

Научно-исследовательская работа

Биология

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АДАПТАЦИОННЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ  
СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ (PINUS SYLVESTRIS)**

***Выполнила:***

***Дядик Тамара Владимировна***

*учащаяся 10 класса*

*МБОУ СОШ № 15, Россия, г.Апатиты*

***Коркачева Дина Александровна***

*научный руководитель*

*МБОУ СОШ № 15, Россия, г.Апатиты*

## **ВВЕДЕНИЕ**

Как показывают исследования ученых, деревья одного и того же вида в разных климатических поясах бывают разной толщины и высоты. А если посмотреть на их спил, то нетрудно заметить, что расходящиеся кругами концентрические годовичные кольца тоже сильно отличаются друг от друга по рисунку и толщине. Такие же отличия можно заметить и у деревьев, растущих в одном лесу.

Очевидно, эти различия - результат работы каких-то объективных факторов, к воздействию которых деревья вынуждены постоянно приспосабливаться. В результате такой адаптации деревья могут сильно изменяться. Если адаптация успешна, дерево может вырасти большим и здоровым, если нет - много болеть и в конце концов погибнуть.

Лес - это «легкие» планеты, без которых невозможна жизнь на Земле. Знание того, как приспосабливаются деревья к жизни в различных условиях нужно и ученым, и практикам для того, чтобы следить за здоровьем леса, обеспечивать комфортные условия жизни деревьев в городе и сохранять лес за городской чертой. Моя работа направлена на решение этих задач и посвящена исследованию адаптационных особенностей одного из наиболее распространенных в нашей стране видов деревьев – сосны обыкновенной.

**Объектом настоящего исследования** является сосна обыкновенная

**Предметом исследования** основные морфологические признаки сосны обыкновенной (высота, диаметр, годовичные кольца)

**В ходе исследования была выдвинута следующая гипотеза:** деревья способны приспосабливаться к разным условиям обитания. Чем шире ареал обитания вида, тем сильнее его способность к адаптации. В процессе адаптации существенно изменяются морфологические признаки древесных растений.

Из гипотезы вытекает **цель** исследования: установить взаимосвязь между воздействием климатического, техногенного и антропогенного факторов и изменением морфологических признаков древесных растений.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие **задачи:**

1. Определить подлежащие исследованию морфологические признаки древесных растений.

2. Установить факторы, влияющие на рост и развитие древесных растений.

3. Описать природно-климатические условия районов проведения исследований (взятия проб).

4. Провести полевые работы и лабораторные исследования дендрохронологического материала.

5. Систематизировать и обобщить полученные эмпирические данные.

В процессе работы использовались **общенаучные методы исследования:** анализ, синтез, наблюдение; **методы эмпирического исследования** морфологических характеристик деревьев - древесно-кольцевой анализ и метод визуально-глазомерного обследования древостоя.

**Практическая значимость** работы заключается в том, что результаты исследования могут быть использованы при разработке рекомендаций по ведению лесного хозяйства, как в городе, так и за городской чертой.

## ГЛАВА I. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 1.1. Определение подлежащих исследованию морфологических признаков древесных растений

Морфология (в биологии) изучает как внешнее строение (форму, структуру, цвет, образцы) организма или его составных частей, так и внутреннее строение живого организма (например, морфология человека). Подразделяется на наружную морфологию (или эйдономию) и внутреннюю морфологию (или анатомию). Фактически, понятие морфологии ввёл немецкий поэт и естествоиспытатель И. В. Гёте, определив её как «учение о форме органических тел, её образовании и преобразовании»[1].

Морфология древесных растений определяется строением их ствола, ветвей, побегов, листьев и пр. Характер ветвления, то есть развития ветвей на стволе дерева, определяет его габитус, или внешний вид. Основные органы древесных растений— стебли, корни, листья.

Ствол - главный стебель, несущий на себе всю крону. Он составляет 50-90% объема дерева. Его основные части - кора, камбий, древесина, сердцевина, сердцевидные лучи, годичное кольцо.

