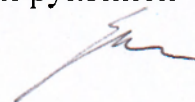


Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Ботанический институт им. В.Л. Комарова Российской академии наук

На правах рукописи



**Научный доклад
об основных результатах подготовленной
научно-квалификационной работы (диссертации)**

**СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ СОСНОВЫХ ЛЕСОВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ
ЧАСТИ КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА**

**по направлению подготовки
06.06.01 «Биологические науки»
03.02.08 «Экология (в биологии)»**

Аспирант: Евдокимов Александр Сергеевич

Научный руководитель: д.б.н. проф. Ярмишко Василий Трофимович

Санкт-Петербург
2019

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Цель исследования - Анализ современного состояния сосновых лесов центральной части Кольского полуострова, восстанавливающихся после рубок и пожаров.

Задачи исследования:

1. Проанализировать имеющиеся сведения в литературных источниках и в материалах лесоустройства о сосновых лесах исследуемого региона;
2. Исследовать сообщества *Pinus sylvestris* L. на постоянных и временных пробных площадях в разных условиях произрастания (фоновые районы и районы, подверженные аэротехногенному загрязнению);
3. Сравнить характеристики линейного и радиального роста сосны обыкновенной в фоновых условиях произрастания и под воздействием промышленных выбросов на фоне заметного снижения их объемов;
4. Оценить возобновительный потенциал сосны обыкновенной в районах с разной интенсивностью загрязнения окружающей среды;
5. Оценить современный уровень накопления тяжёлых металлов в различных компонентах сообществ с разной интенсивностью аэротехногенного воздействия;
6. Установить современное состояние средневозрастных сосняков в центральной части Кольского полуострова

НАУЧНАЯ НОВИЗНА ИССЛЕДОВАНИЯ.

В данной работе впервые дается оценка современного состояния сообществ сосны обыкновенной, сформировавшихся в результате массовых рубок и пожаров 1920-1930-х годов XX века в центральной части Кольского полуострова. Впервые выявлено возрастное и структурное разнообразие древостоев сосны обыкновенной в данном регионе исследований, обусловленное влиянием различных факторов (природных и антропогенных). Впервые дана оценка изменения величины приростов (линейного и радиального) сосны обыкновенной в ответ на значительный период снижения объема аэротехногенной эмиссии. На основе сравнения различных параметров процесса возобновления сосны при высоком и низком уровне загрязнения возникает возможность объективно оценить процесс восстановления сосновых лесов, пострадавших от аэротехногенного загрязнения.

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ

Полученные результаты могут быть использованы при проектировании комплекса природоохранных мероприятий в данном регионе. Прогнозные модели состояния сообществ сосны обыкновенной могут использоваться при разработке различных концепций рационального использования лесных ресурсов и управления лесами в современных экологических и экономических реалиях. Некоторые результаты исследований могут найти свое применение в учебных курсах и практических занятиях по экологии и природопользованию на биологических факультетах ВУЗов.

ПОЛОЖЕНИЯ, ВЫНОСИМЫЕ НА ЗАЩИТУ

1. Сообщества, образованные видом *Pinus sylvestris* L. в регионе исследований в большинстве своём представляют вторичные образования и находятся на различных стадиях после природных и антропогенных нарушений (рубки и пожары);

2. Линейный и радиальный прирост сосны обыкновенной, как и общая восстановительная динамика сообщества может сильно отличаться в зависимости от стадии восстановления и характера нарушения;
3. Сообщества, находящиеся в условиях аэротехногенной эмиссии происходят изменения, что является ответной реакцией на снижение уровня атмосферных выбросов тяжёлых металлов (Cu, Ni, Co) и сернистого ангидрида;
4. Содержание тяжёлых металлов в различных компонентах сообществ, находящихся в зоне аэротехногенной эмиссии различается по сравнению с данными прошлых лет.
5. На сегодняшний день идёт активный процесс восстановления сосновых лесов в следствие изменения экономической ситуации региона (снижение активности промышленной и лесной хозяйственной деятельности).

