

Научная статья
УДК 581.93(571.61)

ЕСТЕСТВЕННОЕ ВОЗОБНОВЛЕНИЕ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ КАК ОБЪЕКТА МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ ОКРЕСТНОСТЕЙ ГОРОДА СВОБОДНЫЙ (АМУРСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Р.С. Великий

Институт водных и экологических проблем ДВО РАН,
ул. Дикопольцева 56, г. Хабаровск, 680000,
e-mail: ruslan-velikiy@mail.ru

В окрестностях города Свободный Амурской области построены крупнейшие в мире предприятия по переработке природного газа и производству гелия. В связи с этим значительно повышается актуальность объективной оценки экологической ситуации. В работе предпринята попытка оценить индикационные свойства естественного возобновления сосны обыкновенной. Проанализированы параметры подроста на участках с разной степенью антропогенной нагрузки. Установлено, что показатели количества экземпляров на единицу площади, возрастной структуры, прироста и жизнеспособности сосны обыкновенной в условиях окрестностей г. Свободный могут иметь индикационное значение.

Ключевые слова: Амурская область, сосна обыкновенная, биоиндикация, естественное возобновление.

Образец цитирования: Великий Р.С. Естественное возобновление сосны обыкновенной как объекта мониторинга состояния природной среды окрестностей города Свободный (Амурская область) // Региональные проблемы. 2023. Т. 26, № 2. С. 13–18. DOI: 10.31433/2618-9593-2022-26-2-13-18.

Город Свободный с населением около 60 тысяч человек расположен на правом берегу реки Зея, он является административным центром Свободненского района Амурской области. В окрестностях города с 2021 года работает Амурский газоперерабатывающий завод – крупнейшее в мире по объемам переработки природного газа и производству гелия предприятие. Рядом с ним в непосредственной близости с 2020 года началось строительство Амурского газохимического комплекса. В связи с этим уделяется пристальное внимание мониторингу состояния природной среды в зоне влияния этих промышленных объектов.

Одним из наиболее изученных объектов биомониторинга является сосна обыкновенная *Pinus sylvestris* L., она отличный биоиндикатор состояния техногенного загрязнения экосистем. В Амурской области на юго-восточной границе ареала сосны обыкновенной сосредоточены наиболее значительные слитные массивы сосняков российского Дальнего Востока. В окрестностях г. Свободный сосна обыкновенная широко распространена и встречается как в составе смешанных насаждений, так и формирует чистые сосновые насаждения, поэтому она вполне может быть ис-

пользована в качестве индикатора состояния природной среды. Объектом биомониторинга может быть и ее естественное возобновление как ведущий признак устойчивости лесных формаций. Возобновлению сосны обыкновенной *Pinus sylvestris* L. как одной из главных лесообразующих пород Северной Евразии посвящено большое количество научных исследований, причем весомая экологическая значимость принадлежит работам, посвященным возобновлению сосновых лесов в экстремальных условиях, например, после пожаров и антропогенного воздействия [2].

Цель нашей работы – оценить индикационные свойства естественного возобновления сосны обыкновенной для целей мониторинга природной среды. Задачи исследования: заложить и описать пробные площади (ПП) на полигонах с разной степенью антропогенной нагрузки, выполнить учет подроста сосны обыкновенной, а также анализ динамики роста сосны по возрастным группам.

Объект и методы исследований

Полевые исследования выполнены в сентябре 2020 года и июле 2022 года, в 24 км к северу от г. Свободный. В качестве модельной территории были выбраны два участка на разном уда-

лении от промышленных объектов, на которых заложены пробные площади по 100 м². Общая характеристика пробных площадей представлена в табл. 1, местоположение на рис. 1.

Учитывались следующие характеристики возобновления сосны: высота, возраст (по мутовкам), жизненность и количество штук на учетной площадке. Для исследования возобновления использован метод учетных площадок (УП) А.В. Побединского [5]: на ПП № 1 и ПП № 2 на УП размером 1×1 м определяли возрастную структуру возобновления: всходы (1 год), самосев (2–5 лет), подрост (старше 5 лет). По высоте весь подрост делили на 3 категории: мелкий – до 50 см, средний – 51–150 см и крупный – более 151 см [6] (Побединский, 1969). Жизненное состояние подроста определяли по 5-балльной шкале [1] (рис. 2).