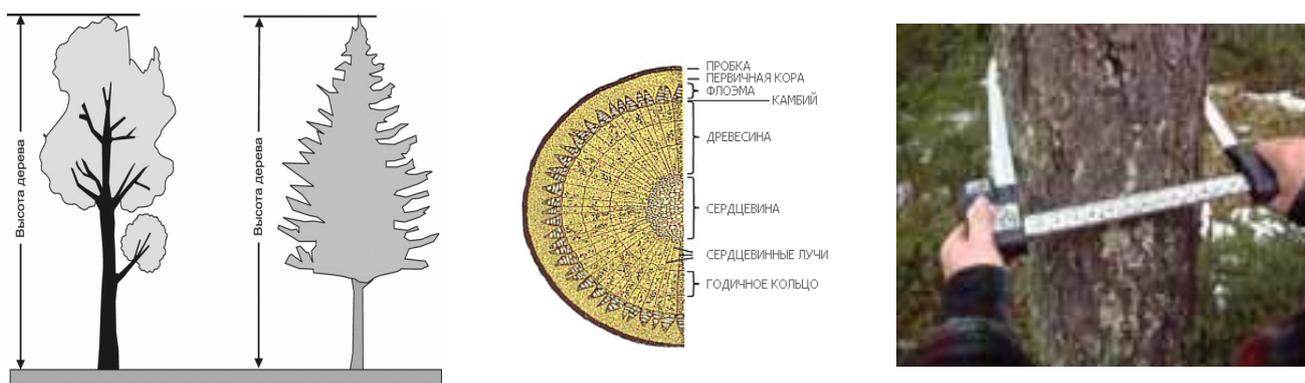


Рисунок 1 – Морфологические признаки древесного ствола

Поскольку ствол является видимой и наиболее доступной для изучения частью дерева, для целей данного исследования мы выбрали три его основных морфологических признака: высоту, годичные кольца и диаметр ствола (рис.1).

### 1.2. Факторы, влияющие на рост и развитие древесных растений

На рост и развитие древесных растений оказывает влияние большое

<b>ВНЕШНИЕ</b>	<b>ВНУТРЕННИЕ</b>
Климатические и почвенно-грунтовые условия	Порода древесных растений
Фитоценоотические	Наследственная индивидуальная изменчивость древесных растений
Катастрофы (пожары, буреломы,	Возраст

количество как внутренних, так и внешних комплексно действующих факторов. Из внутренних факторов наибольшее влияние оказывают порода дерева, наследственная индивидуальная изменчивость, возраст и плодоношение. Из внешних факторов на рост древесных растений влияют климатические и почвенно-грунтовые условия, фитоценоотические причины, разного рода катастрофы (пожары, буреломы), а также техногенные, антропогенные и биотические (нападения насекомых-вредителей) факторы (таб. 1) [2].

Таблица 1 – Основные факторы, влияющие на рост и развитие древесных растений

аварии на АЭС и т.п.)	
Техногенные и антропогенные	Плодоношение
Биотические (нападения насекомых вредителей)	

Примечание: разработка автора

Рассмотрим более подробно те факторы, влияние которых достаточно подробно описано в научной литературе.

Климатические и почвенно-грунтовые условия. В благоприятные по метеорологическим условиям годы формируются более широкие кольца, в неблагоприятные - узкие. В связи с этим у большей части деревьев синхронно изменяется ширина годичных колец во времени и в пространстве в пределах однородного в климатическом отношении района. Так, например, в Мурманской области показано, что максимальные индексы ширины годичных колец в лесотундре приурочены к теплым годам, а минимальные - к холодным [3]. Кроме того, низкая влажность почвы ограничивает радиальный рост (прирост) деревьев (особенно в поздние сроки вегетационного периода).

Фитоценотические факторы. На сезонный рост дерева кроме климатических условий влияют различные фитоценотические факторы. Например, повышение густоты древостоя уменьшает общий прирост древесины и изменяет его распределение в стволе и ветвях. Господствующие деревья не только растут быстрее, но и имеют большую, чем угнетенные, продолжительность ростового сезона [4].

Катастрофы. Весьма серьезным фактором, изменяющим ростовые процессы, является, радиационное воздействие и особенно, если оно приходится на период начала активных ростовых процессов, как это было при аварии на Чернобыльской АЭС. Так, например, радиационное воздействие вызвало уменьшение плотности ранней древесины. Практически у всех облученных деревьев наблюдалось увеличение средних показателей на 10-15% в сосновых насаждения и на 20-25% в еловых [5].

Биотические факторы. Из них наиболее сильное влияние на рост дерева оказывают насекомые-вредители, особенно хвое- и листогрызущие, повреждающие ассимиляционный аппарат дерева [6].

Наследственная индивидуальная изменчивость. При исследовании сезонного роста 18-ти произрастающих в Европе видов древесных растений в течение вегетационного периода отмечены четкие отличия во времени развертывания почек, инициации меристематической активности<sup>1</sup> в побегах, стволе и корнях разных видов древесных растений.

Возраст. Этот фактор связан с генотипом и влияет на сезонную динамику ростовых процессов в древесном растении. Виды древесных растений существенно различаются по предельному возрасту особей. Виды с наибольшим возрастом отдельных особей встречаются в экстремальных условиях обитания на границах их ареалов [2].

Учет всех факторов, влияющих на рост дерева и формирующих основные морфологические признаки ствола – сложная научная задача. Она требует физических и химических исследований тканей дерева и почвы, где оно произрастает, специальных знаний в области цитологии. К сожалению, пока что у меня отсутствует возможность комплексного решения этой задачи. Поэтому в настоящей работе я решила сосредоточиться на установлении взаимосвязей между воздействием *наиболее очевидных климатических, техногенных и антропогенных факторов* и изменением морфологических признаков деревьев.

