

ОЦЕНКА ПРИЗНАКА ТРЁХХВОЙНОСТИ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В КАЧЕСТВЕ РАННЕГО ДИАГНОСТИЧЕСКОГО КРИТЕРИЯ СКОРОСТИ РОСТА ДЕРЕВЬЕВ*

Н. А. Демина, Д. Х. Файзулин

Северный научно-исследовательский институт лесного хозяйства
Российская Федерация, 163062, г. Архангельск, ул. Никитова, 13
E-mail: monitoringlesov@sevniilh-arh.ru

Аннотация. Скорость роста деревьев представляет собой один из ключевых показателей, оказывающих влияние на продуктивность насаждений и определяющих темпы накопления биомассы и прироста древесины. Диагностика важных показателей на ранней стадии онтогенеза является перспективным методом выявления быстрорастущих особей. Результаты фенотипической оценки сеянцев и молодых деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) показывают, что особи с признаком трёххвойности характеризуются более интенсивными темпами роста и развития. Результаты научных исследований свидетельствуют о перспективности использования данного показателя в качестве раннего диагностического критерия скорости роста, что открывает возможности для его практического применения в лесном хозяйстве. В статье представлены результаты обследования 39-летних испытательных культур сосны обыкновенной, произрастающих в Вологодской области, которые создавались для долгосрочной оценки диагностической ценности признака трёххвойности, как маркера ранней идентификации быстрорастущих особей. Цель исследований – оценка влияния признака трёххвойности сосны обыкновенной на рост деревьев в испытательных культурах 2 класса возраста. В 8-летнем возрасте «трёххвойные» деревья достоверно превосходили «двуххвойные» по высоте на 9 % и по диаметру на 38 %. Установлено, что к 39 годам преимущество «трёххвойных» вариантов сохраняется по диаметру: превышение составило 7,4 %. Отбор «трёххвойных» особей на ранней стадии развития растений дает положительный эффект. По результатам обследования испытательных культур 2 класса возраста можно сделать вывод о том, что признак «трёххвойности» сосны обыкновенной может служить диагностическим маркером для раннего отбора перспективных сеянцев. Но в связи с тем, что по объёму ствола между «трёххвойными» и «двуххвойными» вариантами статистически значимых различий не выявлено, то для формирования доказательной базы, подтверждающей лесоводственную и экономическую эффективность проводимого отбора, наблюдения следует продолжить.

Ключевые слова: сосна обыкновенная, трёххвойность, двуххвойность, ранняя диагностика, быстрорастущие особи, испытательные культуры, лесовосстановление.

Conifers of the boreal area. 2026, Vol. XLIV, No. 2, P. 60–64

EVALUATION OF THE THREE-NEEDLE TRAIT OF SCOTS PINE AS AN EARLY DIAGNOSTIC CRITERION OF TREE GROWTH RATE

N. A. Demina, D. Kh. Fayzulin

Northern Research Institute of Forestry
13, Nikitova St., 163062, Arkhagelsk, Russian Federation
E-mail: monitoringlesov@sevniilh-arh.ru

Abstract. Tree growth rate is a key indicator affecting stand productivity and determining the rate of biomass accumulation and wood increment. Early diagnostics of these key indicators is a promising method for identifying fast-growing individuals. Phenotypic evaluation of seedlings and young trees of *Pinus sylvestris* demonstrates that individuals with the three-needle trait exhibit more intensive growth and development. These findings demonstrate the potential of this indicator as an early diagnostic criterion for growth rate, opening up opportunities for its practical application in forestry. This article presents the results of a survey of 39-year-old test culture of *Pinus sylvestris* growing in the Vologda Region. These cultures were created for the long-term assessment of the diagnostic value of the three-needle trait as a marker for the early identification of fast-growing individuals. The objective of this study was to evaluate the effect of the three-needle trait in *Pinus sylvestris* on tree growth in age-class 2 test culture. At 8 years of age, three-

* **Благодарность.** Публикация подготовлена по результатам НИР, выполненных в рамках государственного задания ФБУ «СевНИИЛХ» на проведение прикладных научных исследований в сфере деятельности Федерального агентства лесного хозяйства. Регистрационный номер темы: 122020300231-2.

needle trees significantly exceeded two-needle trees in height by 9% and in diameter by 38 %. It was found that by 39 years, the advantage of three-needle trees in diameter remained: the excess was 7.4 %. Selecting three-needle trees early in plant development has a positive effect. Based on the results of the examination of age-class 2 test culture, it can be concluded that the three-needle trait in Scots pine can serve as a diagnostic marker for the early selection of promising seedlings. However, due to the fact that no statistically significant differences were found in terms of trunk volume between the "three-needle" and "two-needle" variants, observations should be continued to form an evidence base confirming the silvicultural and economic efficiency of the selection being carried out.

