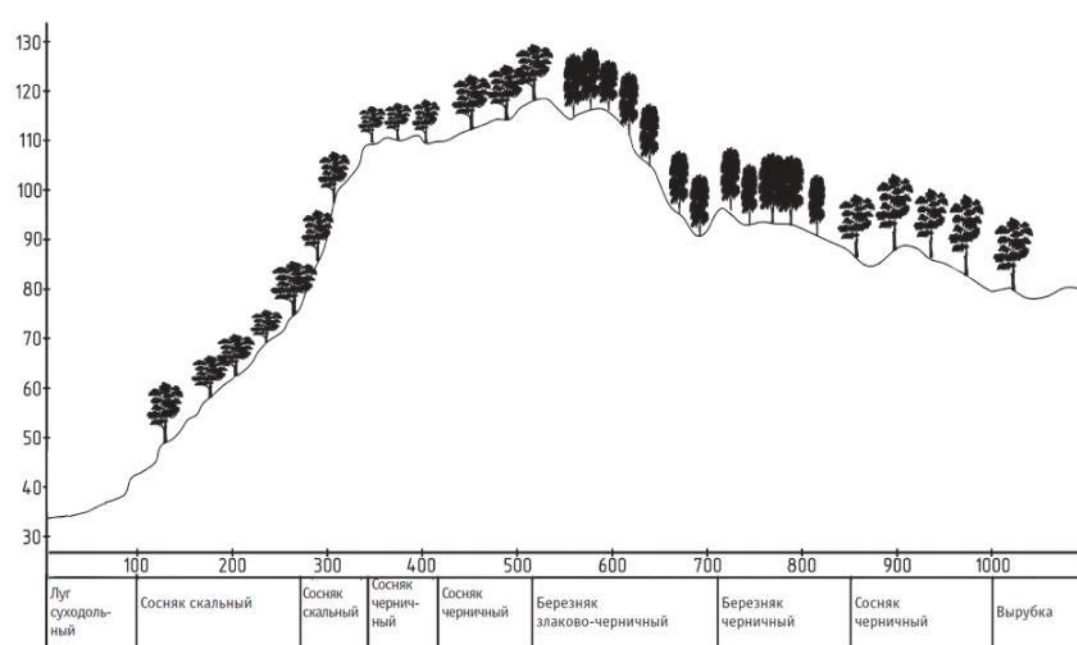


# Объекты

**Производные среднетаежные леса европейской части России (Карелии и сопредельных территорий Архангельской, Вологодской и Ленинградской областей).**



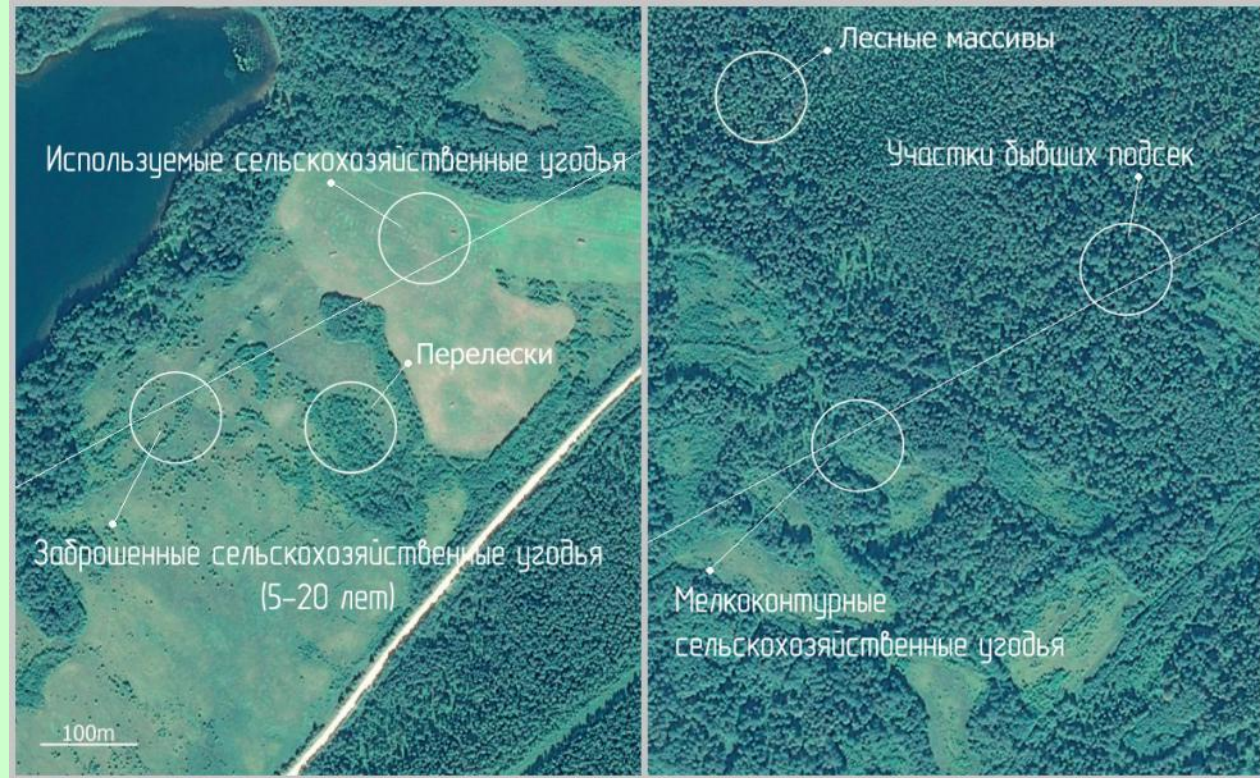




Ключевыми объектами планируются лесные природно-территориальные комплексы на уровне местности, поскольку в типе ландшафта могут быть несколько типов местности в разной степени отличающихся в эколого-биологическом отношении.

Это компактные лесные массивы площадью порядка 10 тыс.га с наиболее единообразным чередованием урочищ (комплексов типов леса и болот на мезоформах рельефа).