## **ГЛАВА II. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

### **2.1. Природно-климатические условия районов проведения исследования**

---

<sup>1</sup> Меристемы, или образовательные ткани, или меристематические ткани (от др.-греч. μεριστός — делимый) - обобщающее название для тканей растений, состоящих из интенсивно делящихся и сохраняющих физиологическую активность на протяжении всей жизни клеток, обеспечивающих непрерывное нарастание массы растения и предоставляющих материал для образования различных специализированных тканей.

Для целей данного исследования были выбраны районы, расположенные в двух абсолютно разных климатических поясах: район среднего Поволжья - Нижегородская область и район крайнего Севера – Мурманская область.

### ***Природно-климатические условия Нижегородской области***

Нижегородская область находится в Центральной Европейской части России к востоку от Москвы на удалении около 400 км. Двумя крупнейшими реками Русской равнины - Окой и Волгой - Нижегородская область делится на три части. Заволжье - территория к северу от Волги. Волго-Окское междуречье - треугольник, образуемый двумя реками и западной границей области, являющийся левобережьем Волги и правобережьем Оки. Правобережье - территория к югу от Оки и к югу от Волги ниже ее слияния с Окой. Природа первых двух частей Нижегородской области достаточна схожа и заметно отличается от Правобережья.

На территории Нижегородской области встречаются три природные зоны: тайга, хвойно-широколиственные (смешанные) леса и лесостепи.

Климатический пояс умеренный, климатический сектор умеренно-континентальный. Для умеренного пояса характерны четыре четко выраженные времени года: снежная зима, теплое лето и два переходных периода: весна и осень. Границы между сезонами приняты по изменению среднесуточных температур воздуха. Ниже нуля градусов Цельсия - зима, выше  $+15^{\circ}$  - лето, а то, что между ними - весна и осень. Среднегодовая температура воздуха  $+3,6^{\circ}$ . К северу и к югу от Нижнего Новгорода температурный режим несколько меняется, но не резко. Годовое количество осадков в Нижнем Новгороде - около 560 мм, по области оно изменяется от около 450 мм на юго-востоке до около 650 мм на северо-западе [7].

### ***Природно - климатические условия Мурманской области***

Климат Кольского полуострова определяется его географическим положением за Полярным кругом и между Европейским материком с юга и Арктическим бассейном с севера, а также близостью теплого сектора Атлантики. Значительное влияние на климат оказывает проходящее у северных

берегов полуострова теплое Нордкапское течение в Баренцевом море. Средняя годовая температура воздуха на территории области уменьшается от 0° на побережье Баренцева и Белого морей до -20С в центральной части и до -3° в горных районах. Достаточно высокие для Субарктики среднегодовые температуры воздуха Кольского полуострова обусловлены преобладанием влажных воздушных масс морского происхождения, согретых теплым морским течением Гольфстрим в холодную часть года. Годовая сумма атмосферных осадков составляет 400-500 мм, на вершинах гор - от 800 до 1200 мм. Более половины годовых осадков выпадает в летние месяцы при вхождении континентальных масс влажного воздуха. В зимний и осенний сезоны континентальные воздушные массы обеднены влагой, так как практически отсутствует испарение. Избыточное увлажнение является основной причиной значительной обводненности и заболоченности территории [8].

## **2.2. Полевые работы и лабораторные исследования дендрохронологического материала**

Полевые работы проводились в период август-сентябрь 2016 г., в двух климатических поясах: в районе Среднего Поволжья - Нижегородская область и в районе Крайнего Севера - Мурманская область. Все работы проводились согласно методике древесно-кольцевого анализа. Данная методика включает в себя 3 этапа работ [3]

1 этап. Выбор пробных площадок и модельных деревьев.

В каждом исследуемом районе было выбрано по три пробных площадки (Приложения 1-6). С целью проверки воздействия на морфологические признаки ствола каждого из факторов, отобранных разделе 1.2. настоящего исследования, площадки выбирались в лесной зоне, промышленной зоне и в городской черте. Далее выбирались модельные деревья диаметром 20 см. Взятие проб (кернов) осуществлялось перпендикулярно продольной оси ствола дерева на высоте 1,2-1,3 м от поверхности земли с помощью возрастного бурава. Отбирались образцы древесины с 7-10 деревьев одного вида- сосны

обыкновенной. В общей сложности было отобрано 40 кернов. Все пробы были промаркированы по номеру пробной площади и модельного дерева.

Определение показателей древостоев выполнялось с помощью рулетки и визуально-глазомерного обследования. Все сведения заносили в полевой дневник.

2 этап. Камеральная обработка дендрохронологического материала.

Обработка собранных материалов выполнялась в лаборатории школы №15.

