

УДК 630*284.2:630*385.1

DOI: 10.37482/0536-1036-2022-2-105-117

ДИНАМИКА ВЫДЕЛЕНИЯ СОСНОВОГО ТЕРПЕНТИНА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ МАКРОСТРУКТУРНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДРЕВЕСИНЫ НА БОЛОТНЫХ ПОЧВАХ

А.С. Новосёлов, канд. с.-х. наук, доц.; Researcher ID: [H-1173-2019](#),

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6907-0424>

Вологодский государственный университет, ул. Ленина, д. 15, г. Вологда, Россия,

160000; e-mail: AnSer-Rock-Bard@mail.ru

Оригинальная статья / Поступила в редакцию 08.04.20 / Принята к печати 17.08.20

Аннотация. Прогнозирование получения лесохимических продуктов из пасоки сосны (терпентина), произрастающей на торфяных почвах, по данным радиального прироста за последние годы (текущий прирост) актуально в настоящее время. Натуральный сосновый терпентин превосходит по многим параметрам аналогичное сырье, получаемое на лесохимических производствах путем экстракции. В опыт по установлению специфики связи выделения соснового терпентина с макроструктурой древесины были вовлечены контрольный (естественно-заболоченный), искусственно-дренируемый (с помощью самотечных каналов), а также осушаемый и антропогенно-нарушенный несплошной заготовкой (2005 г.) древостой. Исследование проведено в Сокольском муниципальном районе Вологодской области (Сокольское участковое лесничество). Древостой в эксперименте представлен высоко- и среднеполнотными категориями с доминированием сосны. Запас стволовой массы сосны в осушенных условиях достигает 500 м³/га. Экспресс-метод нанесения микроранений позволил в кратчайшие сроки, за 2013–2015 гг. (в течение трех месяцев летней части периода вегетации), установить динамику смолы выделения у сосен. Через сутки после фиксации трубок в корке дерева замеряли потек терпентина (индивидуальный и среднестатистический учет). Отбор образцов древесины в радиальном сечении проводили в 2019 г. возрастным буравом (выявлены приросты поздней и ранней древесины, ширина годичного кольца и доля поздней древесины в годичных слоях). Выполнены статистические анализы результатов: вариационный, корреляционный и регрессионный, а также использованы критерии Стьюдента и Фишера. Подтверждено положительное влияние гидролесомелиорации на выделение терпентина при подсочке сосны. Прогнозировать смолы выделение по данным радиальных приростов деревьев представляется возможным (с вероятностью ошибки в 43 %) в сосняке на торфяных почвах после искусственного дренажа. В естественно-заболоченных условиях за время проведения эксперимента спрогнозировать тенденции смолы выделения по радиальному приросту древесины не удалось.

Для цитирования: Новосёлов А.С. Динамика выделения соснового терпентина в зависимости от макроструктурных показателей древесины на болотных почвах // Изв. вузов. Лесн. журн. 2022. № 2. С. 105–117. DOI: 10.37482/0536-1036-2022-2-105-117

Ключевые слова: подсочка сосны, гидротехническая мелиорация, выборочная заготовка древесины, факторы среды, макроструктура древесины, радиальный прирост, сосновый терпентин.

DYNAMICS OF PINE TURPENTINE FLOW DEPENDING ON THE MACROSTRUCTURAL PARAMETERS OF WOOD ON SWAMPED SOILS

Anatoly S. Novoselov, Candidate of Agriculture; ResearcherID: [H-1173-2019](https://orcid.org/0000-0002-6907-0424),

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6907-0424>

Vologda State University, ul. Lenina, 15, Vologda, 160000, Russian Federation;

e-mail: AnSer-Rock-Bard@mail.ru

Original article / Received on April 8, 2020 / Accepted on August 17, 2020

Abstract. Issues related to predicting the production of wood chemical products of sap (turpentine) of pine growing on peat soils, according to the data of radial growth in recent years (current growth), are quite relevant nowadays. It is well known that natural pine turpentine is superior in many respects to similar raw materials obtained in wood chemical industry by extraction. The experiment aimed at determining the specific relationship between the flow of pine turpentine and the wood macrostructure involved the following types of stands: control (naturally swamped), artificially drained (using gravity canals), as well as drained and anthropogenically disturbed by partial harvesting (in 2005). The study was carried out in the Sokol municipal district of the Vologda region (Sokol area forestry). The stands in the experiment are represented by high and medium density categories and dominated by pine. The stock of pine stem mass in drained conditions reaches 500 m³/ha. The express method of micro-wounding made it possible to determine the dynamics of resin flow in the shortest possible time, for 2013–2015 (during three months of the summer part of the growing season). A day after fixing the tubes in the tree bark, the turpentine flow was measured (individual and statistically average recording). Wood sampling in the radial section was carried out in 2019 by an increment borer; the increment of late and early wood, the width of the annual ring and the proportion of late wood in the annual layers were found. Statistical analyses of the obtained results were carried out: variation, correlation and regression. Student's and Fisher's tests were used as well. The positive effect of hydro-forest reclamation on the flow of turpentine during pine tapping was confirmed. It is possible to predict resin flow with an error probability of 43 % based on radial growth data in a pine forest on peat soils after artificial drainage. During the experiment in naturally swamped conditions it was not possible to predict trends in resin flow by radial growth of wood.