Keywords: *Pinus sylvestris L., three-needle, two-needle, early diagnostics, fast-growing trees, test culture, reforestation.*

ВВЕДЕНИЕ

Вопрос эффективности фенотипического отбора быстрорастущих деревьев хвойных пород вызывает дискуссии в научном сообществе. Некоторые исследователи указывают на низкую эффективность такого отбора [1; 2]. Но существуют примеры успешных селекционных работ, где фенотипический отбор показывает положительные результаты [3; 4]. В настоящее время фенотипическая оценка остаётся основным инструментом селекции при правильной ее организации, особенно в условиях, когда современные генетические методы недоступны, несовершенны или экономически нецелесообразны. Ранняя диагностика быстрорастущих растений повышает эффективность фенотипической оценки и ускоряет селекционный процесс. Ряд исследователей с целью поиска перспективных по росту и устойчивых экземпляров в раннем возрасте проводили оценку прямых и косвенных признаков, таких как высота деревьев до 10-летнего возраста, строение коры, характер ветвления, тип мутовчатости, фенологические особенности и другие морфологические признаки [5–7].

Признак трёххвойности сосны обыкновенной – косвенный признак, который можно считать относительно простым для изучения и исполнения прикладных задач. Возможность применения признака треххвойности в практике лесного хозяйства подтверждается научными исследованиями. Так, растения с преобладанием трёххвойных пучков представляют собой ценный селекционный материал, который может быть использован для эффективного создания лесных культур, при создании плантаций сосны и постоянных лесосеменных участков, при проведении рубок ухода [8–11].

Особь сосны обыкновенной с наличием треххвойных пучков в ювенильной стадии развития растут значительно лучше двуххвойных и обладают повышенной устойчивостью [9]. Усиленный рост растений с преобладанием треххвойных пучков происходит за счет увеличения ассимиляционной поверхности и усиления защитных функций. С ростом числа треххвойных пучков у сосны возрастает число смоляных каналов в хвое и лубе [11], а также высота, диаметр ствола, годичный прирост, протяженность и диаметр кроны [12]. В некоторых исследованиях отмечается достоверная положительная корреляция между признаком наличия треххвойных пучков и количеством верхушечных почек, биомассой хвоинок и стволиков, диаметром у корневой шейки, количеством боковых побегов [13].

В 1970–1980-х гг. АИЛиЛХ (Архангельский институт леса и лесохимии, ныне Северный научно-

исследовательский институт лесного хозяйства) занимался разработкой методов ранней диагностики наследования хозяйственно-ценных признаков, где была создана сеть испытательных культур. Одним из признаков, выбранных для изучения, стал признак треххвойности сосны обыкновенной, где ставились задачи по выявлению особенностей роста и развития деревьев с наличием признака и без него, и обоснованию раннего диагностического значения треххвойности при селекции. В настоящее время испытательные культуры сосны достигли возраста, соответствующего требованиям для проведения оценочных мероприятий.

Целью исследования является оценка влияния признака треххвойности сосны обыкновенной на рост деревьев в испытательных культурах 2 класса возраста.

ОБЪЕКТ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Испытательные культуры сосны созданы в Устюженском лесничестве Устюженского лесхоза Вологодской области на вырубке из-под сосняка верескового в 1978 году. Почва участка характеризовалась сильноподзолистой и глубокопесчаной. Рельеф участка ровный. Проводили корчевку пней, планировку участка. В качестве посадочного материала использовали сеянцы с признаком треххвойности и без этого признака. Сортировку 2-летних сеянцев сосны на «треххвойные» и «двуххвойные» производили при выкопке посадочного материала. К «треххвойным» относили все особи, у которых было по 1 и более треххвойных пучков на центральном побеге. В категорию «двуххвойных» относили растения без треххвойных пучков. Сеянцы высаживали в мае под меч Колесова в 3-х повторностях. Схема посадки – 2,5×0,7 м. Густота культур 5000 сеянцев на 1 га. Дополнение опытных культур сделали в конце июля 1979 г. За посадками в опытных культурах уходов не проводили, за исключением удаления погибших сеянцев.