Каждый керна наклеивался на специальную, заранее подготовленную деревянную основу (рис. 2). Перед измерением все керны проходили предварительную подготовку: поверхность керна зачищалась мелкой наждачной бумагой, некоторые образцы – острым ножом. Для увеличения контрастности между ранним и поздним приростом годичного кольца использовался мел или зубной порошок.



Рисунок 2 – Дендрохронологический керна

3 этап. Измерения ширины годичных колец.

Измерения отобранных кернов осуществлялись с использованием лупы с 10-ти кратным увеличением. Кольцо каждого десятилетия отмечалось меткой, в виде точки. На данном этапе работы были выявлены основные периоды минимального и максимального прироста годичных колец сосны обыкновенной.

По результатам проведения полевых работ была составлена сводная таблица высот и возрастов исследованных деревьев (таблица 2).

Таблица 2 – Сводная таблица высот и возрастов исследованных деревьев

	Промышленная зона			Город			Лес		
	Номер образца	Высота, м	Возраст, лет	Номер образца	Высота, м	Возраст, лет	Номер образца	Высота, м	Возраст, лет
Средняя полоса (Нижегородская обл.)	ДП1	13	54	ПШ1	8,5	46	НЛ1	11,5	58
	ДП2	12,7	53	ПШ2	10,2	41	НЛ2	12	47
	ДП3	11,7	50	ПШ3	12,75	53	НЛ3	12	53
	ДП4	10,4	42	ПШ4	12,24	56	НЛ4	10	42
	ДП5	11,5	51	ПШ5	11,05	53	НЛ5	10	37
				ПШ6	11,05	56	НЛ6	12	44
				ПШ7	12	53	НЛ7	10	46
Крайний север (Мурманская обл.)	МП1	7,8	46	АГ1	11,2	68	АЛ1	11,2	56
	МП2	7	42	АГ2	9	56	АЛ2	11	46
	МП3	6,5	42	АГ3	9,6	67	АЛ3	11	53
	МП4	6,5	47	АГ4	10,4	64	АЛ4	7,2	47
	МП5	9	43	АГ5	11,2	68	АЛ5	7,8	52
	МП6	9	46	АГ6	10,3	70	АЛ6	7,8	52
	МП7	7,8	40	АГ7	10,5	56	АЛ7	7,8	56

Примечание: система кодировки номеров образцов представлена в Приложении 7

### 2.3. Систематизация и обобщение эмпирических данных

Полученный в результате полевых исследований дендрохронологический материал был систематизирован и сгруппирован. В итоге образовалось шесть наборов проб. По три набора для каждой из климатических зон: лесная, промышленная и городская группа проб из Нижегородской области и такой же набор проб из Мурманской области.

Для каждой из групп проб были определены средние возраста (среднее количество годовых колец по пробам группы) и средние значения высоты

деревьев по методу средней арифметической величины. Эти данные представлены в таблицах 3 и 4.

Таблица 3. Средние значения возраста исследуемых сосен, лет

	Промышленная зона	Город	Лес
Средняя полоса (Нижегородская обл.)	50,0	52,3	46,7
Крайний север (Мурманская обл.)	43,7	64,1	51,7

Таблица 4. Средние значения высоты исследуемых сосен, м

	Промышленная зона	Город	Лес
Средняя полоса (Нижегородская обл.)	11,9	11,1	11,1
Крайний север (Мурманская обл.)	7,7	10,3	9,7

На основании данных таблиц 3 и 4, а также длин дендрохронологических кернов были рассчитаны показатели средней скорости роста деревьев для каждой из исследованных групп проб и среднегодового прироста годичного кольца сосны обыкновенной для каждой из групп проб. По результатам этих расчетов с помощью программы Microsoft Excel составлены диаграммы на рисунках 3 и 4.