**Слева** фрагменты профилей в массивах производных лесов в трех местностях одного типа ландшафта



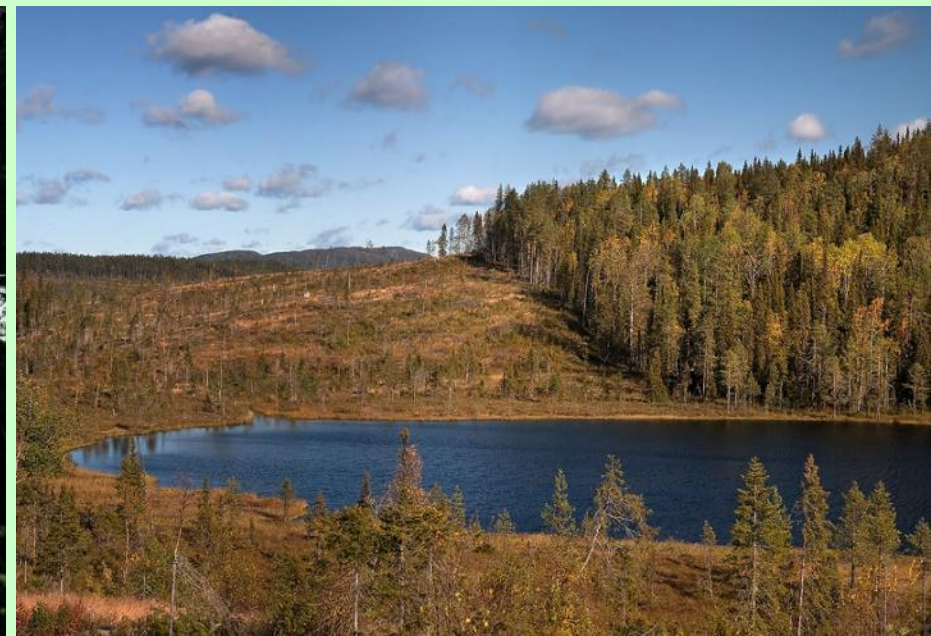
- Необходимо анализировать ситуацию в связи с различными исторически сложившимися сценариями и регламентируемыми в настоящее время планами хозяйственного освоения территории. Это позволяет обоснованно объяснить современное состояние лесных экосистем, происходящие процессы и их последствия для прогнозирования будущих изменений.





## Цель исследований:

- 1) выявить закономерности строения и динамики массивов производных лесов на естественно-географической основе;
- 2) установить особенности их флористических и фаунистических комплексов.





- **Мероприятие 2.8.1** Исследование закономерностей структуры и динамики массивов производных лесов, сформировавшихся в условиях различных типов географического ландшафта европейской части таежной зоны России
- **Мероприятие 2.8.2** Исследование современного состояния популяций стенобионтных видов и их устойчивости к антропогенным воздействиям: шляпочных и дереворазрушающих грибов, лишайников, сосудистых растений, насекомых, млекопитающих, в т.ч. внесенных в Красные книги РФ, Республики Карелия и соседних регионов





**В различных типах географического ландшафта и местности будут предварительно выделены и далее исследованы массивы производных лесов по следующим основным пунктам:**

- 1) Специфика хозяйственного освоения территории, происхождение, возрастная структура; спектр, количественное соотношение и территориальная компоновка типов леса, состав, продуктивность, особенности динамики, в том числе с учетом антропогенных изменений естественных пожарных режимов;**
- 2) Видовой состав и состояние локальных флористических и фаунистических комплексов (сосудистых растений, лишайников, шляпочных и дереворазрушающих грибов, насекомых и позвоночных животных);**
- 3) Оценка возможных утрат без последующего восстановления (рисков) наиболее значимых и ценных в эколого-биологическом отношении лесных сообществ, видовой разнообразия флоры и фауны на локальном и региональном уровне.**



- В целом результате НИР планируется обобщить современные знания о производных лесах и типизировать производные лесные массивы по различным параметрам на ландшафтной основе.
- Предполагается оценить устойчивость изменений лесного покрова при сплошнолесосечной системе рубок. При таком подходе будет охарактеризован «производный» биотический комплекс массивов в целом (лесные сообщества, сосудистые растения, лишайники, шляпочные и дереворазрушающие грибы, насекомые, позвоночные животные).
- В итоге планируется оценить критичность ситуации для существования популяций видов, в первую очередь, стенобионтных и внесенных в региональные и федеральную Красные книги.





# Исследовательский проект 6.

- **Разработка методов и технологий воспроизводства и повышения продуктивности лесов на основе естественных процессов и интенсивных методов лесовыращивания**

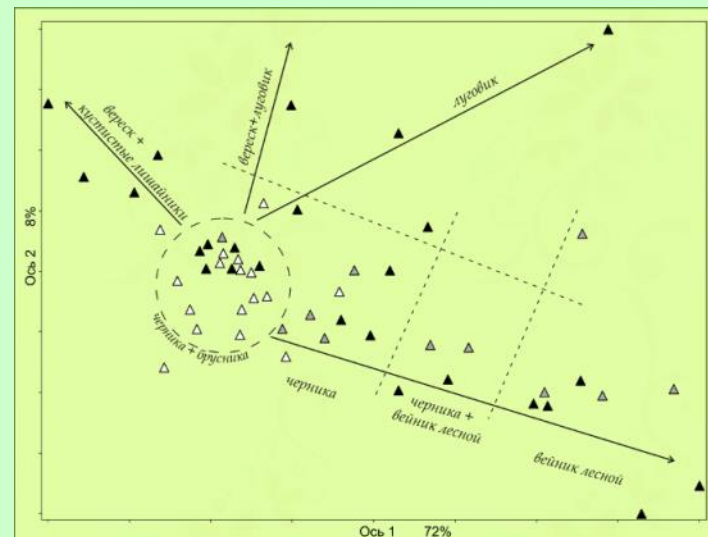
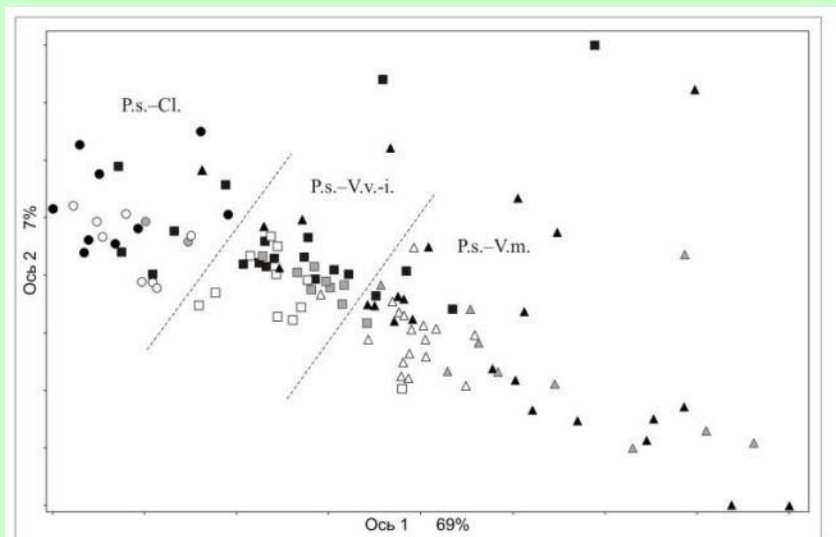


# Научная тема 6.1.

Естественные процессы восстановления таежных лесов после катастрофических нарушений

Руководитель - гл.н.с. д.б.н. А.М. Крышень

Цель работы – исследовать механизмы развития лесных растительных сообществ на различных стадиях восстановления после рубки и других катастрофических нарушений.







