

УДК 674.032.475.542

В.В. Беляев¹, Д.Н. Клевцов¹, А.И. Барабин¹, Н.А. Дружинин²

¹Северный (Арктический) федеральный университет имени М. В. Ломоносова

²Вологодская региональная лаборатория Северного НИИ лесного хозяйства

Беляев Владимир Васильевич родился в 1948 г., окончил в 1971 г. Архангельский лесотехнический институт, профессор, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры географии и геоэкологии Северного (Арктического) федерального университета им. М.В. Ломоносова, чл.-корр. Петровской академии наук и искусств. Имеет 130 научных работ в области лесоведения, геоэкологии, биоразнообразия и лесовосстановления.
E-mail: beljaew29@mail.ru



Клевцов Денис Николаевич родился в 1981 г., окончил в 2004 г. Архангельский государственный технический университет, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры экологии и защиты леса Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова. Имеет более 15 научных работ в области биологической продуктивности культур сосны обыкновенной на Европейском Севере России.
E-mail: denis2749@yandex.ru



Барабин Александр Иванович родился в 1939 г., окончил в 1966 г. Архангельский лесотехнический институт, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры ландшафтного строительства и искусственных лесов Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова. Имеет более 85 печатных работ в области лесосеменного мониторинга древесных пород на Европейском Севере России.
Тел.: 8(8182) 21-61-56



Дружинин Николай Андреевич родился в 1945 г., окончил в 1973 г. Уральский лесотехнический институт, доктор сельскохозяйственных наук, заведующий Вологодской региональной лабораторией СевНИИЛХ, профессор кафедры лесного хозяйства ВГМХА им. Н.В. Верещагина. Имеет более 100 печатных работ по ведению лесного хозяйства в насаждениях на торфяных и минеральных почвах, экологическим вопросам.
E-mail: drujinin@mail.ru



ВЫБОР ПЛОЩАДЕЙ ДЛЯ УСПЕШНОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА ЕЛИ В СВЯЗИ С РАСПРОСТРАНЕНИЕМ ЗАМОРОЗКОВ НА ТЕРРИТОРИИ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

На основании результатов 20-летних наблюдений на 28 метеорологических станциях Архангельской области установлены особенности географического распространения заморозков. По частоте и интенсивности заморозков выделено 7 групп районов (лесничеств), произведено их ранжирование в порядке возрастания опасности возникновения заморозков для каждого летнего месяца. Выделены группы районов с заморозками в июле, предложено это учитывать в процессе планирования лесовосстановительных мероприятий, особенно, при выборе площадей для создания культур ели.

Ключевые слова: заморозки, ель, культуры.

Положение Архангельской области в высоких широтах (60° 38'... 66° 26' с.ш., 35°19'...50°28' в.д.), близость полярного круга и арктических морей

накладывают свой отпечаток на климат региона. Большое влияние на его формирование оказывает активная циклоническая деятельность, с которой связано обильное выпадение осадков в течение года, оттепели зимой и понижение температуры летом. В летний период значительно количество дней с ветрами северных направлений, что в совокупности с близостью Северного Ледовитого океана вызывает похолодания и заморозки, без которых не обходится ни один месяц вегетационного периода [5].

Эти климатические особенности региона отражаются как на процессах лесовосстановления вообще, так и, в частности, на возобновлении ели, доля которой в объеме только искусственного восстановления составляет 70...80 %. Частые заморозки в период вегетации во многих случаях являются основной причиной не только медленного роста, но и гибели молодых растений ели, особенно небольших (0,5...2,0 м). При массовом обследовании культур ели, проведенном В.Б. Лариным [6], установлено, что 39,4 % растений подверглись полному обмерзанию и у 39,1 % от заморозков пострадал верхушечный побег.

Проблема защиты ели от заморозков в условиях региона настолько актуальна и важна для лесовосстановления, что без ее решения могут оказаться недостаточно эффективными все другие мелиоративные приемы, повышающие качество лесных культур: обработка почвы, внесение удобрений, проведение осушительной мелиорации и др. [3].