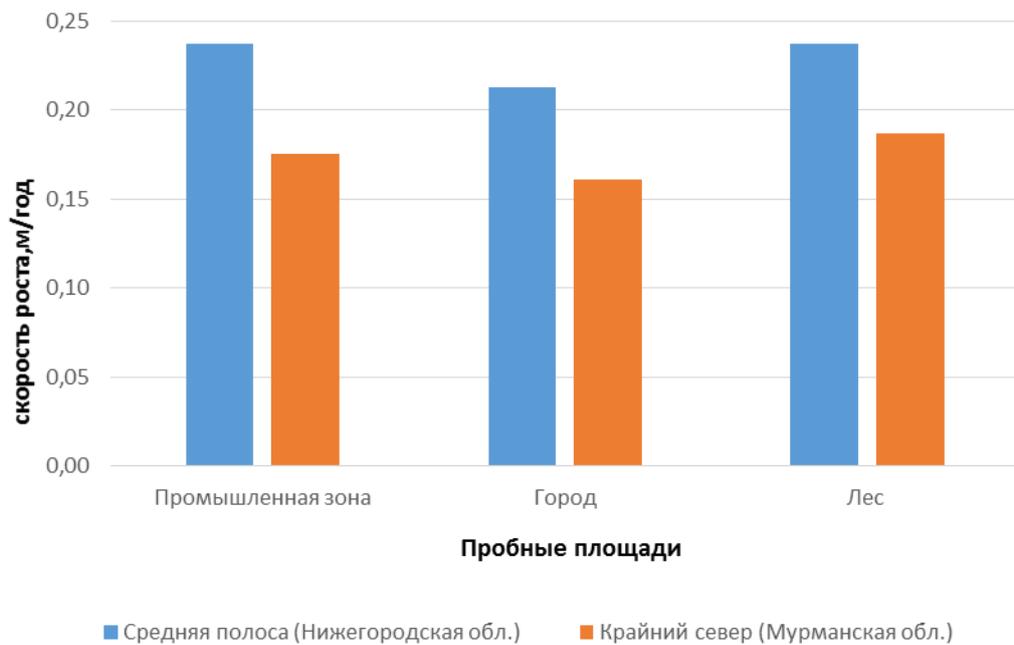


Рисунок 3 – Средняя скорость роста сосны обыкновенной

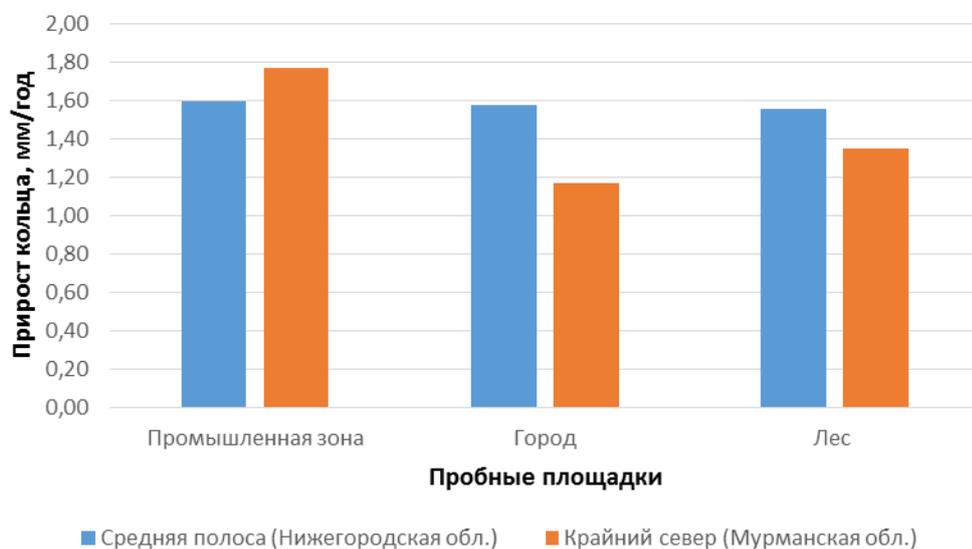


Рисунок 4 – Среднегодовой прирост годичного кольца сосны обыкновенной

Анализ данных таблиц 3 и 4 и диаграмм (рис.3, 4) говорит о том, что наибольшее влияние на высоту сосны обыкновенной среди

проанализированных факторов оказывает климатический фактор. То есть деревья одного и того же возраста в средней полосе выше. Следовательно, в средней полосе выше и скорость роста сосны обыкновенной (рис.3). Очевидно, такое влияние климатического фактора обусловлено большим количеством солнечных дней и более высокой среднегодовой температурой в средней полосе.

**Вывод:**

Наибольшее влияние на изменение на высоту сосны обыкновенной среди проанализированных факторов оказывает климатический фактор. Влияния антропогенного и техногенного факторов на высоту, годовые кольца и диаметр ствола однозначно выявить не удалось. Возможно, это обусловлено погрешностью измерений высоты деревьев, возможно недостаточностью количеством деревьев в выборке (недостаточная репрезентативность). А возможно, что адаптационные свойства сосны обыкновенной настолько сильны, что влияние антропогенного и техногенного факторов в районах взятия проб недостаточно для видимого изменения изученных в работе морфологических признаков.

В любом случае однозначным лидером нашего «рейтинга» является климатический фактор.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате исследования поставленная цель была достигнута, а выдвинутая гипотеза - доказана. В ходе исследования были получены результаты и сделаны следующие **выводы**:

1. Древесные растения как любой живой организм имеет свои морфологические признаки и особенности;
2. Существует множество факторов, влияющих на рост и развитие древесных растений – это внутренние и внешние факторы. К внутренним факторам следует отнести: породу дерева, наследственную индивидуальную изменчивость, возраст и плодоношение. К внешним факторам: климатические и почвенно-грунтовые условия, фитоценотические причины, разного рода катастроф (пожары, буреломы), биотические (нападения насекомых вредителей), техногенные и антропогенные (хозяйственная деятельность человека).
3. Сосна обыкновенная обладает высокой степенью адаптации, как к различным климатическим зонам, так и к различным стрессовым нагрузкам.
4. Среди проанализированных факторов наибольшее влияние на изменение высоты сосны обыкновенной оказывает климатический фактор. Влияния антропогенного и техногенного факторов на высоту, годичные кольца и диаметр ствола однозначно выявить не удалось. Возможно, это обусловлено погрешностью измерений высоты деревьев, возможно недостаточностью количеством деревьев в выборке (недостаточная репрезентативность). А возможно, что адаптационные свойства сосны обыкновенной настолько сильны, что влияние антропогенного и техногенного факторов в районах взятия проб недостаточно для видимого изменения изученных в работе морфологических признаков.