For citation: Novoselov A.S. Dynamics of Pine Turpentine Flow Depending on the Macrostructural Parameters of Wood on Swamped Soils. *Lesnoy Zhurnal* [Russian Forestry Journal], 2022, no. 2, pp. 105–117. DOI: 10.37482/0536-1036-2022-2-105-117

Keywords: tapping of pine, hydrotechnical reclamation, selective harvesting of wood, environmental factors, macrostructure of wood, radial growth, pine turpentine.

Введение

Развитие лесоводства требует исследований формирования лесных экосистем в динамическом аспекте. В качестве приоритета выступает установление роли экологических факторов, обуславливающих энергию роста и развития лесных экосистем. В научной литературе есть достаточно сведений об особенностях влияния экологических условий на рост древостоев минеральных почв, но проблема специфики роста леса на торфяных почвах (в особенности после проведения гидротехнической мелиорации и несплошной заготовки древесины) остается до конца не изученной [2, 8].

Терпеноиды, продуцируемые хвойными деревьями, обладают биологической активностью широкого спектра [3, 4, 12]. Радиальный прирост до и после лесосушения выступает в качестве сравнительного показателя при определении целесообразности проведения мероприятий по осушению и критерия необходимости реконструкций мелиоративной сети каналов и уходов за ней [1, 14, 18, 19]. Вопросы связи выделения соснового терпентина и радиального прироста сосняков в антропогенно-нарушенных условиях среды актуальны, однако за последние два десятилетия публикации на данную тему в научной литературе встречаются редко. Камбиальный слой создает смоляные ходы продольного и радиального направления (а также патологические), поэтому важно найти способ прогнозирования смолопродуктивности по параметрам радиального прироста за последние несколько лет роста деревьев [12].

Спрос на терпентин, ценное лесохимическое сырье, возрастает [11]. Его источником – в то время как древостои, которые имеют долю сосны в составе от шести единиц и более, рассредоточены после непрерывной эксплуатации лесных массивов, процент участия сосны в сухостойных лесах непрерывно сокращается, ее запасы в осушаемых условиях плохо осваиваются из-за значительной отдаленности объектов [10, 16, 17, 20] – могут стать объекты гидролесомелиорации [5, 7, 11, 15].

Цель исследования – изучить особенности взаимосвязи смоловыделения при опытной подпочке (экспресс-метод микроранений) и макроструктурных показателей строения древесины в высоко- и среднеполнотных сосновых древостоях на болотных почвах.

Объекты и методы исследования

Опытные сосняки (табл. 1) Сокольского района Вологодской области представлены древостоями в осушаемых условиях (пробные площади (ПП) 8 и 9), а также на двух пасаках осушаемых сосняков после проведения выборочной заготовки древесины (ПП 53–54 в приканальном положении и ПП 55–56 в центре межканального пространства; ПП 45–46 – приканальное положение и ПП 47–48 на межканальном пространстве). В сосняке после выборочной заготовки древесины часть территории относится к краю пасаек (ПП 45, 47, 53, 55) и часть – к середине (центру) оставленных на доращивание лесополос (ПП 46, 48, 54, 56). Опытные выборочные заготовки древесины были спроектированы в 2005 г. сотрудниками Вологодского отделения Северного научно-исследовательского института лесного хозяйства. Пасаки расположены под углом в 45° к осушительному каналу и магистральному волоку.

В качестве контроля использовали неосушенный сосновый древостой на болоте переходного типа в Рабангско-Доровском болотном массиве и осушаемый сосняк (ПП 8 и 9 при сравнении с объектом выборочной лесозаготовки). Подобранные древостои являются высокополнотными (кроме контрольного) с большой долей сосны в составе.

Таблица 1

Лесоводственно-гаксационное описание опытных лесных объектов

ПП	Положение	Типа леса	Возраст, лет	Бонитет	Состав древостоя	Средние показатели							Запас, м ³ /га	
						Высота, м	Диаметр, см	Густота, экз./га	Полнота		Порода	Сыро-растущий	Сухо-стойный	
									Абсолютная, м ³ /га	Относительная				
17	К	Сосняк кустарничково-сфагновый	116	III	10С+Б	22	19	1020	13,7	0,4	С	143,2	14	
						16	14	–	–	–	Б	–	–	
53–56	ВЗД	Сосняк черничный, осушаемый	70	I	7С2Е1Б	22	21	400	14,2	0,4	С	148,3	13	
						12	15	380	7,1	0,3	Е	45,6	–	
						15	11	200	1,9	0,1	Б	13,7	–	
45–48	ВЗД	Сосняк черничный, осушаемый	72	I	9С1Е+Б, ед. Ос	23	21	740	28,0	0,7	С	303,1	8	
						14	13	280	3,9	0,1	Е	28,6	–	
						15	10	–	–	–	Б	–	–	
8	ПК	Сосняк черничный, осушаемый	117	IV	10С, ед. Б	20	22	1360	55,7	1,5	С	535,8	–	
						12	10	–	–	–	Б	–	–	
9	МК	Сосняк черничный, осушаемый	120	IV	10С, ед. Б	21	23	1260	56,5	1,5	С	566,8	–	
						10	9	–	–	–	Б	–	–	