На момент исследования культур возраст составил 39 лет (рис. 1). Деревья имеют хорошее состояние и развитие. Сомкнутость деревьев высокая. Наблюдается интенсивное очищение стволов от сучьев.

В период изучения испытательных культур сосны сохранность вариантов каждой повторности определяли сплошным пересчетом деревьев. Диаметры ствола на высоте 1,3 м измеряли у всех здоровых особей. Высоту в каждом варианте во всех испытательных культурах измеряли при помощи оптического высоотомера не менее чем у 60 сосен, распределенных пропорционально представленности деревьев по ступеням толщины. При изучении динамики роста изучаемых вариантов использовали материалы научных от-

четов Архангельского института леса и лесохимии, Северного научно-исследовательского института лесного хозяйства за 1985 и 2015 гг.



Рис. 1. Испытательные культуры сосны

Математическая обработка данных проводилась в соответствии с общепринятыми в лесном хозяйстве методиками с использованием редактора *Microsoft Office Excel*.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Сохранность варианта испытательных культур сосны с признаком трёххвойности в 39-летнем возрасте была равна 51,9 %, без признака трёххвойности – 58,1 %.

Замеры высот, диаметров у особей разного типа морфогенеза в 8-летнем возрасте показали превосходство «треххвойных» над «двуххвойными» (табл. 1).

В 8-летнем возрасте «треххвойные» сосны опережали «двуххвойные» растения по высоте на 11 см, по диаметру на 0,5 м высоте – на 0,3 см. Статистический анализ полученных данных указывает на достаточную точность эксперимента. Отмечается чуть меньшая относительная изменчивость высоты и диаметра у треххвойных вариантов. Обе группы характеризуются схожим разбросом значений, что говорит о схожей степени неоднородности деревьев внутри каждой группы. Также при изучении в данном возрасте испытательных культур отмечалось у сосен с преобладанием треххвойности более развитая крона, интенсивный прирост по высоте, повышенное количество боковых побегов и степень охвоения. Различия между «двуххвойными» и «треххвойными» растениями по высоте и диаметру в возрасте сосен 8 лет достоверные ($t = 3,7$; $6,0$ при $t_{st} = 2,6$, $p = 0,99$).

Изучение 39-летних сосен, выращенных из «треххвойных» и «двуххвойных» семян показало, что выявленная в более раннем возрасте тенденция преобладания «треххвойных» растений над «двуххвойными» по диаметру сохраняется. Различия по диаметру ствола на высоте груди значимы ($t = 5,1$ при $t_{st} = 2,6$, $p = 0,99$). Графическое представление динамики роста сосен разных вариантов показывает, что наблюдается превышение по высоте «треххвойных» растений над «двуххвойными» (рис. 2). Расчет показал, что различия по высоте в 39-летнем возрасте культур между вариантами с наличием треххвойных брахибластов и без их наличия статистически не значимы ($t < t_{st}$). Превышение по диаметру «треххвойных» сосен над «двуххвойными» составляет 0,9 см. Аналогично 8-летним культурам, коэффициент изменчивости высоты и диаметра деревьев сосны оказался чуть меньше у треххвойных вариантов, степень неоднородности деревьев каждой группы близка по значению.