Результаты исследований и их обсуждение

Рассмотрим количественные параметры подроста на ПП № 1 и ПП № 2 в 2021 и 2022 гг. (табл. 2).

Изначально в 2020 г. на контрольной пло-

щади (ПП № 1), удаленной от промобъектов, количество подроста было значительно меньше, чем на опытной площади (ПП № 2), в 2022 г. эта тенденция сохранилась. Но увеличение количества экземпляров подроста сосны оказалось примерно одинаковое, а доля прироста на контрольной ПП № 1 почти в три раза больше. Это может быть связано не только с биотопическими условиями, но и антропогенной нагрузкой.

Анализ результатов учета подроста в 2020 г. показал, что общее количество экземпляров сосны на ПП № 1 (контроль) меньше, чем на ПП № 2 (опыт). Сосна обыкновенная светолюбивое растение, на пробной площади № 2 сомкнутость крон первого яруса древесных пород не пропускает должное количество света. На пробной площади № 1 сомкнутость крон первого яруса древесных пород намного ниже, они пропускают значительно больше солнечного света (рис. 3).

За 2022 год общее количество подроста на пробной площади № 1 увеличилось на 155%, а на пробной площади № 2 на 62% (рис. 4).

Таблица 1

Общая характеристика пробных площадей

Table 1

General characteristics of trial plots

Показатель	Пробная площадь	
	ПП № 1 (контроль)	ПП № 2 (опыт)
Координаты полигона	51°35'05" с.ш.; 128°08'18" в.д.; 178 м	51°31'16" с.ш.; 128°09'28" в.д.; 193 м
Размер ПП	10x10 м	5x20 м
Удаленность от промобъектов	4385 м к северо-западу от АмГПЗ	592 м к югу от АмГПЗ
Рельеф	надпойменная терраса, пологий склон по правому берегу реки Большая Пера	междуречье рек. Бол. Пера и Зезя, увал
Название растительного сообщества	сосняк редкостойный разнотравный	сосняк редкостойный с невыраженным кустарниковым и травяным ярусами
Формула древостоя и сомкнутость крон	10С; 0,4	10С; 0,2
Кустарниковый ярус	спирейно-рододендровый, ОПП 25%	единично леспедца двуцветная
Травяно-кустарничковый ярус (видовой состав, проективное покрытие)	Разнотравный, ОПП 40% (<i>Convallaria keiskei</i> , <i>Hieracium umbellatum</i> , <i>Artemisia maximovicziana</i> , <i>Vicia cracca</i> , <i>Sedum aizoon</i> , <i>Sanguisorba officinalis</i> , <i>Fragaria orientalis</i> и др.)	Единично (<i>Hieracium umbellatum</i> , <i>Artemisia maximovicziana</i> , <i>Vicia cracca</i> , <i>Sedum aizoon</i> , <i>Fragaria orientalis</i> и др.)