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Глава 1 История экологических исследований сосновых лесов на Кольском полуострове

Сосна обыкновенная – один из основных видов растений, образующий сообщества северной тайги Кольского полуострова. Данные сообщества, формируемые данным видом, занимают более 50% всей лесопокрытой площади и, соответственно, определяют внешний облик лесных ландшафтов данного региона. Главными нарушениями сосновых лесов являются рубки и, эпизодически происходящие наряду с ними, лесные пожары (которые носят как природный, так и антропогенный характер). Активное освоение данных территорий и, связанные этим процессом, массовые рубки начались в 1930-е годы XX века. Соответственно, сообщества, образованные сосной обыкновенной, находящиеся на различных стадиях восстановления после рубок и пожаров имеют весьма широкое распространение на территории Мурманской области, и их изучение является одной из наиболее важных задач современной науки. Начиная с 70-х годов прошлого века в центральной части Кольского полуострова фактором, активно влияющим на состояние сосновых лесов, стало промышленное атмосферное загрязнение.

Глава 2. Краткий очерк природных условия района исследований

На территории Кольского полуострова выделяют 6 последовательно образовавшихся комплексов горных пород. Самый древний архейский комплекс представлен гранитоидами и гранито-гнейсами. Выходы архейских пород имеются практически по всей территории полуострова. На Кольском полуострове Балтийский щит сложен в основном древнейшими метаморфизованными и изверженными породами. Многочисленные разломы, образовавшиеся в кристаллическом щите, и вертикальные движения по ним участков земной коры определили основные особенности рельефа области. Реки Кольского полуострова относятся к рекам преимущественно снегового питания. Режим стока в годовом разрезе характеризуется высоким весенним половодьем, низкой зимней и летней меженью и относительно небольшими летне-осенними подъемами, вызванными дождями.

Положение Кольского полуострова высоких широтах между большим морским бассейном на севере и континентом на юге определяет исключительно высокую интенсивность атмосферной циркуляции. Через Кольский полуостров проходят траектории большой массы циклонов и антициклонов из северных районов Гренландского моря и Северного Ледовитого океана. Циклоны преобладают в холодный период года (октябрь - апрель), антициклоны – в теплый (май — сентябрь). Почва малопродуктивная, т.к. ежегодно с опадом поступает мало органических веществ. Органическое вещество сконцентрировано в самой верхней части почвенного профиля, где располагаются корневые системы растений. В условиях неблагоприятного температурного режима, малой зональности опада и плохой аэрации почв биохимическая деятельность микроорганизмов ослаблена, поэтому гумуса в почве достаточно. Еще одной особенностью таких почв является оглеение значительной части почвенного профиля. Географическое положение Кольского полуострова и, прежде всего, широта местности определяют развитие в нём преимущественно бореальных типов растительности: хвойных лесов и болот, сменяющихся на севере березняками и лишайниковыми сообществами (тундрами). Мягкость климата позволяет растительности продвинуться далеко на север.

Аэротехногенное воздействие. Начиная со второй половины 90-х годов XX века комбинат «Североникель» (г Мончегорск, Мурманская обл) значительно понизил объёмы аэротехногенных выбросов, о чём свидетельствуют данные различных исследований. До этого времени было установлено, что понижение прироста в высоту у сосновых древостоев под влиянием аэротехногенной эмиссии и загрязняющих веществ, содержащихся в почве, происходит намного позднее, чем проявляются визуальные признаки деградации ассимиляционного аппарата растений. Также известно, что снижение высотного прироста и процесс отмирания вершины почти не уменьшились при значительном понижении аэротехногенной эмиссий. Это может быть объяснено тем, что активность процессов усыхания обуславливается не только количеством загрязняющих веществ в воздухе, но и их концентрацией в органогенных горизонтах почвы и

тканях растений.

Влияние рубок и пожаров. Вопреки распространённому мнению, именно развитие лесной промышленности в регионе нанесло наибольший ущерб естественным сообществам Кольского полуострова. Площадь лесов, повреждённых вырубками, в частности максимально повреждающими сплошными рубками с применением мощностей тяжелой техники, во много раз превышает площадь сосняков, нарушенных в результате воздействия комбинатов по выплавке руд.

Глава 3. Объекты и методы исследований.

Объектом нашего исследования являются сообщества сосны обыкновенной в центральной части Кольского полуострова. Исследования импактной и буферной зон были выполнены на основе материала, полученного на ранее заложенных постоянных пробных площадях в ходе полевых сезонов 2014, 2017 и 2018 годов (4 ППП, ориентированных по градиенту загрязнения от источника загрязнения к фоновым районам в северном и южном направлении). Исследования фонового района были выполнены на основе материала, полученного в Ковдорском, Апатитском, Мончегорском и Оленегорском районах Мурманской области. Пробные площади были заложены в сообществах, сформированных сосной обыкновенной с давностью нарушения (рубки, пожары) 40, 60, 80 и 100 лет. Давность нарушения определялась на основе анализа спилов и кернов живых деревьев. В этих сосняках были заложены пробные площади (ПП) размером 0,1 — 0,25 га (количество деревьев основной лесообразующей породы составляет не менее 200 особей). На данных пробных площадях были выбраны модельные объекты, которые соответствовали необходимым ступеням толщины диаметра ствола: 8, 12, 16, 20, 24 и 28 см. Именно для данных деревьев были получены керны и силы.