# Мероприятие 6.1.1.

## Развитие эколого-динамической модели восстановления лесов на песчаных автоморфных почвах.

### В основе:

- Состав, характеристика, закономерности распространения видов высших растений в зависимости от условий биотопа и стадии развития сообщества
- База данных ценотического разнообразия на песчаных автоморфных почвах;
- Исследованы механизмы формирования структуры напочвенного покрова;





# Мероприятие 6.1.1.

**Развитие эколого-динамической модели восстановления лесов на песчаных автоморфных почвах.**

**Ожидаемый результат: диагностические признаки типов леса на песчаных автоморфных почвах на разных стадиях развития**

Показатель	P.s. – Cl.	P.s. – V.v.-i.	P.s. – V.m.	P.a. – V.m.	P.a. – O.a.
Мехсостав почвы	песчаная	песчаная	песчаная	супесчаная	супесчаная
Ель в древесном ярусе	отсутствует	единично	обычно	доминирует	доминирует
Подрост ели	отсутствует	редко	обильно	обильно	обильно
<b>Подлесок</b>					
можжевельник	отсутствует	единично	обильно	обильно	обильно
клен, липа	отсутствует	отсутствует	отсутствует	отсутствует	редко
<b>Напочвенный покров</b>					
кустистые лишайники	доминируют	пятнами обильно	пятнами редко	отсутствуют	отсутствуют
зеленые мхи	пятнами редко	доминируют	доминируют	доминируют	пятнами редко
лесные злаки	отсутствуют	редко	обычны	обычны	обычны
...					





# Мероприятие 6.1.2

отв. исполнитель – к.б.н. Н.В. Геникова

**Исследование структуры и динамики лесов на различных стадиях восстановления после катастрофических нарушений на автоморфных супесчаных почвах (лесорастительных условиях ельников черничных)**

**В основе:**

- **Состав, характеристика, закономерности распространения видов высших растений в зависимости от условий биотопа и стадии развития сообщества**
- **База данных ценотического разнообразия на супесчаных автоморфных почвах;**
- **Исследованы механизмы формирования структуры напочвенного покрова на различных стадиях развития;**



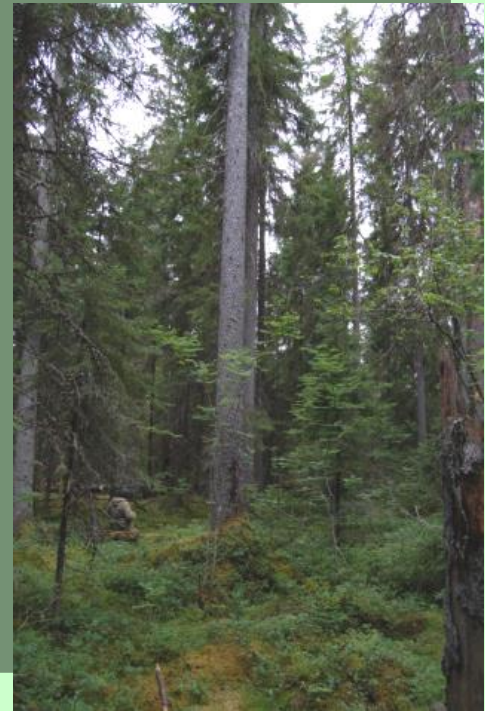
# Мероприятие 6.1.2

отв. исполнитель – к.б.н. Н.В. Геникова

**Исследование структуры и динамики лесов на различных стадиях восстановления после катастрофических нарушений на автоморфных супесчаных почвах (лесорастительных условиях ельников черничных).**

Ожидаемый результат:

Эколого-динамическая модель ценотического разнообразия в условиях ельников черничных (ряды восстановления ельников черничных в зависимости от условий и способов лесохозяйственной деятельности).







# Мероприятие 6.1.3.

отв. исп. - к.с.-х.н. В.А. Ананьев

## Исследование структуры и динамики коренных ельников и процессов их естественного восстановления после природных катастрофических нарушений

**В основе:**

**Многолетние наблюдения на сети постоянных пробных площадей в Национальном парке Водлозерский;  
Изучены изменения в составе и структуре биоты (сосудистые растения, мхи, грибы, насекомые) по мере восстановления лесных сообществ после ветровалов и пожаров.**

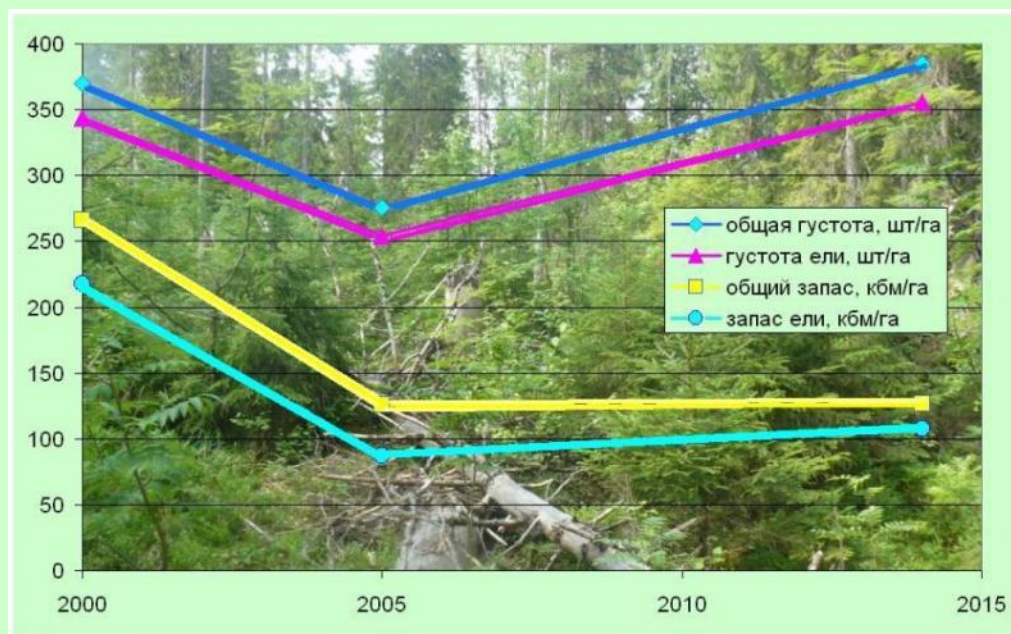




# Мероприятие 6.1.3.

## Исследование структуры и динамики коренных ельников и процессов их естественного восстановления после природных катастрофических нарушений

Ожидаемый результат:  
Взаимоотношения видов, их роль на различных стадиях восстановления ельников после катастрофических природных нарушений.  
Закономерности формирования еловых древостоев







# Мероприятие 6.1.4.

отв. исп. – к.б.н. А.В. Полевой

## Исследование ксилофильных комплексов организмов на различных стадиях восстановления леса



В основе:

Многолетние комплексные наблюдения на сети постоянных пробных площадей в Национальном парке Водлозерский, заповеднике «Кивач», вырубках, ветровалах, пожарах разной давности;

Изучены изменения в составе и структуре биоты (сосудистые растения, мхи, грибы, насекомые) по мере восстановления лесных сообществ после рубок, ветровалов и пожаров.