Представление о географии распространения и особенностях заморозков по районам (лесничествам) области хотя и не в полной мере отражает реальные температурные условия, в которых функционируют отдельные биогеоценозы, но позволяет более гибко подходить к выбору культивируемой древесной породы.

Объекты и методы

Нами проанализированы следующие параметры: средняя минимальная температура воздуха, абсолютный минимум, среднее количество дней с температурой ниже 0 °С, общая вероятность заморозков, вероятность заморозков различной интенсивности, количество дней с морозом на поверхности почвы и на высоте 2 м (июнь – август, в среднем за 3 мес.). Для анализа использовали результаты 20-летних наблюдений на 28 метеостанциях, расположенных во всех районах (лесничествах) Архангельской области.

Сильные заморозки относятся к адвективному типу. Июнь в Архангельской области – самый неблагоприятный по заморозкам месяц лета (заморозки отмечаются чаще, чем в июле и августе). На основании частоты заморозков в июне можно условно отнести лето либо к «холодному» (на метеостанциях всех районов области фиксируются заморозки), либо к «теплому» (более чем на 50 % метеостанций заморозки не отмечены). За исследованный период выделено по пять холодных и теплых летних периодов. Для выявления районов с наиболее серьезными предпосылками к возникновению заморозков и мест с более благоприятными условиями по этому климатическому показателю

телю проанализированы выше перечисленные параметры для всех районов или лесничеств (в Архангельской области лесничества территориально практически совпадают с административными районами) в годы с теплым и холодным июнем.

На основании этих данных, а также рассчитанных баллов опасности заморозков [1] проведено районирование территории Архангельской области.

Сравнением средних значений частоты и интенсивности заморозков за 3 летних месяца выделено 7 групп районов (лесничеств) с относительно однородной картиной заморозков. Поскольку именно на июнь и июль приходится основной видимый рост побегов ели, нами проведено ранжирование районов в порядке возрастания опасности возникновения заморозков по каждому из трех летних месяцев. Кроме того, на территории южной части Беломорско-Кулойского плато (Луковецкое участковое лесничество Холмогорского лесничества (северная подзона тайги)) были визуально выявлены участки, на которых культуры ели сильно повреждались заморозками. Были отмечены площади без повреждения культур. На 16 контрольных участках вырубок проведены замеры температуры воздуха минимальными термометрами (по 10 шт. на каждом участке). Для непрерывной регистрации температуры использовали недельные термографы. Температуру почвы на глубине измеряли с помощью коленчатых термометров. Во время ночных заморозков на каждом участке в трехкратной повторности измеряли температуру воздуха на поверхности почвы и на высоте 2 м. Дифференциацию участков по интенсивности и силе заморозков проводили по средним значениям минимальной температуры. Все участки имели инструментальную координатную привязку (GPS Garmin III Plus) [3].

Результаты и обсуждение

Распространение заморозков по территории области носит мозаичный характер. Характеристики заморозков соседних районов различаются по месяцам. Наиболее типичны заморозки для июня. В этом месяце они отмечаются на территории всех лесничеств как на поверхности почвы, так и в воздухе (табл. 1). Средняя продолжительность заморозков в этот период в воздухе варьирует от 0,3 (Соловецкий лесхоз) до 5,6 дн. (Мезенское лесничество), на почве – от 0,7 (Вельское лесничество) до 6,2 дн. (Мезенское лесничество). Средние температуры во время заморозков в воздухе колеблются от –0,8 (Северодвинское лесничество) до –2,7 °С (Мезенское лесничество), на почве – от –1,0 (Плесецкое лесничество) до –3,3 °С (Верхнетоемское лесничество).