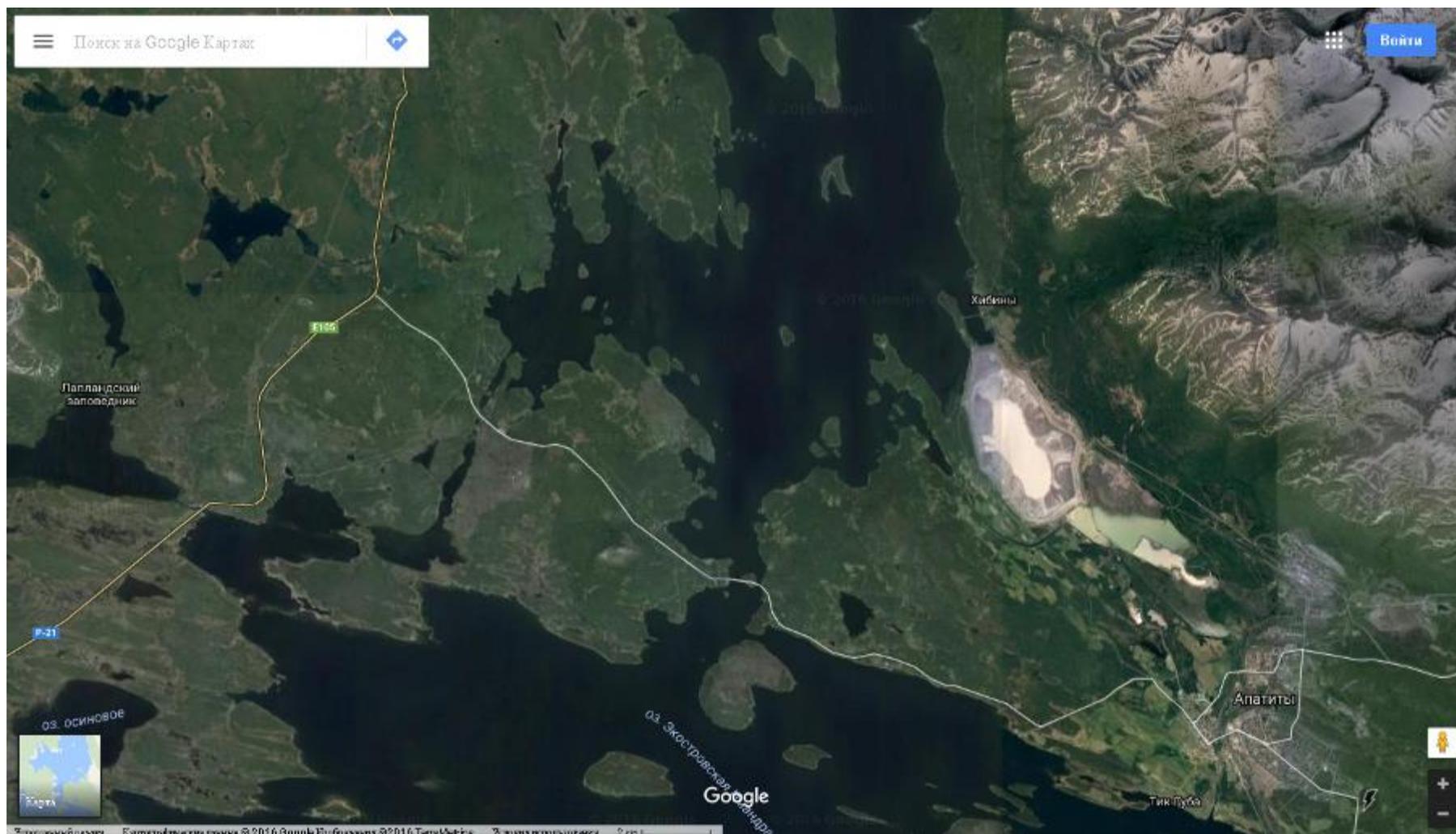
*Дальнейшее развитие работы:* продолжить изучать адаптационные свойства сосны обыкновенной, расширив перечень исследуемых морфологических признаков, в частности исследование хвои и шишек.