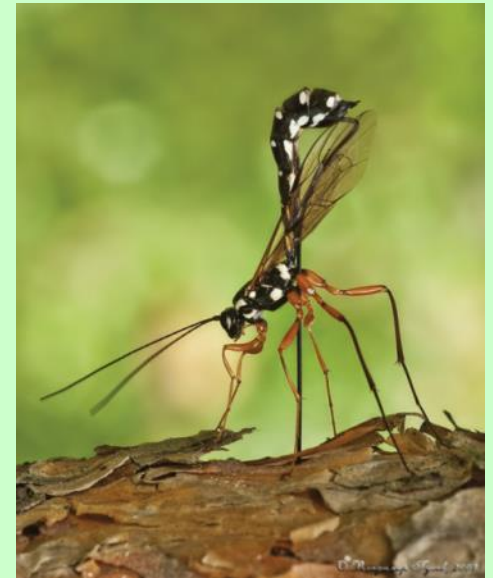


# Мероприятие 6.1.4.

## Исследование ксилофильных комплексов организмов на различных стадиях восстановления леса

### Ожидаемый результат:

- Взаимоотношения видов, их роль на различных стадиях восстановления ельников и сосняков после катастрофических нарушений.
- Закономерности формирования лесных биогеоценозов



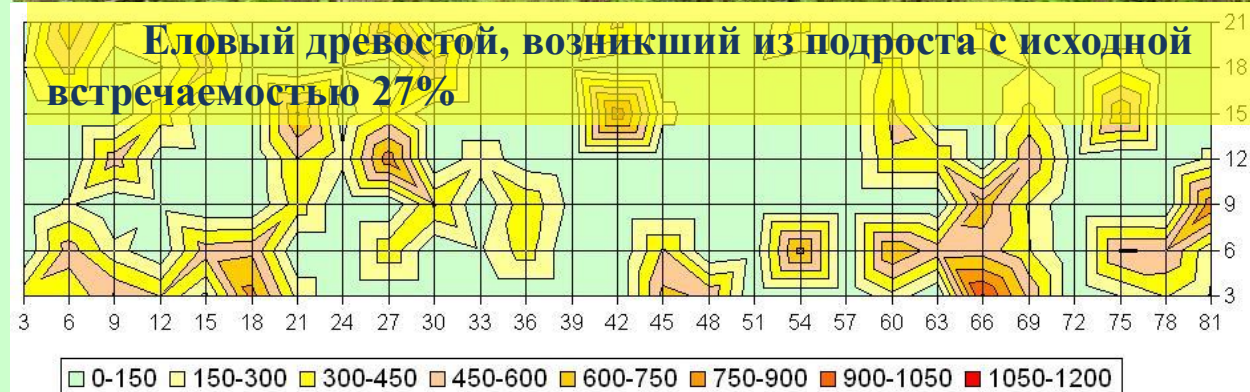


# Научная тема 6.2.

## Методы восстановления и ускоренного выращивания хвойных пород в условиях таежной зоны

Руководитель - гл.н.с. д.с.-х.н. А.И. Соколов

Цель работы –  
повышение  
продуктивности и  
устойчивости  
древостоев  
различного  
целевого  
назначения



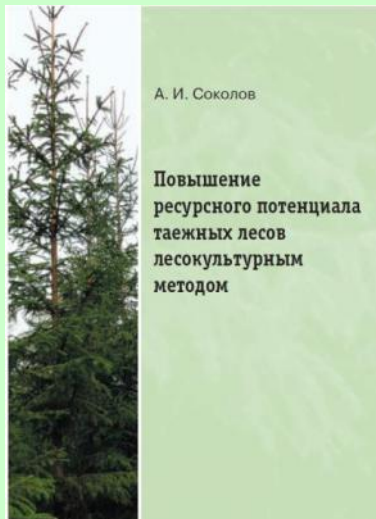




## Мероприятие 6.2.1

# Оценить эффективность воспроизводства ели под пологом древостоев способами естественного и искусственного лесовосстановления

Отв. исполнитель: н.с. В.А. Харитонов



- исследовать естественное возобновление ели под пологом еловых насаждений;
- создать опытные участки с содействием естественному возобновлению под пологом древостоев и подпологовыми культурами;
- оценить эффективность различных способов и методов возобновления ели;
- разработать мероприятия по повышению эффективности воспроизводства ели под пологом древостоев.



## Мероприятие 6.2.2

### Обосновать экологически щадящие способы ускоренного выращивания культур ели на вырубках в условиях средней тайги

Отв. исполнитель: н.с. В.А. Харитонов



- исследовать влияние обработки почвы, вида посадочного материала и густоты на рост и продуктивность культур ели;
- провести оценку эффективности различных режимов выращивания культур ели на вырубках;
- разработать рекомендации по ускоренному выращиванию культур ели в условиях средней тайги.





# Мероприятие 6.2.3

## Обосновать методы оптимизации пространственной структуры древостоев и их продуктивности

Отв. исполнитель: вед.н.с. к.с.-х.н. С.М. Синькевич

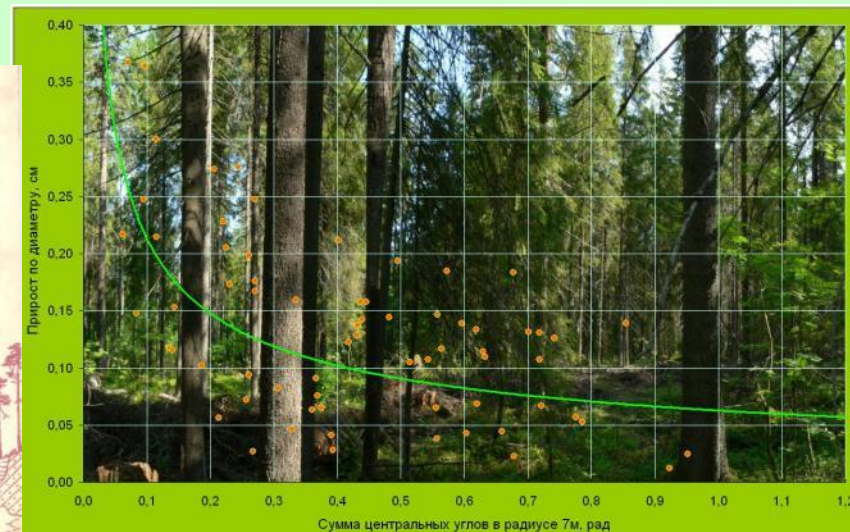
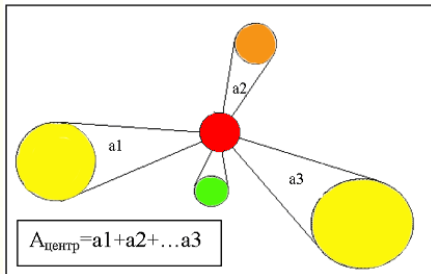
На постоянных объектах с длительными сроками наблюдений исследованы особенности пространственной структуры насаждений и выявлены количественные параметры закономерностей взаимовлияния отдельных деревьев. С учетом неравномерности, накладываемой транспортной инфраструктурой требуются существенные уточнения представлений об оптимальных значениях густоты и полноты на разных возрастных этапах.

КАРЕЛЬСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР АН СССР



Т. А. Синькевич, С. М. Синькевич

Комплексный уход  
в лиственнично-еловых  
лесах Карелии



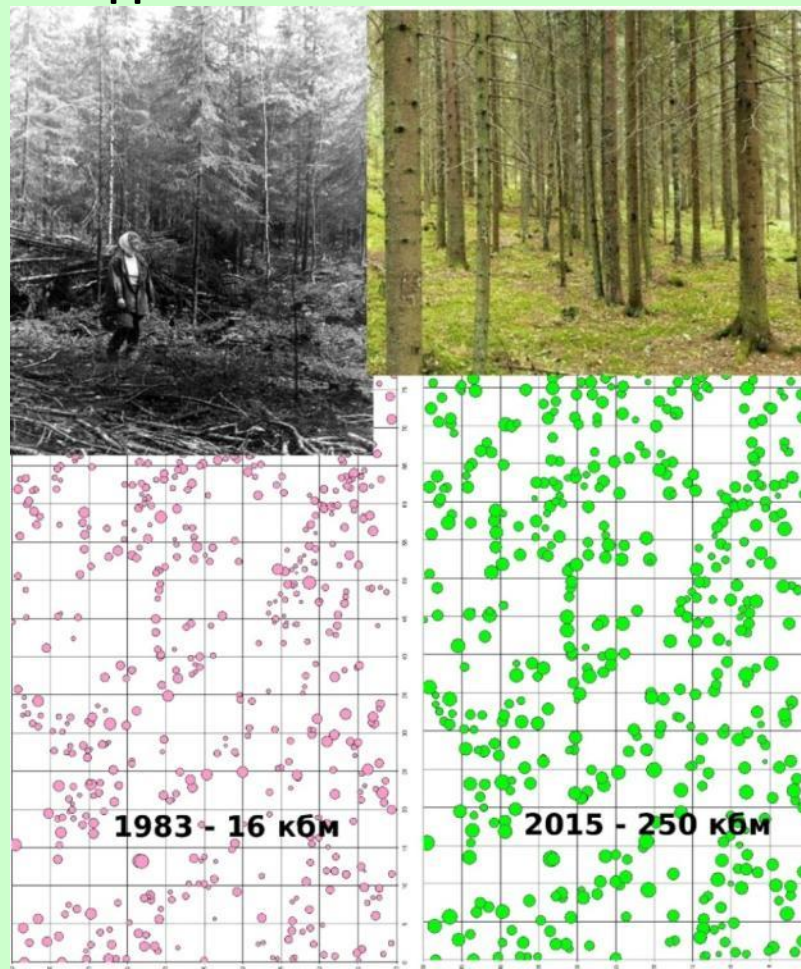




## Мероприятие 6.2.3 Обосновать методы оптимизации пространственной структуры древостоев и их продуктивности

Отв. исполнитель: вед.н.с. к.с.-х.н. С.М. Синькевич

- провести сбор информации о динамике прироста на стационарных объектах;
- разработать модели динамики роста деревьев и древостоя с учетом технологии рубки;
- предложить рекомендации по проведению рубок.





## Мероприятие 6.2.4

### Исследовать зависимость анатомического строения древесины хвойных пород от способов лесовыращивания

Отв. исполнитель: н.с. к.с.-х.н. А.Н. Пеккоев



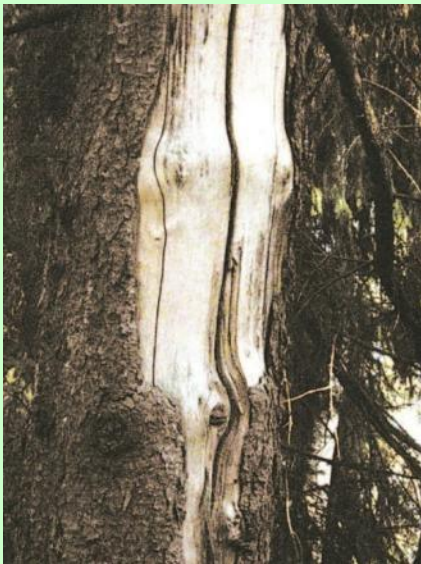
- исследовать особенности макро- и микроструктуры древесины хвойных пород при разных режимах лесовыращивания;
- выявить зависимость качества древесины от режимов лесовыращивания;
- разработать рекомендации по повышению качества древесины при целевом лесовыращивании.





## Мероприятие 6.2.5 Исследовать зависимость фаутности ельников от способов лесовыращивания

Отв. исп. вед.н.с. к.с.-х.н. С.М. Синькевич



- оценить влияние технологии создания культур и режимов выращивания древостоев на фаутность;
- разработать мероприятия по снижению фаутности еловых насаждений.





## Мероприятие 6.2.6

# Исследовать зависимость структуры фитомассы еловых древостоев от способов лесовыращивания

Отв. исполнитель: н.с. к.с.-х.н. С.А. Мошников



- изучить влияние технологии создания (вид посадочного материала, обработка почвы, густота) на величину фитомассы и ее структуру;
- оценить влияние на исследуемые показатели минеральных удобрений;
- выявить закономерности структуры фитомассы в зависимости от режимов лесовыращивания ельников.



## Научная тема 6.3.

**Разработка технологий использования  
второстепенных лесных ресурсов на основе  
инновационных методов модификации их  
биохимического состава и повышения  
комплексной продуктивности лесных насаждений**

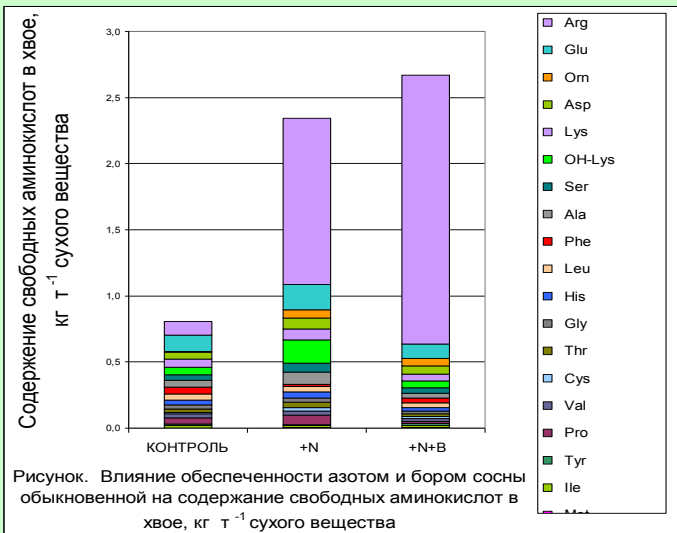
**Руководитель –  
д.б.н. Н.П. Чернобровкина**





По заявляемой теме имеется задел в теоретическом и практическом плане.

- Выявлен эффект многократного (свыше 100-кратного) повышения содержания аргинина в древесной зелени хвойных растений при регуляции азотного и борного обеспечения.
- Проведено тестирование древесной зелени, обогащенной L-аргинином, в качестве аргининового иммуностимулятора на пушных зверях и домашней птице. Получен положительный результат.







В предварительных экспериментах показана высокая эффективность использования древесной зелени в качестве компонента субстрата при выращивании посадочного материала хвойных растений с закрытой корневой системой.





**Патент на изобретение  
RUS 2515015. 12.03.2014. «Хвойная биологически активная добавка, обогащенная L-аргинином, для повышения продуктивных качеств кур-несушек».**  
Короткий В.П., Прытков Ю.Н., Марисов С.С., Гибалкина Н.И., Кистина А.А., Чернобровкина Н.П., Робонен Е.В.