В июле заморозки отмечаются не во всех лесхозах. В Мезенском лесничестве июльские заморозки возникают регулярно, особенно в воздухе (средняя температура –1,1°С). Эпизодически июльские заморозки бывают в Приозерном, Обозерском, Плесецком, Пуксоозерском, Соловецком, Карпогорском, Пинежском, Архангельском, Онежском, Выйском, Няндомском,

Таблица 1

Средние значения климатических характеристик территории Архангельской области за летний период

Лесничество	Июль		Июль		Август		Всего за лето	
	Температура, °С	Продолжительность, дн.	Температура, °С	Продолжительность, дн.	Температура, °С	Продолжительность, дн.	Температура, °С	Продолжительность, дн.
Архангельское	-1,8/-1,8	2,1/2,3	...	0,1/0,1	-1,8/-1,7	1,2/1,4	-1,7/-1,7	1,5/4,5
Мезенское	-2,7/-2,3	5,6/6,2	-1,8/...	0,9/0,3	-2,1/-1,4	2,5/2,0	-2,0/-1,7	9,1/8,4
Северодвинское	-0,8/-1,1	0,7/1,2	...	.../0,1	...	0,3/0,4	-1,1/-1,3	1,0/1,9
Холмогорское	-0,9/-2,7	1,2/3,0	...	...	-1,3/-1,9	0,3/1,0	-1,0/-2,3	1,5/4,1
Пилежское	-2,0/-2,4	3,2/4,9	...	0,1/0,1	-0,9/-2,0	1,3/2,1	-1,8/-2,1	4,7/7,1
Лелуцкое	-1,6/-2,2	2,4/4,3	...	...	-0,9/-1,4	0,5/1,0	-1,3/-1,8	2,9/5,3
Онежское	-1,0/-1,6	0,9/2,3	...	.../0,2	.../-1,4	0,5/1,6	-1,0/-1,4	1,6/4,2
Обозерское	-1,7/-2,3	1,8/3,0	...	0,1/0,3	-1,3/-1,3	1,0/1,7	-1,4/-1,7	3,0/5,0
Емецкое	-0,9/-1,8	0,9/1,8	...	...	...	0,2/0,4	-1,0/-1,5	1,1/2,3
Каргопольское	-2,1/-2,7	2,3/3,4	...	0,1/0,1	-1,8/-1,6	1,2/1,8	-1,8/-2,2	3,7/5,5
Сурское	-1,2/-2,2	2,1/1,8	...	...	-2,0/-1,6	1,0/0,9	-1,5/-1,9	3,1/2,7
Приозерное	-2,2/-2,2	2,1/2,9	...	0,2/0,2	-1,8/-1,8	1,8/2,0	-1,8/-1,9	4,1/5,1
Плесецкое	-1,5/-1,0	1,5/1,2	...	0,1/0,2	-1,3/-1,4	1,0/0,8	-1,3/-1,1	2,5/2,3
Пуксоозерское	-2,6/-2,7	2,7/2,7	...	0,1/0,3	-1,5/-2,2	1,6/1,8	-1,9/-2,2	4,5/4,9
Березниковское	-0,9/-1,5	1,5/2,4	...	...	-1,5/-1,5	0,7/1,2	-1,1/-1,5	2,2/3,6
Вайское	-2,1/-2,2	2,8/2,8	...	0,1/...	2,1/-1,8	2,1/1,6	-2,1/-2,1	4,9/4,9
Шенкурское	-0,9/-1,4	0,5/1,0	...	...	...	0,1/0,5	-0,8/-1,3	0,6/1,5
Верхнеоземское	-1,5/-3,3	1,2/1,8	...	...	-1,1/...	0,7/0,8	-1,3/-2,4	1,9/2,8
Красноборское	-1,2/-1,9	1,0/2,0	...	...	.../-1,5	0,4/0,8	1,2/-1,7	1,3/2,9
Каргопольское	-1,1/-2,6	1,0/2,5	...	...	-0,8/-1,6	0,5/1,0	-1,0/-2,1	1,5/3,5
Конюшское	-1,9/-1,9	1,7/1,6	...	.../0,1	-1,1/-1,3	1,3/1,0	-1,5/-1,5	3,0/2,7
Вельское	-1,4/-2,0	0,6/0,7	...	...	-1,2/-1,4	0,6/0,8	-1,2/-1,6	1,3/1,6
Устьинское	-1,2/-1,5	0,6/0,8	...	...	-0,7/...	0,5/0,3	-0,9/-1,0	1,1/1,2
Котласское	-1,8/-2,2	0,8/1,4	...	...	-1,4/-1,5	0,9/1,0	-1,5/-1,9	1,7/2,4
Яренское	-1,5/-1,5	1,3/1,5	...	...	-1,4/...	1,1/1,1	-1,4/-1,5	2,4/2,6
Вилегодское	-1,8/-2,5	1,3/2,1	...	0,1/...	-1,7/-1,7	0,8/1,6	-1,7/-1,9	2,1/3,9
Соловецкое	-0,7/-1,1	0,3/1,9	...	0,1/0,2	.../-1,3	.../0,6	-0,6/-1,2	0,5/2,7