Глава 4. Сообщества сосны обыкновенной в фоновых условиях произрастания: разнообразие, структура, состояние.

Виталитетная структура. При восстановлении после антропогенного нарушения соотношение количества особей в зависимости от стадии восстановления может сильно отличаться. Сообщества с давностью рубки 20 лет будут состоять только из подроста. Около 90% особей здесь можно отнести к категории I (здоровые). Плотность особей в данном сообществе — около 15.000 экз/га. Для 40-летних сообществ суммарная доля здоровых и ослабленных особей составляет почти 90% (33% и 54% соответственно), для сильно ослабленных особей — 10%, почти не встречаются усыхающие и сухие деревья (суммарно 2%). Индекс жизненного состояния в таких сообществах составляет 0,75. При этом плотность древесного яруса в таком сообществе составляет 2.000 — 3.000 экз/га. Аналогично и для подроста: около 4.000 -4.500 экз/га. При весьма высокой плотности и сильной конкуренции (как в надземной, так и в подземной сфере) почти не наблюдается здоровых и ослабленных особей, доля усыхающих и сухих составляет более половины от всех растений. Следует отметить, что такая ситуация весьма логична и будет наблюдаться в сообществах с более поздним нарушением.

В сообществах, сформировавшихся после рубки 60-летней давности, в целом наблюдается та же тенденция к изреживанию для древостоя. Плотность составляет 2.000-2.500 экз/га для древесного яруса и 4.500 экз/га для яруса подроста. Виталитетная структура сообщества при этом также меняется. Доля здоровых и ослабленных особей древесного яруса составляет немногим более 70% (21% и 48% соответственно), доля сильно ослабленных — 31%, усыхающие и сухие деревья отсутствуют. Индекс жизненного состояния — 0,67. Для яруса подроста здоровые особи почти полностью отсутствуют, доля ослабленных и сильно ослабленных особей составляет 30% и 40% соответственно. Около 20% особей являются усыхающими, 10% сухими.

Для сообществ 80-летней давности плотность для древостоя составляет около 1.500-2.000 экз/га, для яруса возобновления — 10.000-15.000 экз/га. Такое резкое возрастание количества молодых особей (которое приближается к количеству особей на ранних стадиях возобновления) связано с

продолжающимся интенсивным изреживанием в древесном ярусе. Однако только 10% особей яруса подроста можно отнести к здоровым, около половины (50%) — ослабленные, 20% — усыхающие и по 10% категории усыхающих и сухих. В древесном ярусе преобладают ослабленные деревья — 64%, 32% — здоровые и 4% — сильно ослабленные. Для данных сообществ индекс жизненного состояния составляет 0,76. Подобная картина будет наблюдаться у сообществ со 100-летней давностью нарушения.

Радиальные приросты. При изучении разновозрастных сосновых лесов, находящихся на разных этапах восстановления после нарушений различного рода (рубки и пожары), мы обнаружили, что радиальный прирост за некоторый период прямо зависит от жизненного состояния растения. А именно, для деревьев, относящихся к категории состояния «здоровые» в каждой ступени толщины ствола (8; 12; 16; 20 см), показатель данной величины может варьировать от 1,11 до 1,71 мм/год; для деревьев, относящихся к категории состояния «ослабленные» — от 0,74 до 1,14 мм/год; для деревьев, относящихся к категории состояния «сильно ослабленные» — от 0,41 до 0,98 мм/год. Среднее значение радиального прироста за жизненный период зависит от различных природных и антропогенных факторов. Разница по приростам в пределах одной группы может изменяться от 0,2 до 0,6 мм (на ранних этапах развития то значение может достигать 1,3 мм/год). Также необходимо отметить, что средний прирост в рамках категории с наименьшим диаметром ствола (7-9 см) для особей, относящихся к категории «здоровые» значительно отличается от других групп (1,03 мм/год, в отличие от 1,41-1,61 мм/год для общего прироста). Однако для сосняков Кольского полуострова этот показатель в среднем ниже — около 1,06-1,24 мм/год.