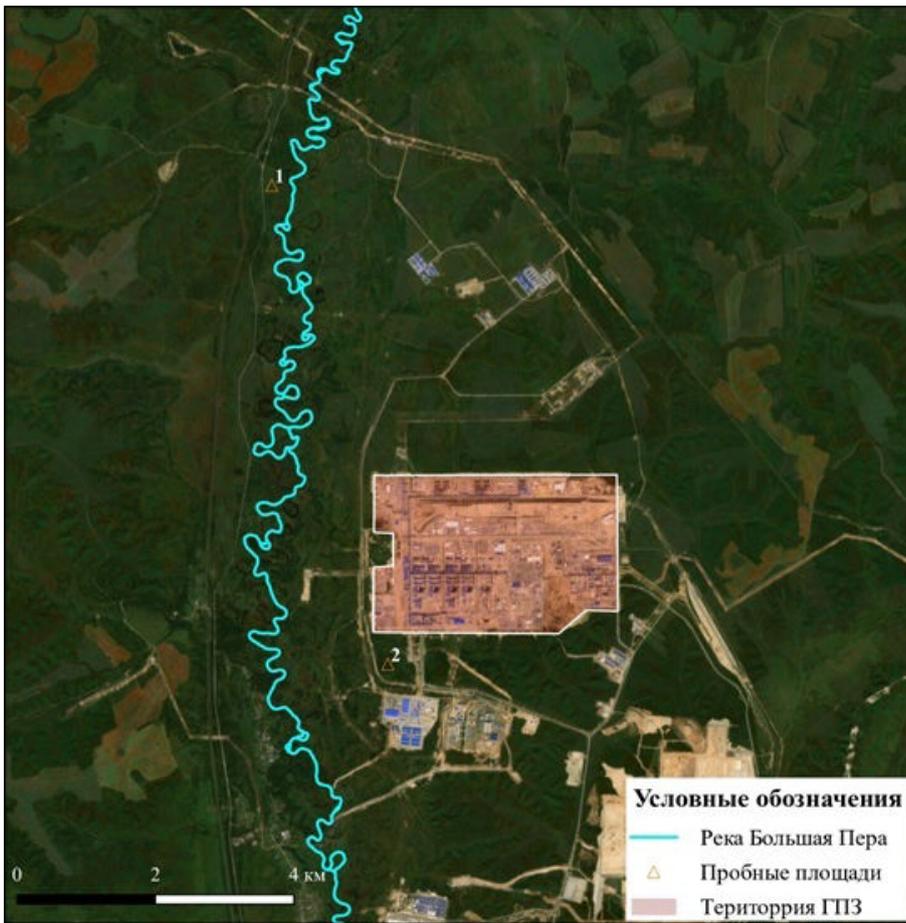


Рис. 1. Карта-схема района исследования

Fig. 1. Schematic map of the study area



Рис. 2. Учетные площадки на пробных площадях № 1 и № 2

Fig. 2. Accounting sites on trial plots No. 1 and No. 2

Таблица 2
Количественные параметры подроста
Table 2
Quantitative parameters of undergrowth

Год	ПП №1	ПП №2
2020	68 шт.	190 шт.
2022	176 шт.	309 шт.
Разница, %	увеличение на 108 шт. или 155%	увеличение на 119 шт. или 62%

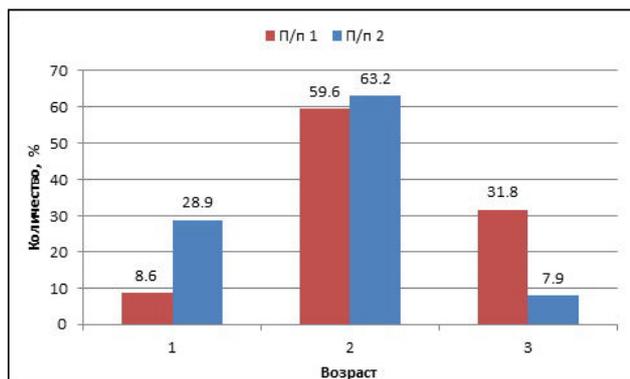


Рис. 3. Количество подроста сосны на пробных площадях в 2020 г.

Fig. 3. Pine undergrowth number on trial plots in 2020

Таким образом, на пробной площадке № 1 естественное возобновление протекает значительно быстрее.

Результаты измерений средней высоты подроста по годам представлены на рис. 5, 6.

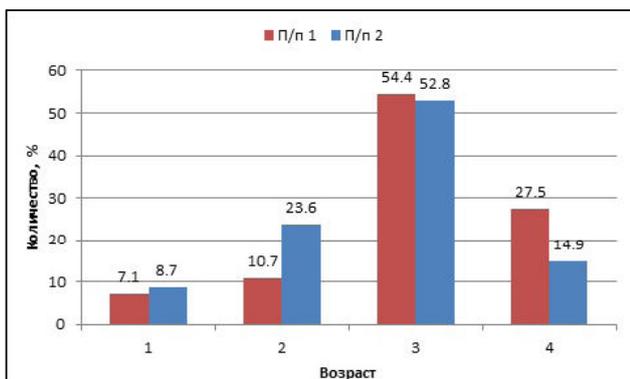


Рис. 4. Количество подроста сосны на пробных площадях в 2022 г.