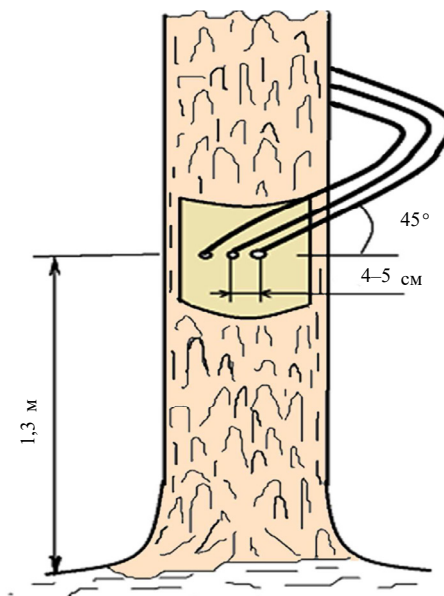
Примечание: К – контроль; ВЗД – выборочная заготовка древесины; ПК и МК – приканальное и межканальное (центральное) положение ПП соответственно.

В ходе исследования применялся метод натуральных наблюдений за древостоями: по общепринятым в лесной таксации и лесоводстве методикам через определение площадей поперечных сечений деревьев на высоте груди устанавливались таксационные показатели (породный состав, запас древесины, абсолютная и относительная полноты, средние высоты и таксационные диаметры). ПП в осушаемых условиях ограничивались длинной стороной вдоль каналов [7], а на объекте выборочной заготовки древесины в оставленных на доращивание полосах древостоя находились в центре осушаемой полосы и рядом с каналом. При таксационных расчетах использовались справочные материалы для Северо-Запада России [13].

Опытная подсочка (на каждой пробной площади подбирались от 15 здоровых сосновых деревьев) сосен проводилась с помощью экспресс-метода микропоранений [6]. Он заключался в высверливании на обнаженных подрумяненных (рис. 1) участках стволов закрытых поранений (\varnothing 5 мм, глубина – 15 мм) с последующей установкой в них под углом 45° прозрачных поливинилхлоридных (ПВХ) трубок [11] (длинной 100–150 см), верхние концы которых иглами прикреплялись к коре деревьев.

Рис. 1. Схема постановки трубок ПВХ для оценки смолопродуктивности

Fig. 1. PVC tubes layout for assessment of resin productivity



В год проведения опыта в сосняках (2019) на мезотрофных торфяных залежах индивидуально для каждого дерева определялись выделение терпентина и прирост слоев трахеид. Длины потока терпентина измерялись с интервалом в одни сутки. Для большинства объектов опыт проводился однократно в середине каждого из трех месяцев летнего периода (три года наблюдений – в осушаемых и пройденных выборочной заготовкой сосняках, пять лет – только в осушаемых сосновых древостоях). Исключение составил заболоченный сосняк (из-за своей значительной удаленности от объектов инфраструктуры), где выделение терпентина на протяжении трех лет эксперимента учитывалось только в июле. По полученным материалам сформирована подробная база данных.

Для измерения радиальных приростов сосновых деревьев были отобраны на высоте 0,6 м при помощи 30-сантиметрового возрастного бура шведского производства керны древесины в количестве не менее 10 экз./ПП (для получения точности опыта в 10 %). Керны зачищались лезвием и покрывались тонким слоем мела в целях более точного считывания параметров годовых колец. Для измерения радиального прироста использовались сканер и графический редактор «PaintDotNet» (подготовлена шкала замеров приростов с ценой деления в 0,05 мм). По полученным данным строились графики динамики радиального прироста сосновых деревьев. К показателям макроструктуры относились: ширина годичного кольца, поздняя и ранняя древесина [9].

Результаты исследования и их обсуждение

Выделение терпентина у деревьев, произрастающих в заболоченных условиях, происходит низкими темпами (табл. 2). Содержание поздних трахеид древесины в годичных кольцах здесь не превышает 38 % (в среднем – 37 %).