Примечание. В числителе приведены данные, полученные на высоте 2 м, в знаменателе – на почве.

Коношском и Вилегодском лесничествах. Обращают на себя внимание различия в абсолютных минимумах температуры при заморозках. Так, в Обозерском лесничестве температура на почве может опускаться до $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$, а в Мезенском, Приозерном, Плесецком, Онежском и Соловецком лесничествах – до $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ (1986 г.).

Обычно заморозки в августе случаются реже, чем в июне. Средняя продолжительность их в приземном слое воздуха колеблется от 0,1 (Шенкурское лесничество) до 2,5 дн. (Мезенское лесничество). Средняя температура заморозков в воздухе изменяется от $-0,7$ (Устьянское лесничество) до $-2,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Мезенское лесничество).

Выявлена большая изменчивость количества заморозков по годам. В отдельные годы заморозков на большей части территории области не отмечено, были годы с единичными (1989 г., 1990 г.) и относительно продолжительными (1969 г., 1982 г. до 17 дн. в июне, Пинежское лесничество) заморозками.

Самые низкие температуры отмечены в августе 1980 г. (Пинежское лесничество: $-6,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ в воздухе, $-6,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ на почве; Пуксоозерское лесничество: $-4,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ в воздухе, $-7,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ на почве).

Сравнивая все характеристики заморозков в лесничествах Архангельской области, можно выделить 7 районов с относительно однородной картиной [2]. Вычленив лесничества в группы, совершенно однородные как по частоте, так и по интенсивности заморозков, практически невозможно. К объединяющим характеристикам можно отнести общую вероятность заморозков и вероятность заморозков различной интенсивности. Однако даже в пределах выделенных районов отмечены заметные различия в параметрах. Если проанализировать географическое положение, то можно отметить, что это районы с более теплым климатом, расположенные в центральной и южной частях области по берегам рек Северная Двина, Вага и Устья. По очертаниям выделенная зона напоминает треугольник с основанием, обращенным на юг. Возможно, это связано с обогревающим влиянием крупных рек [4].

Отметим, что в некоторых лесничествах при относительно небольшой частоте возникновения заморозков высок процент сильных и очень сильных заморозков.

Исследования показали, что территория каждого отдельно взятого лесничества неодинаково подвержена заморозкам в летние месяцы. Поэтому важное значение имеет ранжирование территорий лесхозов по возрастанию опасности возникновения заморозков в каждый из летних месяцев.

Ранжирование проведено на основании сопоставления общей вероятности заморозков и вероятности заморозков различной интенсивности и частоты (табл. 2). Опасность заморозков устанавливали по методике [2].

Таблица 2

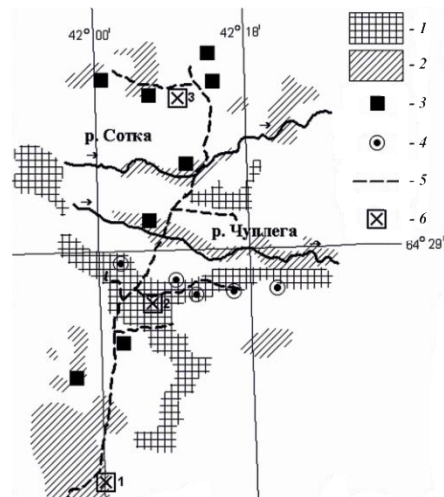
Ранжирование территорий лесничеств по возрастанию опасности заморозков