Fig. 4. Pine undergrowth number on trial plots in 2022

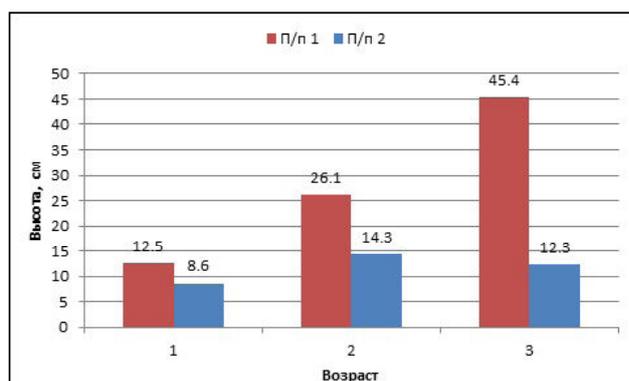


Рис. 5. Высота подроста на пробных площадках за 2020 г.

Fig. 5. Height of undergrowth on trial sites for 2020

Анализ высоты всходов сосны (однолетних) выявил, что средняя высота уменьшилась в 4,4 раза. Связано это с тем, что самосев 3, 4 и 5 годов жизни закрывает новые всходы.

Прирост сосны обыкновенной за два года показал, что высота всходов первого года жизни сосны обыкновенной на пробной площадке № 1 в 2020 году составляла 12,5 см в 2022 году, на третьем году жизни высота изменилась до 29,1 м, прирост составил 16,6 см. А подрост второго года жизни изменился с 26,1 до 47,7 см. Прирост подроста второго года жизни составил 21,6 см. На пробной площадке № 2 с 2020 по 2022 годы высота всходов первого года жизни изменилась с 8,6 см до 25,1 см, прирост составил 16,5 см. А подрост второго года изменился с 14,3 до 38,2 см. Прирост составил 23,9 см. Таким образом, прирост подро-

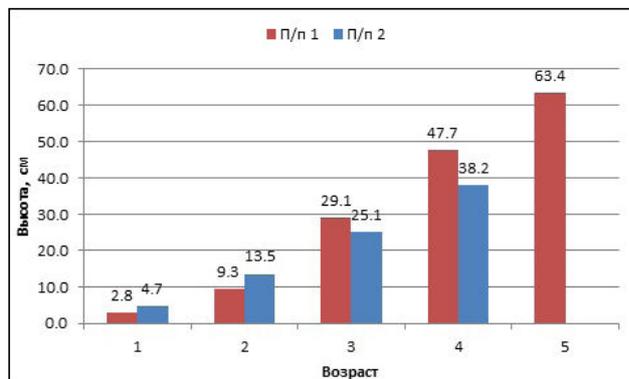


Рис. 6. Высота подроста на пробных площадках за 2022 г.

Fig. 6. Height of undergrowth on trial sites for 2022

Таблица 3
Жизненное состояние подростка сосны
Table 3
Vital condition of pine undergrowth

№П/П	Жизненное состояние				
	1	2	3	4	5
1	-	-	12	29	135
	-	-	6,8%	16,5%	76,7%
2	-	-	23	37	249
	-	-	7,4%	12%	80,6%

Примечание: 1 балл – очень плохое (хвои мало, она недоразвита), 2 балла – плохое (хвоя пожухлая, сухая, неравномерная по длине, закрученная или сильно укороченная), 3 балла – удовлетворительное (неравномерное распределение хвои или частичные повреждения), 4 балла – хорошее (равномерное распределение в целом здоровой хвои), 5 баллов – отличное (хвоя густая, интенсивно зеленого цвета, более 2 см в длину)

ста сосны обыкновенной на первой и второй пробных площадях идет равномерно.

Жизненное состояние подростка сосны обыкновенной оценивали по 5-балльной шкале (табл. 3).

Заключение

Наши исследования показали, что и на контрольной, и на опытной пробных площадях идет благополучное естественное восстановление сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.). Но за два года наблюдений количество подростка сосны на контрольной площадке увеличилось на 155%, а на опытной площадке (в непосредственной близости ГПЗ) на 62%. Это говорит о том, что на контрольной площадке (на удаленном расстоянии от антропогенных факторов) возобновление идет лучше, несмотря на большую сомкнутость крон первого древесного яруса.

Анализ высот показал, что средняя высота всходов (однолетние) на контрольной площади меньше, чем на опытной. Это связано в первую очередь с тем, что самосев (2, 3 и 4 годов жизни) меньше пропускает свет, который необходим всходам. В связи с эти высота всходов уменьшается и появляется искривленность стебля. Высота самосева на двух пробных площадках приблизительно одинаковая.