Таблица 1

Статистическая характеристика изучаемых показателей роста 8- и 39-летних деревьев сосны, выращенных из «двуххвойных» и «треххвойных» семян в испытательных культурах

Показатели роста	Количество наблюдений	Средний показатель с ошибкой	Среднее квадратическое отклонение	Коэффициент изменчивости	Точность опыта	Достоверность
<i>8-летние испытательные культуры</i>						
Высота, см						
«двуххвойные»	200	127±2,1	29,00	22,9	1,62	61,9
«треххвойные»	200	138±2,1	29,12	21,1	1,49	67,0
Диаметр на 0,5 м, см						
«двуххвойные»	200	0,5±0,04	0,37	33,1	3,39	29,5
«треххвойные»	200	0,8±0,03	0,32	26,4	2,31	43,2
<i>39-летние испытательные культуры</i>						
Высота, м						
«двуххвойные»	66	16,3±0,4	2,91	16,9	2,08	48,0
«треххвойные»	65	15,9±0,3	2,04	12,1	1,49	66,8
Диаметр на 1,3 м, см						
«двуххвойные»	1018	12,1±0,12	3,88	31,6	0,99	100,9
«треххвойные»	786	13,0±0,13	3,66	28,5	1,02	98,5

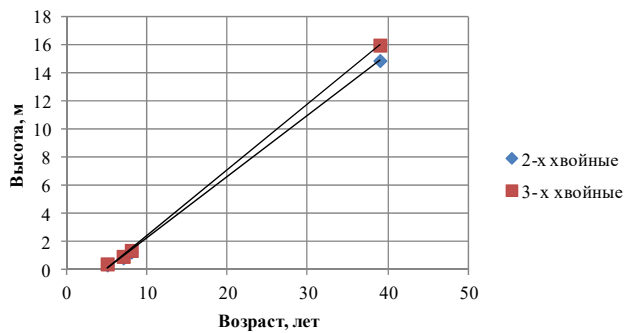


Рис. 2. Динамика роста по высоте двух- и треххвойных сосен в испытательных культурах

Выявление деревьев с высоким потенциалом роста позволяет: увеличить выход деловой древесины за счёт сохранения лидеров роста и сократить сроки выращивания древесины, поэтому оценка объема древесины также вызывает интерес (табл. 2).

Таблица 2
Объем ствола 39-летних испытательных культур сосны по вариантам

Вариант	Количество наблюдений	Средний показатель с ошибкой
С преобладанием двуххвойных сосен	66	0,118±0,011
С преобладанием треххвойных сосен	65	0,118±0,009

Опытные данные показывают равенство объёмов двух испытываемых вариантов в 39-летнем возрасте, но это не исключает преимуществ трёххвойных форм в более старшем возрасте.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Объект испытательных культур сосны обыкновенной 1979 года создания имеет достаточно хорошее состояние для оценки перспективности признака треххвойности при ранней диагностике быстрорастущих растений.

Установлено, что ростовые показатели (высота и диаметр) между особями, выращенных из «двуххвойных» или «треххвойных» семян на разных этапах развития достоверно различаются. Исключение составляет показатель высоты в 39-летнем возрасте.

Преимущество показали «треххвойные» деревья, интенсивность роста которых, как в раннем возрасте, так и на последующих этапах онтогенеза, выше. В 8-летнем возрасте превышение по высоте достигло 9 %, по диаметру – 38 %. В 39-летнем возрасте «треххвойные» сосны имеют показатель радиального роста больше на 7,4 %.

По результатам анализа полученных данных следует, что признак треххвойности может стать диагностическим признаком метода ранней диагностики на быстроту роста.

Положительный эффект, полученный при отборе особей с признаком треххвойности в 2-летнем возрасте, указывает на то, что данный признак можно использовать в селекционных работах и в лесокультурном деле. При сортировке посадочного материала в

группу перспективных следует относить наиболее развитые сеянцы с признаком треххвойности.

Оценку опытных культур можно считать практически завершённой в соответствии с документами, регулирующими вопросы оценки объектов лесного семеноводства, включая испытательные культуры [14]. Возраст сосны обыкновенной составил 39 лет, что составляет половину возраста рубки, принятого для данного вида лесных растений в условиях Вологодской области. Но, несмотря на достаточную репрезентативность данных, целесообразно продолжить наблюдения до достижения испытательных культур возраста спелости. Это позволит подтвердить или опровергнуть преимущества трёххвойных форм сосны и обосновать экономическую эффективность от применения данного признака.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ССЫЛКИ