Таблица 2

Выделение терпентина и макроструктура древесины в естественно-заболоченных условиях (месяц наблюдений – июль)

Год эксперимента	Средние показатели				
	Потеки живицы, см (M±m _M)	ПД, мм (M±m _M)	РД, мм (M±m _M)	ШГК, мм (M±m _M)	Доля ПД от ШГК, %
2013	29,98±4,72	0,17±0,04	0,28±0,03	0,45±0,07	37,78
2014	26,66±9,5	0,19±0,03	0,34±0,04	0,53±0,07	35,24
2015	42,36±9,47	0,21±0,04	0,36±0,04	0,57±0,08	36,84
Среднее за три года	33,00±7,90	0,19±0,04	0,33±0,04	0,52±0,07	36,62

Примечание: ПД и РД – поздняя и ранняя древесина соответственно; ШГК – ширина годичного кольца. Жирным шрифтом отмечены максимумы параметров.

Различия в выделении терпентина (в июле каждого из трех лет и среднее за период наблюдений) между контролем и осушаемыми древостоями выглядят следующим образом. В осушаемых сосняках в приканальном положении различие в потеке, приросте поздней и ранней древесины, ширине годичного кольца, содержании поздней древесины в годичном слое составляет 53, 39 и 23, 30, 12 % соответственно. Показатели сосняков, занимающих межканальное положение, также выше, чем показатели контрольного древостоя, кроме величины ранних трахеид в годичном кольце – различие не установлено. Причем следует выделить содержание поздней древесины в годичном кольце – различие здесь выше остальных случаев и равняется 22 %. С величиной потека различие составило 10 %.

Сравнение потеков у заболоченного и искусственно-дренируемого после выборочной заготовки древесины сосняков в целом на межканальном пространстве выявило следующие отличия: в потеке – 46 %, в приросте поздней древесины – 68 %, ранней – 56 %, в ширине годичного кольца – 62 %, в содержании поздней древесины в годичном слое – 17 %. Отличия заболоченного сосняка и сосняка, занимающего приканальное положение, во многом совпадают. Отдельно следует указать на отличие в выделении терпентина – здесь оно составляет 37 %.

При рассмотрении деревьев по краям и в центре пасек (полос древостоя, оставленных на доращивание) установлено, что в целом отличия двух параметров – потока и прироста поздней древесины – схожи между собой: 42 и 67 % соответственно.

Различия (в процентах) деревьев контроля и деревьев, расположенных в разных частях пасеки, наблюдаются в: приросте ранней древесины (центр пасеки – 50; край – 58), ширине годичного кольца (центр – 58; край – 63), содержании поздней древесины в годичном слое (центр – 20; край – 15). Сравнение параметров деревьев на участке, где были проведены лесозаготовки, и на болотном массиве выявило наибольшие положительные отличия для потока терпентина (край пасеки и межканальное положение), прироста поздней (небольшое увеличение у деревьев с края пасеки) и ранней (межканальное положение и край пасеки) древесины, ширины годичного кольца (аналогично предыдущему параметру) и содержания поздней древесины в годичном кольце (приканальное положение и центр пасеки).

В отдельные годы у сосновых деревьев на болоте обнаружена корреляция (табл. 3) выделения терпентина и прироста трахеид от средней до высокой (особенно в 2014 г. – с приростами поздней древесины и в 2015 г. – с приростами ранней). За три года наблюдений в целом зависимость между данными параметрами установить не удалось.

Таблица 3

**Связь выделения терпентина с макроструктурой древесины
(контроль – заболоченный сосняк)**

Год эксперимента	Параметр макроструктуры	Коэффициент корреляции (r) и его достоверность (t _r) за июль	
		r	t _r
2013	ПД	-0,26	-1,24
	РД	-0,32	-1,60
	ШГК	-0,30	-1,50
2014	ПД	0,63	4,85
	РД	0,61	4,36
	ШГК	0,63	4,50
2015	ПД	-0,06	-0,27
	РД	-0,52	-3,25
	ШГК	0,33	-1,65
Среднее за три года	ПД	0,10	1,11
	РД	-0,08	-0,16
	ШГК	0,00	0,45

Примечание: Жирным шрифтом (здесь и в табл. 6, 7) обозначены коэффициенты (r и t_r) выше 0,3 (по модулю).

У осушаемых древостоев (табл. 4), занимающих приканальное положение, большее количество пасеки выделяется в июле, у деревьев, произрастающих в межканальном положении, – в июне. Прирост выше у сосен в приканальном положении. Тем не менее содержание поздней древесины в годичных кольцах практи-

чески на 6 % превосходит этот показатель у деревьев в центре осушаемой полосы. У контрольных заболоченных сосняков доля поздней древесины почти на 10 % ниже, чем у осушаемых древостоев.