Глава 5. Влияние антропогенных факторов на восстанавливающиеся сообщества *Pinus sylvestris* L. в центральной части Кольского полуострова

Тяжёлые металлы в различных компонентах сообщества. В связи со снижением объемов аэротехногенных выбросов отходов производства

комбинатом «Североникель» мы можем наблюдать положительное изменение жизненного состояния древостоев сосны обыкновенной и 2–15-кратное понижение содержания Ni и Cu в ассимиляционных органах растений, которое может быть обусловлено снижением количества частиц тяжёлых металлов, поступающих из атмосферы на поверхность ассимиляционного аппарата. В буферной зоне наблюдается постепенное восстановление напочвенных ярусов (травяно-кустарничковый и мохово-лишайниковый), однако постоянная эмиссия тяжелых металлов из атмосферы может создать условия, при которых будет достигнут критический уровень содержания загрязняющих веществ в верхнем горизонте почвы. В импактной зоне положительная динамика изменения напочвенных ярусов не наблюдается по причине чрезвычайно высокого уровня загрязнителей, содержащихся в органогенном горизонте почвы.

Виталитетная структура. Индекс жизненного состояния в 2017 г. для импактной зоны составил 0,55 и 0,48 (для ППП 100 и ППП 29 соответственно). Распределение деревьев по категориям жизненного состояния для ППП 100: 17,3% здоровых, 30,2% ослабленных, 39,7% сильно ослабленных и 5,5% усыхающих деревьев. Для ППП 29 это же распределение составило: 25,8% здоровых, 18,4% ослабленных, 18,9% сильно ослабленных и 16,1% усыхающих деревьев. Для буферной зоны индекс жизненного состояния составил 0,84 и 0,81 (для ППП 270 и ППП 3 соответственно). Распределение деревьев по категориям жизненного состояния для ППП 270: 72,0% здоровых, 6,3% ослабленных, 18,0% сильно ослабленных и 1,5% усыхающих деревьев. Для ППП 3 это же распределение составило: 66,9% здоровых, 14,3% ослабленных, 8,8% сильно ослабленных и 3% усыхающих деревьев. Индекс жизненного состояния в 2018 г. для импактной и буферной зоны остался практически таким же. Для импактной зоны он составил 0,56 и 0,48 (для ППП 100 и ППП 29 соответственно), для буферной зоны — 0,84 и 0,82 (для ППП 270 и ППП 3 соответственно). Виталитетная структура данных сообществ также не претерпела существенных изменений.

Радиальный прирост. В случае повышенной аэротехногенной эмиссии в начале жизни растения наблюдается очевидный всплеск ростовых процессов, в том числе и в случае радиального прироста и достигает 1,8 мм/год, что сравнимо со средними приростами в фоновых районах исследования. Далее наступает резкий спад ежегодных приростов и к 50 годам достигает 0,02-0,04 мм/год. Это значительно ниже средних показателей фоновых сосняков того же возраста. Исключение лишь могут составлять сильно ослабленные особи фоновых условий обитания, при послепожарном восстановлении. В этом случае, как уже было сказано выше, находятся в заведомо невыгодных условиях из-за значительно более позднего заселения, что и создаёт перманентно-угнетенные условия. Также следует отметить небольшое повышение величины радиальных приростов в исследуемых нами буферных и импактных сообществах в период 1995-2000 годов. Вероятнее всего, это происходило из-за снижения уровня аэротехногенных выбросов предприятием «Североникель» за данный период времени.

ВЫВОДЫ

1. В исследуемом регионе преобладают вторичные сосновые леса, сформированные на вырубках и гарях в 30-80-х гг. прошлого столетия;
2. В сообществах, сформированных на гарях происходит резкая дифференциация на категории состояния уже на ранних этапах восстановления (начиная с 20 лет); в сообществах, образованных после рубки эта дифференциация наступает значительно позже (40-60 лет);
3. Воздействие на ростовые процессы аэротехногенного загрязнения более ярко выражено в спелых и переспелых насаждениях, по сравнению с молодыми и средневозрастными.
4. Содержание тяжёлых металлов в ассимиляционных органах растений и органогенных горизонтах почвы снижается по сравнению с предыдущими показателями а именно: в 2014 г превышение содержания тяжелых металлов для различных компонентов сообщества в среднем превышало

показатели фонового района для буферной зоны в 1,5-2 раза, для импактной зоны в 2-15 раз; в 2017 г аналогичные показатели приблизились к значениям фонового района (особенно для буферной зоны).