**Патент на изобретение  
RUS 2540354. 18.12.2014. «Способ кормления пушных зверей».**  
Чернобровкина Н.П., Робонен Е.В., Макарова Т.Н., Унжаков А.Р., Тютюнник Н.Н., Узенбаева Л.Б., Баишникова И.В.

**Патент на полезную модель  
«Теплоизоляционная древесноволокнистая плита».**  
Заявка № 3013141109/03(062777) 06.09.2013. Авторы: Зайцева М.И., Робонен Е.В., Колесников Г.Н., Чернобровкина Н.П., Васильев С.Б.

**Патент на полезную модель  
«Теплоизоляционная плита».** Заявка № 2013140852/03(062260) 04.09.2013. Авторы: Зайцева М.И., Робонен Е.В., Чернобровкина Н.П., Колесников Г.Н.





## ***Задачи исследований:***

- Выявить наиболее перспективные по накоплению свободного аргинина виды древесных растений из числа основных лесообразующих пород Фенноскандии
- Разработать технологии получения и глубокой переработки обогащенной аргинином древесной зелени в продукты нутриентного и фармакологического действия, а также способа выделения кристаллического аргинина из хвои
- Исследовать модифицированный биохимический состав древесной зелени и выявить особенности метаболических путей участия азота и бора в накоплении аргинина у хвойных
- Разработать технологию приготовления ростостимулирующих экстрактов и компонентов контейнерного субстрата из древесной зелени для выращивания посадочного материала хвойных пород

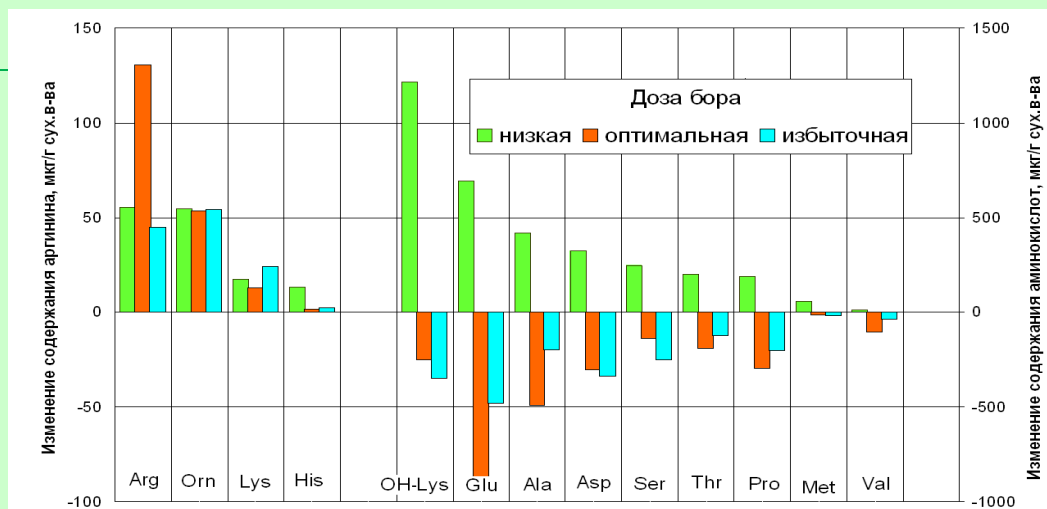






## Ожидаемые результаты:

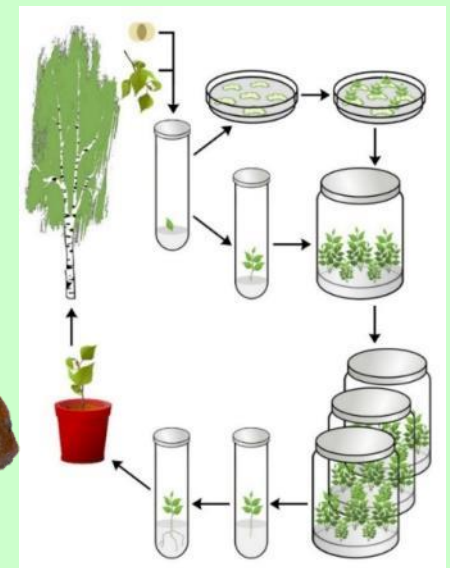
- технология обогащения аргинином древесной зелени перспективных по накоплению аргинина видов хвойных пород и приготовления из нее продуктов нутриентного и фармакологического действия
- способ выделения кристаллического аргинина из хвои
- Выявлены особенности метаболических путей участия азота и бора в накоплении аргинина у хвойных растений
- технология приготовления ростостимулирующих экстрактов и компонентов контейнерного субстрата из древесной зелени для выращивания посадочного материала хвойных пород





# Исследовательский проект 8.

- **Разработка научных основ и методов сохранения, использования и воспроизводства лесных генетических ресурсов России**





## Научная тема 8.8.

- **Выявление закономерностей наследования хозяйственно-ценных признаков сосны обыкновенной по скорости роста, качеству ствола и динамике параметров ее генетической изменчивости в системе плюсовой селекции**

Соруководители: д.с.-х.н. Б.В. Раевский, к.б.н. А.А. Ильинов

Цель работы – выявление ценных генотипов сосны обыкновенной по комплексу хозяйственно-ценных признаков вегетативного роста и репродуктивной активности, а также генотипов с выраженными особенностями габитуса и изучение их наследуемости при семенном и вегетативном размножении





# Мероприятие 8.8.1. Исследование показателей роста, состава и структуры плюсовых насаждений сосны обыкновенной

В основе

- Лесоводственная и селекционно-генетическая характеристика плюсовых насаждений сосны обыкновенной.

Ожидаемые результаты:

- Таксационные показатели, особенности состава и структуры плюсовых насаждений сосны.
- Картографическая база данных плюсовых насаждений.





## Мероприятие 8.8.2.

# Исследование роста, развития и сохранности семенных потомств плюсовых деревьев сосны в испытательных культурах

В основе

- Селекционно-генетическая оценка плюсовых деревьев сосны обыкновенной по семенному потомству

**Ожидаемые результаты:**

- Динамика роста, качество ствола и сохранность 100 потомств плюсовых деревьев в испытательных культурах II класса возраста и их корреляция с соответствующими параметрами материнских плюсовых деревьев.
- Определение частоты встречаемости дефектов качества ствола в составе отдельных потомств.
- База данных семенного потомства плюсовых деревьев сосны обыкновенной в испытательных культурах.





## Мероприятие 8.8.3.

Характеристика параметров вегетативного роста, габитуса и генеративной активности вегетативных потомств плюсовых деревьев сосны на лесосеменных плантациях

### Ожидаемые результаты:

- Таксационные показатели вегетативного потомства разных клонов сосны, особенности их габитуса и интенсивности генеративных процессов.
- База данных клоновых потомств сосны, представленных на ЛСП.
- Отбор лучших клоновых потомств сосны по комплексу признаков вегетативного роста, габитуса, обилия семеношения и скорости роста семенного потомства для закладки лесосеменных плантаций II поколения.
- Выявление наследуемости параметров качества ствола плюсовых деревьев в системе «родители-потомки».