Таблица 4

**Выделение терпентина и макроструктура древесины
в осушаемых условиях, среднее за пять лет наблюдений**

ПП	Месяц наблюдений	Средние показатели				
		Потеки живицы, см ($M \pm m_M$)	ПД, мм ($M \pm m_M$)	РД, мм ($M \pm m_M$)	ШГК, мм ($M \pm m_M$)	Доля ПД от ШГК, %
8	Июнь	61,57±8,20	0,31±0,04	0,43±0,06	0,74±0,05	41,68
	Июль	71,47±9,09				
	Август	60,54±9,44				
	<i>Среднее</i>	64,53±8,91				
9	Июнь	39,58±6,10	0,30±0,06	0,33±0,04	0,63±0,05	47,19
	Июль	36,89±5,85				
	Август	31,34±5,00				
	<i>Среднее</i>	35,94±10,41				

Примечание: Жирным обозначен максимум смолы выделения в целом на межканальном пространстве.

В древостое после выборочной заготовки древесины (табл. 5), при непосредственной близости сосен к каналам, наблюдаются завышенные потеки терпентина в июне, а у деревьев, произрастающих в центре осушаемой полосы, – в июле. Максимум выделения пасоки зафиксирован в июле, что вполне может быть связано с комплексным влиянием на древостой последствий гидротехнической мелиорации и заготовки древесины (значительного разреживания древостоя на лесосеке).

В среднем у древостоев межканального и приканального положения на двух пасеках значимых отличий макроструктуры обнаружить не удалось.

Самое большое выделение терпентина (в целом на краю и в центре пасеки) зафиксировано в межканальном положении (июнь – 58 см). Здесь же в среднем за три летних месяца потеки больше на 7 %, что, вероятно, вновь связано с совместным отрицательным влиянием заготовки древесины и лесосушения. Различия средних показателей статистически не удалось доказать даже на минимальном уровне значимости с использованием критерия Стьюдента ($t_{\text{факт}} \leq t_{\text{ст}}; 0,62 \leq 0,69$).

Таблица 5

**Выделение терпентина на объекте выборочной заготовки древесины,
среднее на двух пасеках за пять лет наблюдений**

Положение объекта	Месяц наблюдений	Средние показатели				
		Потоки живицы, см (M±m _M)	ПД, мм (M±m _M)	РД, мм (M±m _M)	ШГК, мм (M±m _M)	Доля ПД от ШГК, %
КП, ПК	Июнь	55,50±6,15	0,59±0,08	0,73±0,08	1,32±0,08	44,54
	Июль	51,02±7,18				
	Август	50,96±6,19				
	<i>Среднее</i>	52,49±6,31				
ЦП, ПК	Июнь	60,18±8,52	0,57±0,08	0,66±0,09	1,23±0,08	45,48
	Июль	54,60±8,31				
	Август	48,68±6,46				
	<i>Среднее</i>	54,57±7,30				
КП, МК	Июнь	62,41±7,77	0,63±0,07	0,87±0,09	1,50±0,08	42,09
	Июль	64,59±7,88				
	Август	56,78±7,56				
	<i>Среднее</i>	59,58±7,66				
ЦП, МК	Июнь	54,79±7,84	0,56±0,06	0,67±0,08	1,23±0,07	46,22
	Июль	57,67±9,27				
	Август	47,33±6,26				
	<i>Среднее</i>	52,44±7,39				

Примечание: КП – край пасеки; ЦП – центр пасеки. Жирным шрифтом обозначены максимумы смолы выделения в разных частях пасек древостоя.

На объекте гидромелиорации (табл. 6) в отдельные годы установлены следующие зависимости (регрессионный анализ). В 2009 г. для приканального сосняка при отрицательной корреляции ($-0,79$; $t_r = -10,54$) и достаточно высоком уровне аппроксимации получено уравнение $y = 16,891e^{0,1903x}$ ($R^2 = 0,9581$) для зависимости длины потока в августе от прироста ранней древесины и ширины годичного кольца ($r = -0,79$ при $t_r = -10,54$ и $r = -0,78$ при $t = -9,90$).

В 2010 г. выявлен высокий положительный уровень связи ($0,72$; $t_r = 7,17$) между выделением терпентина и шириной годичного слоя для древостоя межканального положения (в центре осушаемой полосы). Подобрано уравнение полинома второго порядка $y = 0,0281x^2 - 0,3054x + 0,9773$ с высоким уровнем аппроксимации ($R^2 = 0,9371$).

Таблица 6

**Связь выделения терпентина с макроструктурой древесины
(контроль – осушаемый сосняк), среднее за пять лет наблюдений**

ПП	Параметр макроструктуры	Коэффициент корреляции и его достоверность по месяцам наблюдений							
		Июнь		Июль		Август		Среднее	
		r	t _r	r	t _r	r	t _r	r	t _r
8	ПД	-0,21	-1,18	-0,35	-2,07	-0,48	-3,49	-0,46	-3,06
	РД	-0,22	-1,33	-0,29	-1,74	-0,46	-4,02	-0,23	-2,96
	ШГК	-0,22	-1,28	-0,33	-2,00	-0,49	-4,13	-0,46	-3,26
9	ПД	0,27	2,06	0,26	2,11	0,26	1,44	0,31	2,06
	РД	0,15	0,77	0,09	-0,20	0,24	1,84	0,16	1,03
	ШГК	0,26	2,09	0,35	1,31	0,26	1,44	0,27	1,73