Июнь	Опасность заморозков, балл	Июль	Опасность заморозков, балл	Август	Опасность заморозков, балл
Северодвинское	23	Северодвинское	2	Шенкурское	9
Шенкурское	25	Няндомское	2	Соловецкое	10
Соловецкое	30	Коношское	2	Устьянское	14
Устьянское	32	Вилегодское	2	Лешуконское	19
Вельское	33	Онежское	2	Емецкое	20
Емецкое	36	Выйское	3	Няндомское	21
Плесецкое	39	Архангельское	4	Верхнетоемское	21
Березниковское	47	Пинежское	4	Коношское	23
Каргопольское	48	Карпогорское	4	Красноборское	23
Красноборское	49	Соловецкое	4	Северодвинское	24
Коношское	50	Плесецкое	4	Каргопольское	24
Онежское	51	Приозерное	6	Холмогорское	24
Яренское	51	Пуксоозерское	6	Вельское	26
Котласское	51	Обозерское	19	Онежское	31
Холмогорское	51	Мезенское	26	Березниковское	33
Няндомское	52			Котласское	34
Сурское	52			Плесецкое	35
Вилегодское	59			Сурское	38
Верхнетоемское	62			Обозерское	38
Обозерское	64			Яренское	39
Архангельское	67			Архангельское	41
Пуксоозерское	67			Пуксоозерское	42
Приозерное	68			Карпогорское	44
Лешуконское	71			Вилегодское	46
Выйское	75			Пинежское	46
Карпогорское	77			Приозерное	51
Пинежское	85			Выйское	53
Мезенское	102			Мезенское	63

На рисунке показана часть территории Луковецкого лесничества (юг Беломорско-Кулойского плато), характеризующая микроклиматические особенности на вырубках во время весенне-летних ночных радиационных заморозков.

Анализ материалов осуществлялся в ГИС-пакете MapInfo 6.5 и показал, что участки культур, менее подверженные влиянию заморозков, расположены в зонах с повышенным уровнем конвективного теплового потока (КТП) Земли (до 30...50 Вт/м²). На этих же территориях расположены культуры ели, для которых характерен более интенсивный рост.

Схема сопоставления материалов: 1 – территории с высоким уровнем КТП, 2 – с низким уровнем КТП, 3 – холодные участки вырубок, 4 – теплые участки вырубок, 5 – технологическая дорога, 6 – культуры ели, номера участков



На основании сказанного выше можно предположить, что формирование наименее подверженных заморозкам таежных территорий и, как следствие, меньшая повреждаемость культур ели заморозками в вегетационный период обусловлены аномалиями КТП высокой интенсивности.

Заключение

Анализ особенностей расположения различных групп районов Архангельской области с относительно однородными характеристиками заморозков выявил ряд факторов, влияющих на вероятность заморозков в них. В первую очередь, это их расположение вблизи крупных водных объектов.

Наиболее теплые районы находятся либо в междуречье Северной Двины – Ваги, либо в среднем течении Северной Двины, либо на наветренных берегах Белого моря (относительно преобладающих направлений ветров). Крупная водная система оказывает обогревающее воздействие, в результате чего увеличивается продолжительность безморозного периода, сокращается частота и интенсивность заморозков [4]. Районы верховья Северной Двины находятся под влиянием возрастающей в юго-восточном направлении континентальности климата, в результате чего частота и интенсивность заморозков возрастают (так как увеличивается сухость воздуха и суточная амплитуда температур), а обогревающее влияние крупных рек нивелируется. Районы, находящиеся в нижнем течении рек Северная Двина, Онега и Мезень, расположены севернее, поэтому действие холодных воздушных масс несколько перекрывает обогревающее воздействие рек. Влияние рек (озер) зависит от их размеров. Чем они шире (больше их площадь), тем на большее расстояние от берега распространяется их обогревающее действие. Так, районы, находящиеся на берегах нешироких рек (р. Пинега), не испытывают заметного обогревающего влияния, оно сказывается только в прибрежной зоне. Возрастает обогревающее воздействие рек в местах их слияния с притоками и в местах впадения в море, озеро. На вероятность заморозков в Северодвинском и Соловецком лесхозах влияет

их расположение на наветренном берегу Двинской губы Белого моря и островное положение (соответственно). Воздушные массы с северо-востока, контактируя с водной поверхностью, становятся более теплыми и влажными. Другие районы побережья Белого моря находятся на подветренных берегах, поэтому море не оказывает на них существенного обогревающего воздействия.