# Мероприятие 8.8.4.

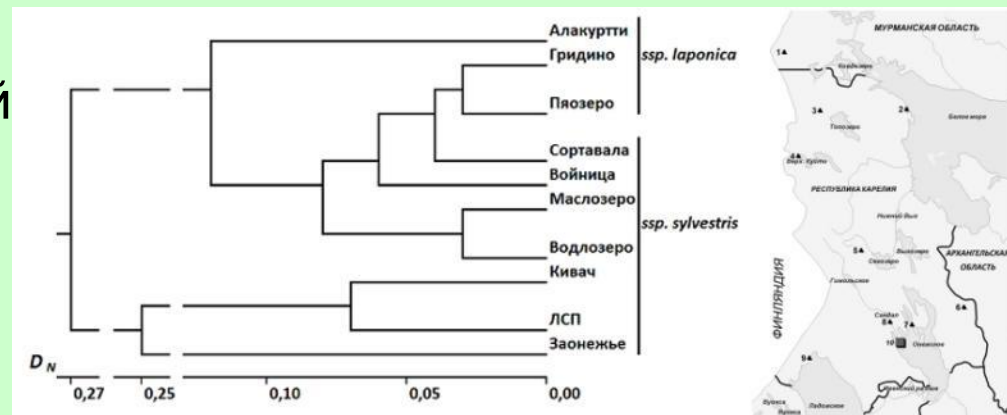
Исследование динамики параметров генетической изменчивости популяций сосны обыкновенной в системе плюсовой селекции

В основе

Особенности генетической структуры и уровень генетического разнообразия плюсовых насаждений и ЛСП хвойных пород (на примере сосны обыкновенной)

Ожидаемые результаты

Определение уровня генетической изменчивости исследуемых популяций молекулярно-генетическими методами с использованием ДНК-маркеров.





## Научная тема 8.9.

- **Селекционно-генетические и биотехнологические аспекты сохранения и воспроизводства представителей рода *Betula* L. в условиях изменения окружающей среды и культуры тканей**



Руководитель: д.б.н. Л.В. Ветчинникова

Цель работы:

- Разработка научных основ сохранения генофонда экономически ценных и редких видов лиственных древесных растений, а также развитие биотехнологических методов их культивирования и воспроизводства





## Мероприятие 8.9.1.

Изучение морфо-физиологических и биохимических особенностей березы повислой, произрастающей в условиях контрастных по климатическим параметрам

### Ожидаемые результаты

- Основные механизмы адаптации березы повислой на западной и восточной границах ее ареала и роль жирнокислотного состава липидов в этих процессах.
- Степень влияния погодно-климатических факторов среды на динамику прироста карельской березы в онтогенезе.







## Мероприятие 8.9.2.

- Выявление закономерностей роста и развития растений карельской березы и поиск возможностей для ее селекционно-генетической оценки на ранних этапах онтогенеза

В основе

- Базы данных по динамике роста и развития sibсового потомства карельской березы (1968–1999 гг.), а также показателей плюсовых деревьев карельской березы, выделенных в Республике Карелия

# Мероприятие 8.9.2.

## Ожидаемые результаты

- Селекционная инвентаризация естественных и искусственных насаждений карельской березы, различающихся по возрастной структуре и технологиям их создания.
- Выявление причин дифференциации карельской березы на ранних этапах онтогенеза.





# Мероприятие 8.9.3.

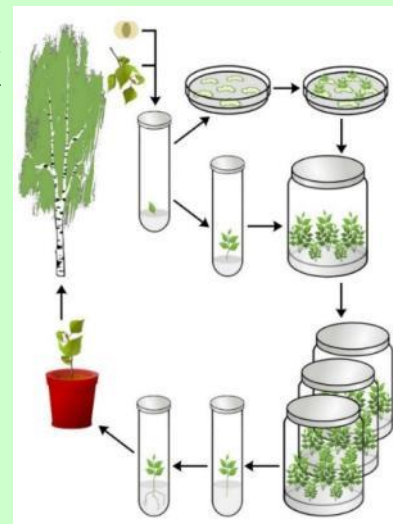
- Совершенствование технологии клонального микроразмножения древесных растений

В основе

- Коллекция *in vitro* клонов редких видов сем. *Betulaceae*

Ожидаемые результаты

- Разработка научных основ использования биореакторов для массового размножения лиственных древесных растений *in vitro*
- Выявление причин витрификации побегов, формирующихся в культуре тканей.
- Пополнение коллекции *in vitro* генотипами с улучшенными характеристиками







## Мероприятие 8.9.4.

- Разработка научных основ выращивания посадочного материала редких представителей сем. *Betulaceae* с закрытой корневой системой

В основе

- Коллекция *in vitro* клонов редких видов сем. *Betulaceae*

Ожидаемые результаты

- Технологии выращивания посадочного материала экономически ценных лиственных древесных растений в осенне-зимне-весенний период.





# СПАСИБО!





# 2017 год – год 60-летия Института леса КарНЦ РАН

**ПРОГРАММА МЕРОПРИЯТИЙ в Петрозаводске  
с 11 по 17 сентября 2017 г.**

- 1. Всероссийская научная конференция с международным участием «Бореальные леса: состояние, динамика, экосистемные услуги».**
- 2. Всероссийская научная конференция с международным участием по лесному почвоведению.**
- 3. Научные дебаты по интенсификации лесопользования.**

**Ждем!!!**





# Исследовательский проект 2.

Разработка методов и технологий оценки и мониторинга биологического разнообразия и экосистемных функций и услуг лесов. Мониторинг и оценка биологического разнообразия и экосистемных функций и услуг лесов

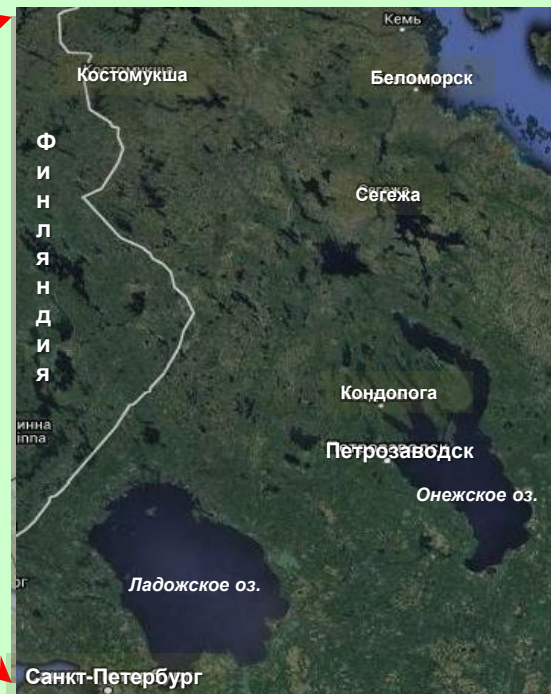
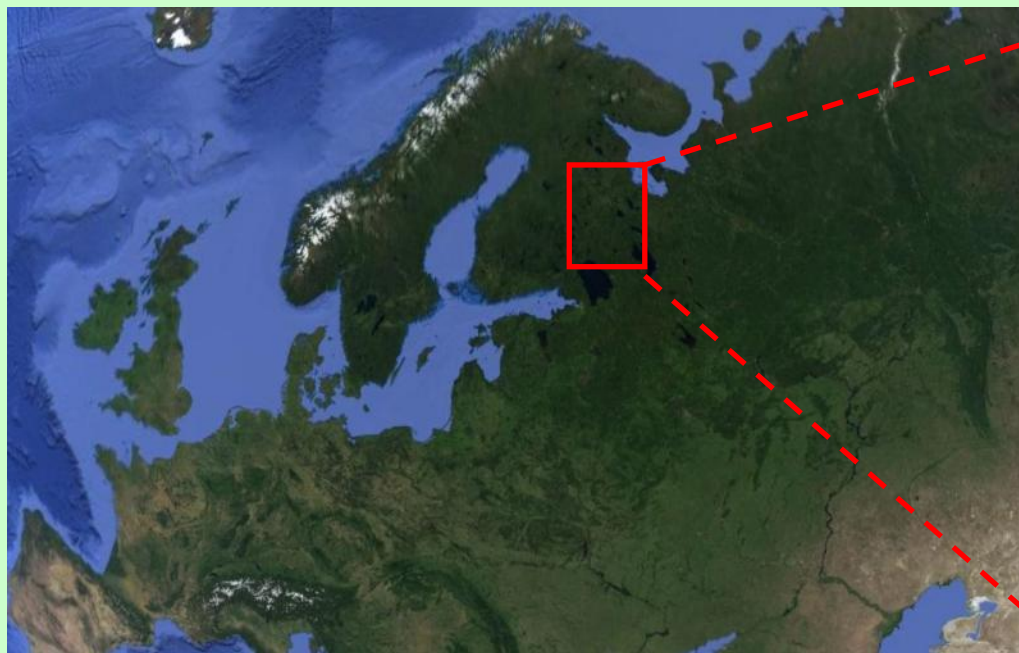
## Научная тема 2.9.