При усреднении длины потека терпентина и ширины годичного кольца за пять лет в августе на приканальной полосе древостоя обнаружена значимая отрицательная связь ($-0,68 \pm 0,11$; $t_r = -6,08$). На основании полученных рядов распределения был проведен регрессионный анализ, в ходе которого подобрано полиномиальное уравнение шестого порядка (рис. 2): $y = 0,0001x^6 - 0,0054x^5 + 0,0791x^4 - 0,5624x^3 + 2,0149x^2 - 3,3780x + 2,8721$, по нему с вероятностью ошибки 43 % ($R^2 = 0,5779$) можно определять данные по потекам, имея в наличии сведения о мощности годичных колец.

Следует отметить, что в июне, практически на начальном этапе роста деревьев, не выявлено значимой связи ни с одним из рассматриваемых показателей.

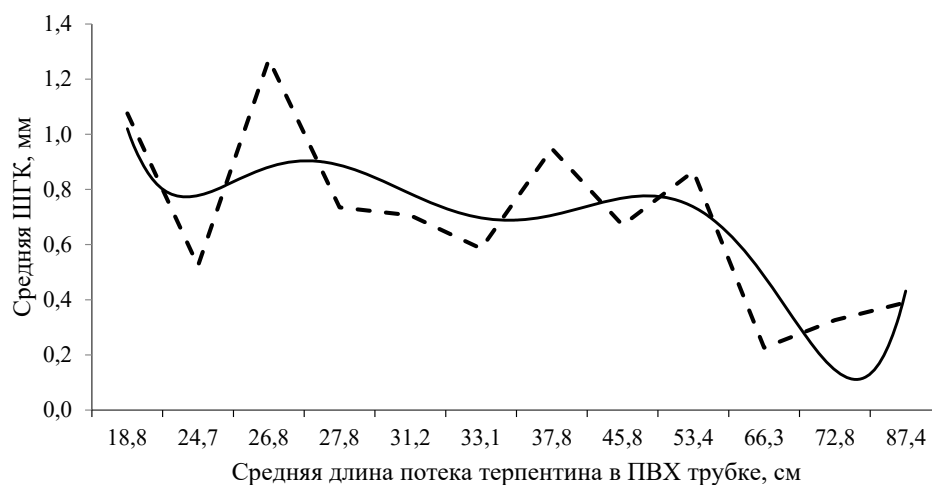


Рис. 2. Зависимость флюктуации потеков соснового терпентина от ширины годичного кольца

Fig. 2. Dependence of pine turpentine streak fluctuation on the annual ring width

При расчете критерия Фишера доказана правильность выбора полиномиальной зависимости $F_{\text{табл}}(5,12) \leq F_{\text{расч}}(12,4)$.

На объекте несплошной лесозаготовки (табл. 7) за летние месяцы 3-летнего периода эксперимента (в среднем) установить зависимость выделения терпентина от макроструктуры древесины в радиальном сечении не удалось.

Таблица 7

**Связь выделения терпентина и макроструктуры древесины
на объекте выборочной заготовки древесины за три года наблюдений**

Положение объекта	Параметр макроструктуры	Коэффициент корреляции и его достоверность по месяцам наблюдений							
		Июнь		Июль		Август		Среднее	
		r	t _r	r	t _r	r	t _r	r	t _r
КП, ПК	ПД	-0,06	-0,18	-0,14	-0,60	0,08	1,72	0,06	0,34
	РД	0,27	1,32	0,19	0,14	0,36	2,21	0,39	3,89
	ШГК	0,15	0,87	0,07	0,16	0,28	1,68	0,24	1,13
ЦП, ПК	ПД	0,08	0,39	-0,08	-0,50	-0,17	-1,24	-0,04	-0,24
	РД	0,14	0,78	-0,17	-0,78	-0,25	-1,23	-0,06	-0,31
	ШГК	0,12	0,55	-0,16	-0,84	-0,25	-1,37	-0,07	-0,43
КП, МК	ПД	0,19	1,25	0,05	0,29	-0,36	-2,68	0,01	0,02
	РД	0,06	0,37	0,14	0,70	-0,02	-0,07	0,07	0,33
	ШГК	0,18	0,95	0,07	0,42	-0,22	-1,20	0,07	0,34
ЦП, МК	ПД	-0,10	-0,29	0,27	1,92	0,02	0,15	0,10	0,73
	РД	0,05	0,29	0,17	0,90	0,07	0,37	0,13	0,72
	ШГК	-0,01	-0,07	0,25	1,04	0,16	0,97	0,19	1,23

С некоторым допущением можно выделить положительный уровень связи (в целом за три летних месяца) потека терпентина и прироста ранней древесины у деревьев, находящихся на краю пасеки, оставленной на доращивание, и в приканальном положении. В межканальном положении средний отрицательный уровень связи между потеками и приростом поздней древесины обнаружен в августе, также с края пасеки. Кроме того, следует отметить, что связи параметров макроструктуры древесины и потека терпентина в июле и августе на двух исследованных пасеках древостоя (чаще – в июле) по большей части отрицательные.