5. Виталитетная структура и индекс жизненного состояния лесных сообществ в период устойчиво-пониженного уровня аэротехногенных выбросов в период с 2015 по 2018 гг изменился незначительно: средний показатель индекса жизненного состояния для 2014 г — 0,668, для 2017 г — 0,670, для 2018 г — 0,675

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Алексеев В.А.* Лесные экосистемы и атмосферное загрязнение. — Л.: Наука, 1990а. — 200 с.
2. *Алексеев А.С.* Мониторинг лесных экосистем. — Спб.: Наука, 2003. — 215 с.
3. *Баккал И.Ю., Горшков В.В., Ставрова Н.И.* Динамика восстановления основных компонентов бореальных сосновых лесов после пожаров // Проблемы экологии растительных сообществ Севера. — Спб.: ВВМ, 2005. — С.271—281.
4. *Воробейчик Е.Л.* Изменение пространственной структуры деструкционного процесса в условиях атмосферного загрязнения лесных экосистем // Изв. АН. Сер. Биологическая. — 2002. № 3. — С.368—379.
5. *Горшков В.В.* Послепожарное восстановление мохово-лишайникового яруса в сосновых лесах Кольского полуострова // Экология. — 1995. №3. — С.179—183.
6. *Дончева А.В.* Комплексный подход к изучению воздействия промышленного объекта на природу (на примере комбината «Североникель») // Природа и хозяйство Севера. Петрозаводск, 1997. — Вып.6. — С.15—22.
7. *Крючков В.В., Сыроид Н.А.* Изменение экосистем Кольского Севера под влиянием антропогенной деятельности // 8 Всесоюзн. симп. «Биологические проблемы Севера»: Тез докл. — Апатиты: КФ АН СССР, 1979. — С.39—42.
8. *Крючков В.В., Макарова Т.Д.* Аэротехногенное воздействие на экосистемы Кольского Севера. — Апатиты: КНЦ АН СССР, 1989. — 96 с.
9. *Лянгузова И.В.* Тяжёлые металлы в системе почва-растение: подвижность, поступление и распределение // Проблемы экологии растительных сообществ Севера. — Спб.: ООО «ВВМ», 2005. — С.175—189.
10. *Мазная Е.А., Лянгузова И.В.* Эколого-популяционный мониторинг

- ягодных кустарничков при аэротехногенном загрязнении. — СПб.: ВВМ, 2010. — 195 с.
11. *Раменская М.Л.* Анализ флоры Мурманской области и Карелии. — Л.: Наука, 1983. — 216 с.
12. *Санников С.Н., Санникова Н.С., Петрова И.В.* Очерки по теории лесной популяционной биологии — Екатеринбург.: УрО РАН, 2012. — 272 с.
13. *Ставрова Н.И.* Влияние атмосферного загрязнения на возобновление хвойных пород // Лесные экосистемы и атмосферное загрязнение. — Л.: Наука, 1990. — С.121—144.
14. *Цветков В.Ф.* Рост сосновых древостоев в условиях аэротехногенного загрязнения на Кольском полуострове // Лесн. Хоз-во. — 1991. — №5. — С.20—22.
15. *Ярмишко В.Т.* Сосна обыкновенная и атмосферное загрязнение на Европейском Севере. — СПб.: НИИ химии СПбГУ. 1997. — 210 с.
16. *Ярмишко В.Т., Ярмишко М.А.* Влияние пожаров и атмосферного загрязнения на структуру и продуктивность напочвенного покрова и травяно-кустарничкового яруса сосновых лесов на Европейском Севере России // Раст. Ресурсы, — 2002. Т. 38. Вып. 2. — С. 40—54.
17. *Ярмишко В.Т., Баккал И.Ю., Борисова О.В., Горшков В.В., Катютин П.Н., Лянгузова И.В., Мазная Е.А., Ставрова Н.И., Ярмишко М.А.* Динамика лесных сообществ северо-запада России. — СПб.: ВВМ, 2009. — 276 с.
18. *Ярмишко В.Т., Борисова О.В., Ярмишко М.А.* Многолетняя динамика состояния южно-таежных лесов в условиях промышленного атмосферного загрязнения// Динамика лесных сообществ северо-запада России. СПб: ВВМ, 2009. С. 120-157.
19. *Ярмишко В.Т., Лянгузов А.Ю., Лянгузова И.В.* Изменение годичного прироста стволов *Pinus sylvestris* при снижении аэротехногенного загрязнения // Раст. ресурсы. Т. 53, вып. 4. 2017. С. 527-542.
20. *Gorshkov V.V.* The state of moss-lichen cover in polluted and non-polluted pine forests of the Kola peninsula // Aerial pollution in Kola Peninsula: Proc. of