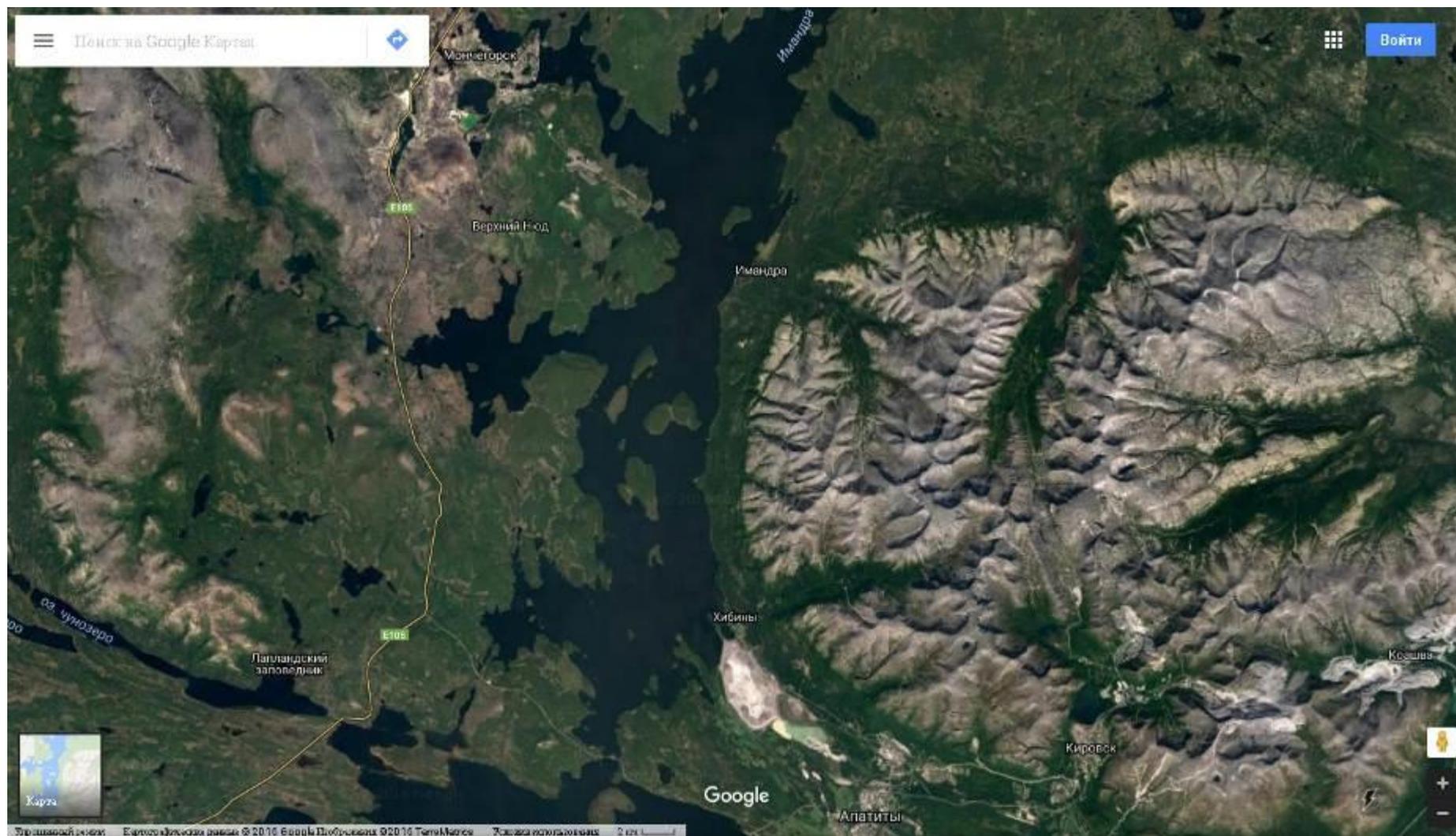
## СПИСОК ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ

1. Морфология (в биологии) [Электронный ресурс]-URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Морфология\\_\(биология\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Морфология_(биология)).
2. Дендрэкология (методика древесно-кольцевого анализа)/ Д.В.Тишин. Казань: Казанский университет, 2011. 33 с.
3. Ваганов Е.А Терсков И.А Анализ роста дерева по структуре годичных колец. Новосибирск: Наука, 1977. 232 с.
4. Смирнов В.В. Сезонный рост главнейших древесных пород. М, 1964. 167 с.
5. Козлов В.А. Глобальные радиационные катастрофы и годичные кольца. [Электронный ресурс]. – URL: [www.krc.karelia.ru](http://www.krc.karelia.ru)
6. Борников А.В., Сагидуллин В.Р. Влияние абиотических и биотических факторов на радиальный прирост дуба черешчатого и сосны обыкновенной в очагах массового размножения первичных вредителей Оренбургской области // Известия Оренбургского государственного аграрного университета (Биология). №2. 2014. [Электронный ресурс]. – URL: <http://cyberleninka.ru>
7. Физическая география Нижегородской области [Электронный ресурс] - URL: <http://lesnoytur.ru/geographnn/klimat.htm>

