

Сведения о линейном и радиальном годичных приростах насаждений свидетельствуют о формировании пригодных для эксплуатации насаждений из подроста самосева, начиная с 60-80 лет для хвойных пород и 50-60 – для лиственных. Изменение параметров культур сосны свидетельствует о более раннем достижении ими возрастов количественной и технической спелости, что делает целесообразными вопросы лесовыращивания в фонде лесовосстановления. Однако определяющим фактором является высокая величина отпада культур (до 50 %) на ранних стадиях развития (до возраста смыкания – семи лет) при их заглушении лиственными породами

Выводы

Таким образом, в результате исследований выявлено, что лесные культуры сосны и ели на начальном этапе развития, до возраста смыкания крон, испытывают негативное воздействие со стороны самосева, определяющее низкие показатели линейного (сосна – 0,1645 м/год, ель – 0,2101 м/год) и радиального прироста (сосна – 0,1 см/год, ель – 0,1696 см/год), а также высокую степень изреживания культур (50 %). После периода смыкания самосев вступает в конкурентное взаимодействие между собой, а выжившие, наиболее устойчивые растения культур демонстрируют возрастание показателей прироста по высоте и диаметру, превосходящих аналогичные показатели для представителей самосева. Однако низкий процент выживаемости культур (менее 10 %) в дальнейшем будет определять насаждение как естественное с участием пород искусственного происхождения.

Основными мероприятиями по снижению отпада культур в результате заглушения лиственными породами является проведение рубок прочистки и прореживания на лесокультурных площадях.

Для дальнейшего изучения фактической роли лесных культур в формировании качественной структуры древостоев Среднего Приангарья требуется проведение сравнительного анализа естественных насаждений и пород искусственного происхождения. Результаты такого исследования могут служить ос-

нованием для решения научной задачи определения влияния лесохозяйственных мероприятий по уходу за культурами на сокращение сроков лесовыращивания древостоев с заданными параметрами сортиментной и товарной структуры в условиях эксплуатационных лесов Приангарья.

Литература

1. Савченкова В.А. Моделирование взаимосвязи лесовосстановительного процесса и проективного покрытия лесных травянистых растений на вырубках Приангарья // Успехи современного естествознания. 2011. № 3. С. 65-70.
2. Ведерников И.Б., Рунова Е.М. Факторы устойчивости хвойных boreальных лесов Среднего Приангарья к сукцессионным процессам // Вестн. Моск. гос. ун-та леса – Лесной вестник. 2012. № 1 (84). С. 127-131.
3. Рунова Е.М. Ведерников И.Б., Гребенюк А.Л. Обоснование принципов выделения экологических коридоров в лесах Приангарья // Вестн. Крас. гос. агр. ун-та. 2009. № 11 (38). С. 83-87.
4. Гринько О.И., Ведерников И.Б. Особенности лесовосстановительных процессов хвойных лесов Среднего Приангарья // Леса Евразии – Польские леса: материалы IX междунар. конф. молодых ученых, посвященной 145-летию со дня рождения профессора И.К. Пачоского. М., 2009. С. 29-31.
5. Ведерников И.Б., Рунова Е.М. Использование нечетко-кластерных алгоритмов при установлении экологической ценности лесных земель // Вестн. Крас. гос. агр. ун-та. 2010. № 12 (51). С. 63-69.

References

1. Savchenkova V.A. Modeling of interrelation for the reforestation process and a project cover of forest herbaceous plants on cutting places of the Angara region // Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya. 2011. № 3. S. 65-70.
2. Vedernikov I.B., Runova E.M. The stability factors of coniferous boreal forests to succession processes in the Middle Priangar'ye // Vestnik KrasGAU. 2012. № 1 (84). S. 127-131.
3. Runova E.M., Vedernikov I.B., Grebenyuk A.L. Justification for the ecological corridors allocation principles in the Angara Region forests // Vestnik KrasGAU. 2009. № 11 (38). S. 83-87.
4. Grin'ko O.I., Vedernikov I.B. Features of the reforestation processes of coniferous woods in the Middle Priangar'ye // Lesa Evrazii-Pol'skie lesa: materialy IX mezhdunar. konf. molodykh uchennykh. M.: MSFU, 2009. S. 29-31.
5. Vedernikov I.B., Runova E.M. Using fuzzy-cluster algorithms in the determining the environmental value of wooded lands // Lesnoy vestnik. 2010. № 12 (51). S. 63-69.

УДК 630*231

Лесоводственная оценка сосновых насаждений в условиях длительного техногенного загрязнения

С.А. Чжан^а, О.А. Пузанова^б, Л.А. Чжан^с

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

^аschzan@rambler.ru, ^бrunova@rambler.ru, ^сschzan@rambler.ru

Статья поступила 12.01.2013, принята 10.04.2013

Проблема охраны окружающей среды в связи с изменением объема техногенных выбросов в атмосферу с каждым годом становится все более актуальной, однако проводится очень мало исследований по влиянию длительного воздействия техногенного пресса на динамику состояния лесов. В сложившейся ситуации требуются определение состояния лесов, выявление критериев и индикаторов диагностики жизнестойкости деревьев и древостоев, система комплексного мониторинга лесов, включающая не только наблюдения за биологической составляющей, но и исследование факторов техногенного воздействия.