Заключение

По результатам детального анализа связи выделения терпентина при закрытом способе подсочки (экспресс-метод микроранений) и макроструктуры древесины в радиальном сечении было установлено, что в заболоченных, осушаемых и пройденных выборочной заготовкой древесины сосняках уровень

зависимости между данными признаками низкий. Это указывает на необходимость более углубленных расширенных исследований (с учетом физиологических и фенотипических особенностей деревьев) для экспресс-прогнозирования смолопродуктивности сосняков по радиальному приросту.

Для территории осушаемых древостоев, где ранее проведены выборочные рубки (ширина пазек – 15 м, угол соединения их с магистральным волоком – 45° при параллельном расположении регулирующего канала), и болотного массива выявлены наибольшие положительные отличия по потоку терпентина (край пазеки и межканальное положение), приросту поздней (небольшое увеличение у деревьев с края пазеки) и ранней (межканальное положение и край пазеки) древесины, ширине годичного кольца (аналогично предыдущему параметру), содержанию поздней древесины в годичном кольце (приканальное положение и центр пазеки).

На основании полученных в ходе исследования рядов распределения у осушаемых древостоев был проведен регрессионный анализ, который позволил подобрать полиномиальное уравнение шестого порядка, прогнозирующее с вероятностью ошибки 43 % данные по выделению соснового терпентина с помощью сведений о толщине годичных колец.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Бабиков В.В. Становление и развитие гидромелиорации в лесном хозяйстве // Изв. вузов. Лесн. журн. 2013. № 2. С. 53–57. Babikov V.V. Establishment and Development of Hydromelioration in a Forestry Enterprise. *Lesnoy Zhurnal* [Russian Forestry Journal], 2013, no. 2, pp. 53–57. URL: <http://lesnoizhurnal.ru/upload/iblock/ed2/lh5.pdf>
2. Вернодубенко В.С. Динамика хвойных древостоев на торфяных почвах Европейского Севера: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Архангельск, 2011. 20 с. Vernodubenko V.S. *Dynamics of Coniferous Stands on Peat Soils of the European North*: Cand. Agric. Sci. Diss. Abs. Arkhangelsk, 2011. 20 p.
3. Глаголев В.А., Кулаков Г.В. Мониторинг лесов: организация и ведение лесного мониторинга. М.: Б.и., 1996. 110 с. Glagolev V.A., Kulakov G.V. *Forest Monitoring: Management of Forest Monitoring*. Moscow, B.i. Publ., 1996. 110 p.
4. Григорюк Г.П. Терпеноиды хвойных растений – источник фитонцидных препаратов // Лесопромышленный комплекс России XXI века: тез. докл. Междунар. лесопром. конф. СПб., 2001. С. 111. Grigoryuk G.P. Terpenoids of Coniferous Plants as a Source of Phytoncidal Preparations. *Timber Industry Complex of Russia in the XXI Century: Proceedings of the International Timber Industry Conference*. Saint Petersburg, 2001, p. 111.
5. Дружинин Н.А., Неволин Н.Н. Осушение лесов в Вологодской области: моногр. Вологда: МДК, 2001. 102 с. Druzhinin N.A., Nevolin N.N. *Drainage of Forests in the Vologda Region*: Monograph. Vologda, MDK Publ., 2001. 102 p.
6. Дружинин Н.А., Дружинин Ф.Н., Пестовский А.С., Новосёлов А.С. Прижизненное и побочное пользования осушаемых лесов Вологодской области: моногр. / под общ. ред. А.С. Новосёлова. Вологда: ИЦ ВГМХА, 2011. 192 с. Druzhinin N.A., Druzhinin F.N., Pestovskiy A.S., Novoselov A.S. *Intravital and Side Use of Drained Forests of the Vologda Region*: monograph. Ed. by A.S. Novoselov. Vologda, Vologda SDFa Publ., 2011. 192 p.
7. Константинов В.К., Порошин А.А. Состояние гидроресомелиоративных систем и их реконструкция. СПб.: СПбНИИЛХ, 2007. 135 с. Konstantinov V.K., Poroshin A.A. *State of Hydro-Forest Reclamation Systems and Their Reconstruction*. Saint Petersburg, SPbNIIHL Publ., 2007. 135 p.

8. Кусакин А.В., Шведова Т.Е. Гидротехнические мелиорации. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2010. 208 с. Kusakin A.V., Shvedova T.E. *Hydrotechnical Reclamation*. Yoshkar-Ola, MarSTU Publ., 2010. 208 p.