1. Видякин А. И. Эффективность плюсовой селекции древесных растений // Хвойные бореальной зоны. XXVII. № 1-2, 2010. С. 19–24.
2. Рогозин М. В. Уроки истории лесной селекции // Лесное хозяйство. 2013. № 6. С. 20–23.
3. Naapanen M., Hynynen J., Ruotsalainen S., Siipilehto J., Kilpelainen M.-L. Realised and projected gains in growth, quality and simulated yield of genetically improved Scots pine in southern Finland // European J. Forest Research. 2016. Vol. 135, № 6. P. 997–1009.
4. Федорков А. Л. Фенотипический отбор в лесной селекции // Лесоведение. 2019. №6. С. 580–584.
5. Мерзленко М. Д., Брынцев В. А., Коженкова А. А. Ранняя диагностика лесоводственного эффекта деревьев в лесных культурах сосны обыкновенной // Хвойные бореальной зоны. 2024. Т. 42, № 3. С. 51–55. DOI 10.53374/1993-0135-2024-3-51-55. EDN ZHOXBZ.
6. Иозус А. П., Завьялов А. А., Крючков С. Н. Оценка отобранного генофонда *Pinus sylvestris* L. по росту полусибсов // Научно-агрономический журнал. 2022. № 4(119). С. 81–87. DOI 10.34736/FNC.2022.119.4.012.81-87. EDN GTVJXX;
7. Ларина Ю. А., Ильинчик П. В., Блинцов А. И. Оценка состояния деревьев ели с разными фенотипическими признаками в насаждениях с нарушенной устойчивостью // Наука – инновационному развитию лесного хозяйства : материалы Междунар. науч.-практ. конф., Гомель, 11–13 ноября 2015 года / отв. ред. А. И. Ковалевич. Гомель : Ин-т леса НАН Беларуси, 2015. С. 243–245. EDN YZRPBR
8. Беляев В. В. Эффективность отбора посадочного материала хвойных пород по прямому и косвенным признакам при создании лесных культур // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 1999. № 6. С. 41–48.
9. Беляев В. В. Эффективность использования сеянцев с наличием треххвойных пучков при создании культур сосны обыкновенной // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 1995. № 2-3. С. 16–19.
10. Попов В. Я., Тучин П. В., Файзулин Д. Х., Жариков В. М. Создание плантаций сосны обыкновенной семенного происхождения на селекционной основе : метод. пособие. Архангельск, 2001 21 с.

11. Жариков В. М., Попов В. Я. К вопросу о трёххвойности сосны обыкновенной и ее значение для селекции // Тезисы докладов к отчетной сессии Лаборатории лесоведения и лесоводства за 1969 год. Архангельск, 1970. С. 25–29.

12. Тарханов С. Н., Бирюков С. Ю. Формовое разнообразие *Pinus sylvestris* (Pinaceae) в бассейне Северной Двины // Растительные ресурсы. 2013. Т. 49, № 4. С. 481–490. EDN RCFEUB.

13. Мордась А. А., Раевский Б. В., Данилова Е. В. Изменчивость и взаимосвязь морфологических признаков и биометрических показателей сеянцев сосны обыкновенной // Лесной вестник. 2006. № 6. С. 26–33.

14. Приказ МПР и экологии Российской Федерации от 25 апреля 2025 года № 231 «Об утверждении Правил создания, выделения объектов лесного семеноводства (лесосеменных плантаций, постоянных лесосеменных участков, других лесных насаждений, лесных растений, используемых в целях производства (выращивания, сбора) семян лесных растений, саженцев, сеянцев лесных древесных пород, а также сохранения генофонда и изучения наследственных свойств лесных растений), ухода за такими объектами». URL: <https://docs.cntd.ru/document/1312970713> (дата обращения: 29.12.2025).

REFERENCES

1. Vidyakin A. I. Effektivnost' plusovoy selektsii drevesnykh rasteniy // Khvoynyye boreal'noy zony. XXVII. № 1-2, 2010. S. 19–24.

2. Rogozin M. V. Uroki istorii lesnoy selektsii // Lesnoye khozyaystvo. 2013. № 6. S. 20–23.

3. Haapanen M., Hynynen J., Ruotsalainen S., Siipilehto J., Kilpelainen M.-L. Realised and projected gains in growth, quality and simulated yield of genetically improved Scots pine in southern Finland // European J. Forest Research. 2016. Vol. 135. № 6. P. 997–1009.