8. Климат Мурманской области и Кольского полуострова [Электронный ресурс]-URL: <http://protown.ru/information/hide/4346.html>

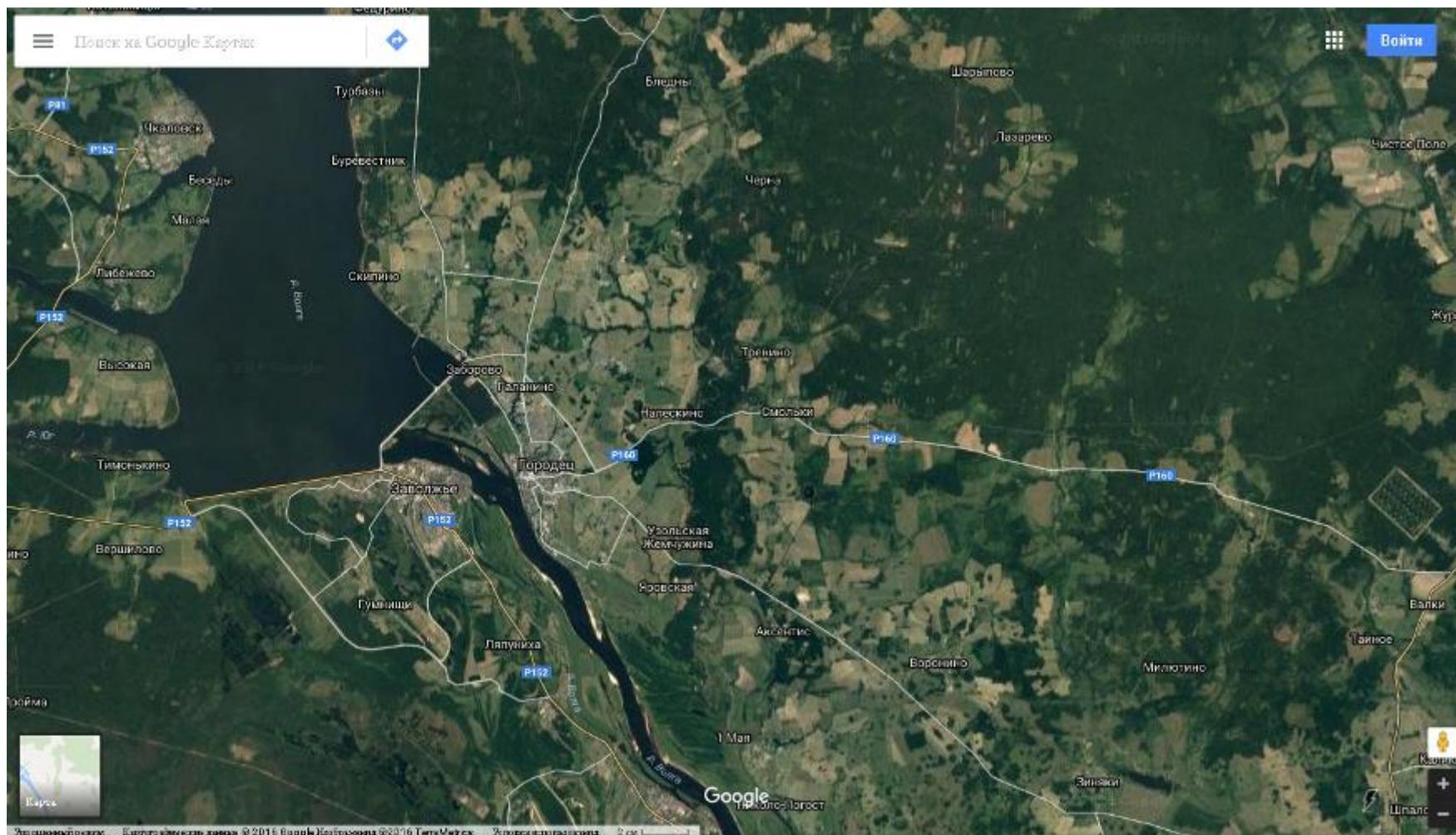












Расшифровка маркировки для таблицы 1:

ДП1...5 – г.Дзержинск, промышленная зона, 1...5 – номера модельных деревьев

МП 1..7 - г.Мончегорск, промышленная зона, 1...7 – номера модельных деревьев

ПШ 1..7 – лесопарк «Швейцария», г.Нижний Новгород, 1...7 – номера модельных деревьев

АГ 1...7 – г.Апатиты, район птицефабрики «Индустрия», 1...7 – номера модельных деревьев

НЛ 1...7 – лесной массив, Городецкий район Нижегородской области, 1...7 – номера модельных деревьев

АЛ - лесной массив, Апатитский район Мурманской области, 1...7 – номера модельных деревьев