- International Workshop (April, 14—16, 1992, St.-Petersburg). — Apatity, 1993. — P.208—298.
21. *Kozlow M.V., Haukiova E., Yarmishko V.T.* Aerial pollution in Kola Peninsula: Proc. of the Intern. Workshop (April 14—16, 1992, St-Petersburg). — St-Petersburg, Apatity, 1993. — 417 p.
22. *Neshataev V.Yu., Neshataeva V.Yu.* Birch forests of the Lapland state reserve // Aerial pollution in Kola Peninsula (April 14-16, 1992) St. Petersburg, Apatity, 1993a. — P.328-338.
23. *Yarmishko V.T.* The analysis of morphological structure and crown state of *Pinus sylvestris* L. under different levels of air pollution in the Kola Peninsula // Aerial pollution in Kola Peninsula (April, 14—16, 1992, St.-Petersburg): Proc. the Intern. Workshop. — Apatity, 1993. — P.236—251.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ АСПИРАНТОМ ПО ТЕМЕ НКР

1. *Ярмишко В.Т., Евдокимов А.С.* Восстановление нарушенных сосновых лесов на Европейском Севере России – Леса России: политика, промышленность, наука, образование / Материалы второй международной научно-технической конференции. Том2 – СПб.: СПбГЛТУ, 2017. – С. 166-169.
2. *Евдокимов А.С., Салихова Ф.С.* Реакция лесных экосистем Кольского полуострова на снижение аэротехногенной нагрузки – Человек, экология и культура / материалы всероссийской научно-практической конференции / под ред Е.И. Тихомировой — Саратов, СГТУ, 2018. – С. 87-89.
3. *Евдокимов А.С.* Особенности роста сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) на ранних этапах послепожарного восстановления – Материалы IV (XII) Международной ботанической конференции СПб.: БИН РАН, 2018. — С. 127-128.
4. *Евдокимов А.С.* Европейские бореальные леса на ранних этапах восстановления – Актуальные проблемы ботаники и экологии. Материалы международной конференции молодых учёных. – Киев, 2018. - С. 43-44.
5. *Евдокимов А.С.* Виталитетная структура северотаёжных лесов после антропогенных нарушений – Лесные ресурсы — Белорусское полесье / материалы международной конференции молодых учёных — Гомель, 2018. —С. 93-95.
6. *Лянгузова И.В., Ярмишко В.Т., Беяева А.И., Евдокимов А.С.* Состояние лесных экосистем Кольского полуострова на фоне снижения объемов антропогенных выбросов предприятием цветной металлургии. — Растительные ресурсы – Т 54, № 4, 2018 — С. 516-531.
7. *Евдокимов А.С.* Сравнительная характеристика компонентов бореальных лесных экосистем центральной части Кольского полуострова, подверженных аэротехногенному воздействию — Экологические

- проблемы промышленно-развитых и ресурсодобывающих регионов: пути решения / Сборник трудов III Всероссийской молодёжной научно-практической конференции - Кемерово, 2018. — С. 420.1-420.3.
8. *Ярмишко В.Т., Евдокимов А.С.* Состояние древесного яруса лесных сообществ центральной части Кольского полуострова на фоне снижающейся аэротехногенной эмиссии — Актуальные проблемы экологии и природопользования: сборник научных трудов XX Международной научно-практической конференции — М.: РУДН, 2019. —С. 81-86.
 9. *Evdokimov A.S., Yarmishko V.T.* Spatial structure of recuperating lichen green pine forests in the Central part of the Kola Peninsula (Russia) — Journal of Technical and Natural Sciences. № 2 (11), 2019. P. 34-39.
 10. *Ярмишко В.Т., Игнатьева О.В., Евдокимов А.С.* Некоторые аспекты мониторинга сосновых лесов в экстремальных условиях Кольского Севера — Самарский научный вестник — Т 8, № 2 (27), 2019. — С. 81-86.
 11. *Ярмишко В.Т., Игнатьева О.В., Евдокимов А.С.* Мониторинг как система сбора информации о состоянии лесов на северном пределе их распространения — Леса России: политика, промышленность, наука, образование: Материалы IV научно-технической конференции, СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2019. — С. 64-66.