Прирост подростка на пробной площади № 1 (на удаленном расстоянии от промышленных объектов) и на пробной площади № 2 (в непосред-

ственной близости ГПЗ) идет равномерно.

Жизненное состояние подростка на двух пробных площадках хорошее. Хвоя густая, зеленого цвета, более 2 см в длину с редкими высохшими хвоинками.

Таким образом, результаты исследований естественного возобновления сосны обыкновенной показали, что за такой короткий период наблюдений (три года) для целей мониторинга природной среды могут быть использованы только данные учета количества особей. Для получения достоверных показателей по другим параметрам (высота, прирост, жизненное состояние) требуются более длительные наблюдения.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Баранник Л.П. Биоэкологические принципы лесной рекультивации. Новосибирск: Наука, 1988. 81 с.
2. Галецкая Г.А. Влияние антропогенных факторов на возобновление сосны обыкновенной в ленточных борах Алтайского края: автореф. ... дис. канд. с.-х. наук. Барнаул, 2007. 16 с.
3. Горбунов А.С., Цветков П.А. Естественное возобновление в рекреационных сосняках зеленой зоны г. Красноярска // Хвойные бореальной зоны. 2009. Т. XXVI, № 2. С. 244–248.
4. Парамонов Е.Г. Разделение подростка сосны по жизнеспособности // Лесное хозяйство. 1972. № 5. С. 24–25.
5. Побединский А.В. Изучение лесовосстановительных процессов. М., 1966. 59 с.
6. Побединский А.В. Оценка успешности естественного возобновления // Лесное хозяйство. 1969. № 1. С. 29–31.

REFERENCES:

1. Barannik L.P. *Bioekologicheskie printsipy lesnoi rekul'tivatsii* (Bioecological principles of forest reclamation). Novosibirsk: Nauka Publ., 1988. 81 p. (In Russ.).
2. Galetskaya G.A. Influence of anthropogenic factors on the regeneration of Scotch pine in ribbon forests of the Altai Territory: Extended Abstract of Cand. Sci. (agricultural) Dissertation. Barnaul, 2007. 16 p. (In Russ.).
3. Gorbunov A.S., Tsvetkov P.A. Natural regeneration in recreational pine forests of the green zone of Krasnoyarsk. *Khvoinye boreal'noi zony*, 2009, vol. XXVI, no. 2, pp. 244–248. (In Russ.).
4. Paramonov E.G. Division of pine undergrowth according to viability. *Lesnoe khozyaistvo*, 1972, no. 5, pp. 24–25. (In Russ.).

5. Pobedinskiy A.V. *Izuchenie lesovosstanovitel'nykh protsessov* (Study of reforestation processes). Moscow, 1966. 59 p. (In Russ.).
6. Pobedinsky A.V. Evaluation of the success of natural regeneration. *Lesnoe khozyaistvo*, 1969, no. 1, pp. 29–31. (In Russ.).

SCOTS PINE NATURAL RENEWAL AS AN OBJECT
FOR THE NATURAL ENVIRONMENT CONDITION MONITORING
NEAR THE TOWN OF SVOBODNY (AMUR REGION)

R.S. Velikiy

In the vicinity of Svobodny in the Amur Region, there are the world's largest natural gas processing and helium production enterprises. In this regard, the relevance of an objective assessment of the environmental situation is especially important. In the work, the author defines indicator properties of the Scots pine natural regeneration. He gives the analysis of undergrowth parameters in areas with different degrees of anthropogenic load. It is established that the indicators of the number of specimens per unit area, age structure, growth and vitality of Scots pine in the vicinity of Svobodny can have an indicative value for environmental monitoring of the territory.

Keywords: Amur region, Scots pine, bio-indication, natural regeneration.

Reference: Velikiy R.S. Scots pine natural renewal as an object for the natural environment condition monitoring near the town of svobodny (Amur Region). *Regional'nye problemy*, 2023, vol. 26, no. 2, pp. 13–18. (In Russ.). DOI: 10.31433/2618-9593-2022-26-2-13-18.

Поступила в редакцию 10.05.2023

Принята к публикации 13.06.2023