Большое влияние на вероятность заморозков имеет и рельеф. Так, в понижениях между холмами и грядами происходит застой холодного воздуха и его подток со склонов. При этом образуются своеобразные «коридоры», по которым поступает холодный воздух. Подобные условия характерны для Приозерного лесхоза, расположенного в западной части области. Холмы и гряды в восточных и северо-восточных частях лесхозов (районов), имеющие высоты более 200 м, несколько сдерживают продвижение холодных арктических воздушных масс. В то же время у подветренных склонов холодный воздух застаивается, из-за чего там увеличивается вероятность заморозков.

Полученные результаты исследований целесообразно использовать при лесовосстановлении, например, планируя создание культур ели в более благоприятных по характеристикам заморозков лесхозах области (1–4 группы).

На основании проведенных нами исследований можно сделать следующие выводы.

Выявление наиболее предпочтительных площадей лесокультурного фонда для выращивания ели должно складываться из нескольких уровней. Прежде всего это выявление наименее подверженных заморозкам площадей (лесничеств) на территории административной единицы. А уже в пределах этих более благоприятных районов следует применять другие мероприятия, снижающие влияние заморозков на культуры ели. Например, выбор территорий с повышенным тепловым потоком; выращивание ели под защитой полога других древесных пород (создание разновозрастных культур ели или разновозрастных сосново-еловых культур), в которых ряды деревьев ели более старшего возраста или более крупные деревья сосны выполняют функцию защиты от заморозков; создание культур ели на вырубках, возобновившихся лиственными породами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Беляев В.В., Бурлаков П.С.* Особенности распространения заморозков и их влияние на культуры ели на территории Европейского Севера//Вест. Помор. гос. ун-та. Сер.: Естеств. и точ. науки. 2007. № 2(12). С. 54–61
2. *Беляев В.В., Потапов И.А.* Заморозки и их изучение. Архангельск: Изд-во ПГУ, 2003. 100 с.
3. *Беляев В.В.* Эколого-лесоводственные основы повышения эффективности искусственного лесовосстановления на Европейском Севере: автореф. ... д-ра с.-х. наук. СПб., 1997. 45 с.
4. *Гольцберг И.А.* Агроклиматическая характеристика заморозков в СССР и методы борьбы с ними. Л.: Гидрометеиздат, 1961. 217 с.

5. *Изотов В.Ф.* Изменения условий среды в связи с вырубкой леса // Рубки и восстановление леса на Севере. Архангельск: Сев-Зап. кн. изд-во, 1968. С. 225–237.

6. *Ларин В.Б.* Естественное и искусственное лесовозобновление на концентрированных вырубках северо-востока европейской части СССР. Экология роста и развития сосны и ели на северо-востоке европейской части СССР//Тр. Коми филиала АН СССР. № 44. Сыктывкар, 1979. С. 5–23.

Поступила 11.01.10

V.V. Belyaev¹, D.N. Klevtsov¹, A.I. Barabin¹, N.A. Druzhinin²

¹Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov

²Head of the Vologda regional laboratory of the Northern Research Institute of Forestry

Selection of Areas for Successful Reproduction of the Spruce to Distribution of Frosts in the Arkhangelsk Region

The analysis of observations of 28 weather stations in the Arkhangelsk region for the 20-years' period has allowed to determine peculiarities of geographical distribution of frost. According to the frequency and intensity of frost 7 groups of districts (forestries) has been singled out. The districts have been arranged in order of increasing risk of frost for each summer month separately. There have been identified groups of districts having frost in July and territories where it has not been recorded. The regularities obtained should be considered when planning reforestation and especially when choosing areas for spruce cultures.

Key words: frost, minimum temperatures, climate, reforestation.