9. Ловелиус Н.В., Лежнева С.В. Изменения прироста годичных колец сосны и ели в восточноевропейской тайге в связи с геофизическими факторами среды: моногр. / РГПУ им. А.И. Герцена; ВоГУ; Петров. акад. наук и искусств. СПб.; Вологда: ВОУНБ, 2015. 178 с. Lovelius N.V., Lezhneva S.V. *Changes in the Growth of Annual Rings of Pine and Spruce in the Eastern European Taiga in Connection with the Geophysical Factors of the Environment*: Monograph. Vologda, VOUNB Publ., 2015. 178 p.

10. Мариничев Е.А. Лесоводственная эффективность прореживаний в сосновых древостоях на осушаемых землях в условиях южной и средней подзон тайги (на примере Вологодской области): автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. СПб., 2005. 21 с. Marinichev E.A. *Forestry Efficiency of Thinning in Pine Stands on Drained Lands in the Southern and Middle Taiga Subzones (Case Study of the Vologda Region)*: Cand. Agric. Sci. Diss. Abs. Saint Petersburg, 2005. 21 p.

11. Петрик В.В., Высоцкий А.А., Фролов Ю.А., Подольская В.А. Методы повышения смолопродуктивности сосняков. Архангельск: АГТУ, 2006. 200 с. Petrik V.V., Vysotskiy A.A., Frolov Yu.A., Podol'skaya V.A. *Methods for Increasing the Resin Productivity of Pine Forests*. Arkhangelsk, ASTU Publ., 2006. 200 p.

12. Рябчук В.П., Гриб В.М., Осадчук Л.С., Юськевич Т.В. Підсочка лісу та лісохімія. Київ: ІНКІОС, 2012. 204 с. Ryabchuk V.P., Grib V.M., Osadchuk L.S., Yus'kevich T.V. *Resin Tapping and Forest Chemistry*. Kiev, INKOS Publ., 2012. 204 p.

13. Третьяков С.В. Полевой лесотаксационный справочник: науч. изд. / под общ. ред. С.В. Третьякова, С.В. Ярославцева, С.В. Коптева. Архангельск: САФУ, 2016. 245 с. Tretyakov S.V. *Field Forest Inventory Handbook (Scientific Publication)*. Ed. by S.V. Tretyakov, S.V. Yaroslavtsev, S.V. Koptev. Arkhangelsk, NArFU Publ., 2016. 245 p.

14. Федотов И.В. Мониторинг состояния осушаемых лесов и ведение хозяйства в них на примере Архангельской области: дис. ... канд. с.-х. наук. Архангельск, 2016. 190 с. Fedotov I.V. *Monitoring of the State of Drained Forests and Management in Them (Case Study of the Arkhangelsk Region)*: Cand. Agric. Sci. Diss. Arkhangelsk, 2016. 190 p.

15. Федяев А.Л. Влияние осушения на смолопродуктивность сосновых древостоев Вологодской области и эффективность их промышленной подсочки: дис. ... канд. с.-х. наук. Екатеринбург, 1995. 167 с. Fedyayev A.L. *Influence of Drainage on Resin Productivity of Pine Stands of the Vologda Region and Efficiency of Their Industrial Tapping*: Cand. Agric. Sci. Diss. Yekaterinburg, 1995. 167 p.

16. Helming K., Tscherning K., König B., Sieber S., Wiggering H., Kuhlman T., Wascher D., Perez-Soba M., Smeets P., Tabbush P., Dilly O., Hüttl R., Bach H. Ex Ante Impact Assessment of Land Use Change in European Regions – the SENSOR Approach. *Sustainability Impact Assessment of Land Use Changes*. Ed. by K. Helming, M. Pérez-Soba, P. Tabbush. Berlin, Springer, 2008, pp. 77–105. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-540-78648-1_6

17. Indriksons A.P. Forest Stand Productivity and Soil Fertility in Drained Pine Forests on Peaty Soils. *Latvijas Lauksaimniecības universitāte raksti* [Proceedings of the Latvia University of Agriculture], 2001, iss. 3, pp. 65–72.

18. Mäkinen H., Hynynen J. Wood Density and Tracheid Properties of Scots Pine: Responses to Repeated Fertilization and Timing of the First Commercial Thinning. *Forestry*, 2014, vol. 87, iss. 3, pp. 437–447. DOI: <https://doi.org/10.1093/forestry/cpu004>

19. Neippola J. Long-Term Vegetation Changes in Stands of *Pinus sylvestris* in Southern Finland. *Journal of Vegetation Science*, 1992, vol. 3, iss. 4, pp. 475–484. DOI: <https://doi.org/10.2307/3235804>

20. Punttila P., Autio O., Kotiaho J.S., Kotze D.J., Loukola O.J., Noreika N., Vuori A., Vepsäläinen K. The Effects of Drainage and Restoration of Pine Mires on Habitat Structure, Vegetation and Ants. *Silva Fennica*, 2016, vol. 50, no. 2, art. 1462. DOI: <https://doi.org/10.14214/sf.162>