Оценка  $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{O}$ -обмена древесных растений как составная часть мониторинга таежных лесов в условиях изменения природной среды и климата

**Руководители:** вед.н.с. д.б.н. Сафонова Т.А., с.н.с. к.б.н. Придача В.Б.



**Цель работы - оценка  $CO_2/H_2O$ -обмена древесных растений таежной зоны европейской части России в условиях изменения природной среды и климата**







# Научный задел по теме 2.9

Стартовую базу для реализации проекта составляют многолетние данные собственных полевых эколого-физиологических исследований, результаты длительных временных рядов наблюдений показателей  $CO_2/H_2O$ -обмена основных лесобразующих пород региона, полученных на фоне изменяющихся факторов внешней среды. Проект направлен на проверку полученных ранее результатов на других массивах данных, проверку устойчивости полученных соотношений и применение новых способов математического анализа для многофакторных связей. Полученные показатели востребованы как индикаторы при оценке чувствительности растений к внешним воздействиям, а также как параметры в математических моделях продукционного процесса и водного цикла наземных экосистем.

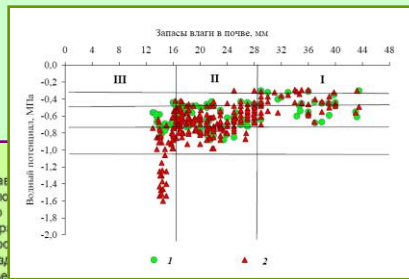
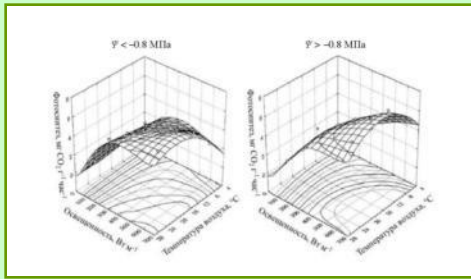
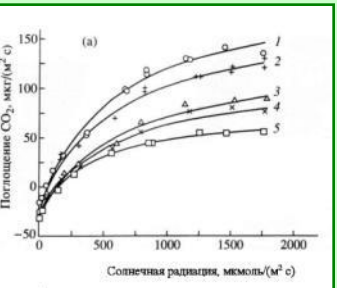
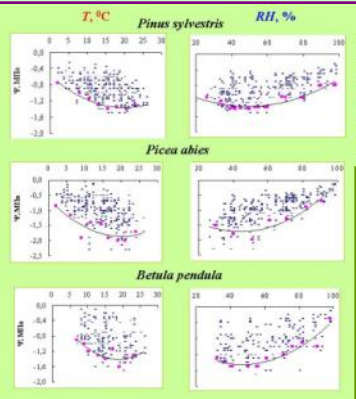


Рис. 2. Зависимость водного потенциала (Ψ) от температуры (Т) и относительной влажности воздуха (RH) у деревьев ели и березы.







## Мероприятие 2.9.1

**Выявление закономерностей пространственно-временной изменчивости показателей  $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{O}$ -обмена древесных растений таежной зоны**

**Ожидаемые результаты:**

Будет проведен анализ пространственно-временной изменчивости показателей  $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{O}$ -обмена древесных растений таежной зоны и подготовлена база данных показателей  $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{O}$ -обмена древесных растений таежной зоны при воздействии природных и антропогенных факторов.



## Мероприятие 2.9.2

**Анализ влияния факторов внешней среды на морфофизиологические показатели древесных растений таежной зоны**

**Ожидаемые результаты:**

Будет установлено влияние климатических и эдафических факторов среды на анатомо-морфологические и эколого-физиологические ( $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{O}$ - и минеральный обмен) показатели хвойных (сосна, ель) и лиственных (береза, осина) древесных растений таежной зоны.



## Мероприятие 2.9.3

**Оценка фенотипической пластичности хвойных и лиственных древесных растений**

**Ожидаемые результаты:**

Будет выявлена степень пластичности хвойных и лиственных древесных растений таежной зоны.







Li-Cor 6400XT (Li-Cor Inc., США)



Plant Moisture Vessel SKPM 1400 (Skye Instruments Ltd., Великобритания).

Для регистрации **показателей  $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{O}$ -обмена** растений (устычная проводимость, скорость фотосинтеза, дыхания, транспирации, водный потенциал листа и побега) будут использованы **фотосинтетическая система Li-Cor 6400XT** (Li-Cor Inc., США) и **камера давления Plant Moisture Vessel SKPM 1400** (Skye Instruments Ltd., Великобритания). Исследование темного дыхания стволов и ветвей будет проведено с помощью **газоанализатора Li-Cor 6200** (Li-Cor Inc., США). Для регистрации **метеопараметров** будет использована система Li-Cor 6400XT (Li-Cor Inc.) и **автономная система непрерывной регистрации температуры и относительной влажности TPВ-2** (Инженерные технологии, Россия).

Для получения **морфофизиологических характеристик** растений будут использованы **методы световой микроскопии** (анатомия листа: толщина верхнего и нижнего эпидермиса, толщина палисадной и губчатой паренхимы, количество слоев клеток палисадной паренхимы, диаметр ксилемы и флоэмы, плотность устьиц), **биометрические методы** для оценки морфологических особенностей листа (длина, ширина, толщина, площадь листовой пластинки, удельная листовая поверхность), **спектрофотометрические методы** для определения фотосинтетических пигментов и минерального состава листа с участием **ЦКП «Аналитическая лаборатория» ИЛ КарНЦ РАН.**