4. Fedorkov A. L. Fenotipicheskiy otbor v lesnoy selektsii // Lesovedeniye. 2019. № 6. S. 580–584.

5. Merzlenko M. D., Bryntsev V. A., Kozhenkova A. A. Rannaya diagnostika lesovodstvennogo effekta derev'yev v lesnykh kul'turakh sosny obyknovennoy // Khvoynyye boreal'noy zony. 2024. Т. 42, № 3. S. 51–55. DOI 10.53374/1993-0135-2024-3-51-55. EDN ZHOXBZ.

6. Iozus A. P., Zav'yalov A. A., Kryuchkov S. N. Otsenka obohrannogo genofonda *Pinus sylvestris* L. po rostu polusibov // Nauchno-agronomicheskiy zhurnal. 2022. № 4(119). S. 81–87. DOI 10.34736/FNC.2022.119.4.012.81-87. EDN GTVJXX;

7. Larina Yu. A., Il'inchik P. V., Blintsov A. I. Otsenka sostoyaniya derev'yev yeli s raznymi fenotipicheskimi priznakami v nasazhdeniyakh s narushennoy ustoychivost'yu // Nauka – innovatsionnomu razvitiyu lesnogo khozyaystva: materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, Gomel', 11–13 noyabrya 2015 goda / Otvetstvennyy redaktor: A. I. Kovalevich. Gomel' : Institut lesa NAN Belarusi, 2015. S. 243–245. EDN YZRPHR

8. Belyayev V. V. Effektivnost' otbora posadochnogo materiala khvoynykh porod po pryamomu i kosvennym priznakam pri sozdaniy lesnykh kul'tur // Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Lesnoy zhurnal. 1999. № 6. S. 41–48.

9. Belyayev V. V. Effektivnost' ispol'zovaniya seyantsev s nalichiyem trekhkhvoynykh puchkov pri sozdaniy kul'tur sosny obyknovennoy // Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Lesnoy zhurnal. 1995. № 2-3. S. 16–19.

10. Popov V. Ya., Tuchin P. V., Fayzulin D. Kh., Zharikov V. M. Sozdaniye plantatsiy sosny obyknovennoy semennogo proiskhozhdeniya na selektsionnoy osnovе : metod. posobiye. Arkhangel'sk, 2001 21 s.

11. Zharikov V. M., Popov V. Ya. K voprosu o trekhkhvoynosti sosny obyknovennoy i yeye znacheniyе dlya selektsii // Tezisy dokladov k otchetnoy sessii Laboratorii lesovedeniya i lesovodstva za 1969 god. Arkhangel'sk, 1970. S. 25–29.

12. Tarkhanov S. N., Biryukov S. Yu. Formovoye raznoobrazie *Pinus sylvestris* (Pinaceae) v basseynе Severnoy Dviny // Rastitel'nyye resursy. 2013. Т. 49, № 4. S. 481–490. EDN RCFEUB.

13. Mordas' A. A., Rayevskiy B. V., Danilova Ye. V. Izmenchivost' i vzaimosvyaz' morfologicheskikh priznakov i biometricheskikh pokazateley seyantsev sosny obyknovennoy // Lesnoy vestnik. 2006. № 6. S. 26–33.

14. Prikaz MPR i ekologii Rossiyskoy Federatsii ot 25 aprelya 2025 goda № 231 «Ob utverzhdenii Pravil sozdaniya, vydeleniya ob'yektov lesnogo semenovodstva (lesosemennykh plantatsiy, postoyannykh lesosemennykh uchastkov, drugikh lesnykh nasazhdeniy, lesnykh rasteniy, ispol'zuyemykh v tselyakh proizvodstva (vyrashchivaniya, sbora) semyan lesnykh rasteniy, sazhentsev, seyantsev lesnykh drevesnykh porod, a takzhe sokhraneniya genofonda i izucheniya nasledstvennykh svoystv lesnykh rasteniy), ukhoda za takimi ob'yektami». URL: <https://docs.cntd.ru/document/1312970713> (data obrashcheniya: 29.12.2025).

© Демина Н. А., Файзулин Д. Х., 2026

Поступила в редакцию 20.01.2026
Принята к печати 27.04.2026