В связи с этим проблема комплексной оценки состояния лесных экосистем вокруг города Братска, подверженных длительному техногенному воздействию, является актуальной. На основании данных наблюдения за состоянием древостоев на постоянных пробных площадях и оценки уровня загрязнения прослеживается снижение уровня деградации насаждений, т. е. увеличение среднего балла категории состояния в последнее время идет не столь интенсивно, как прежде, что свидетельствует о некоторой стабилизации состояния насаждений. Высокая концентрация промышленных предприятий, загрязняющих атмосферу наиболее токсичными для растений фтористыми эмиссиями, а также серосодержащими соединениями, окислами азота и хлором, привела к усыханию насаждений на обширной площади. В силу этих обстоятельств в районе Братска, на различном удалении от предприятий-загрязнителей, был заложен ряд постоянных пробных площадей, на которых велись детальные исследования динамики степени угнетения деревьев в результате химического воздействия этих предприятий.

Ключевые слова: техногенное воздействие, промышленное загрязнение, таксационные показатели, древостои, пробные площади.

Pinery silvicultural evaluation under long-term technological pollution

S.A. Zhang^a, O.A. Puzanova^b, L.A. Zhang^c

Bratsk State University, 40 Makarenko st., Bratsk, Russia

^aschzan@rambler.ru, ^brunova @ rambler.ru, ^cschzan@rambler.ru

Received 12.01.2013, accepted 10.04.2013

Due to the change in amount of anthropogenic emissions into the atmosphere, the environmental problem is becoming more and more urgent from year to year. However, very few studies are conducted on the effect of a long-term effect of anthropogenic pressure on the forests state dynamics. Under the circumstances, it is necessary to assess the forests state, identify the criteria and indicators for diagnosis of trees and forest stands viability, integrated forest monitoring system, which includes not only the monitoring of the biological component, but also the industrial impact factors. In this connection, the problem of forest ecosystems integrated assessment around the town of Bratsk subject to a long-term technological impact is absolutely urgent. Based on the observation of the forest stands state on permanent inventory plots and assessment of the level of pollution, the decrease in plantations degradation level is observed, i.e. the increase in the average score of the category of state is not as intense now as it was before, being indicative of some stabilization in plantings state. High concentration of industrial enterprises polluting the atmosphere with the most toxic to plants fluoride emissions as well as sulfur-containing compounds, nitrogen oxides and chlorine have led to drying out of plantations over a large area. Under the circumstances, a number of permanent inventory plots located at different distance from the polluters were laid out, where the detailed studies of the dynamics of the trees suppression degree as a result of the chemical action of these enterprises in the town of Bratsk were carried out.

Keywords: technological impact, industrial pollution, taxation parameters, stands, sample areas.

Несмотря на существенную научную проработку проблемы взаимодействия лесных экосистем и атмосферных загрязнителей, остались не до конца выясненными закономерности пространственного распределения выбрасываемых химических компонентов в различных элементах лесных экосистем, вопросы оценки степени загрязнения лесов многокомпонентными выбросами и связи состояния насаждений с уровнем снижения содержания техногенных веществ. В конце 90-х годов в связи со значительным спадом производственных мощностей на промышленных предприятиях появляются научно-исследовательские работы о динамике растительных сообществ после прекращения или частичного и значимого снижения техногенного давления [Черненко, 2002; Залесов и др., 2002; Ганичева и др., 2004].

Изучаемые насаждения в районе г. Братска Иркутской области (молодняки, спелые, перестойные сосняки и производные насаждения в равнинных типах леса) подвергались выбросам алюминиевого завода и лесопромышленного комплекса (твердые и газообразные фтористые соединения, диоксид серы, оксиды азота и сероводород) с годовым объемом более 200 тыс. т.

Методика работ предусматривала комплекс полевых и лабораторных методов лесоводственно-таксационных исследований.

Пробные площади были заложены в средневозрастных, приспевающих и спелых древостоях в соответствии с требованиями ОСТ-56-69-83. Лесоводственно-таксационную характеристику насаждений на пробных площадях давали на основании общепринятых в лесном хозяйстве методик [Анучин, 1977; Шевелев, 2004; ОСТ-56-81-84].

Визуальный метод определения состояния учетных деревьев основан на их распределении по классам Крафта, категориям состояния деревьев на пробных площадях.

На основании данных наблюдения за состоянием древостоев на постоянных пробных площадях и оценки уровня загрязнения прослеживается снижение уровня деградации насаждений. То есть, увеличение среднего балла категории состояния в последнее время идет не столь интенсивно, как прежде, что свидетельствует о некоторой стабилизации состояния насаждений. Высокая концентрация промышленных предприятий, загрязняющих атмосферу наиболее токсичными для растений фтористыми эмиссиями, а также серосодержащими соединениями, окислами азота и хлором, привела к усыханию насаждений на обширной площади. В силу этих обстоятельств в районе города Братска, на различном удалении от предприятий-загрязнителей, был заложен ряд постоянных пробных площадей, на

которых велись детальные исследования динамики степени угнетения деревьев в результате химического воздействия этих предприятий.

В результате совмещения картосхем по содержанию фтора в хвое древостоев выявлены три зоны и установлены характеристики этих зон.

Зона I (экстремальное загрязнение древостоев) имеет вытянутую конфигурацию по направлению преобладающих ветров, с Ю-З на С-В. Содержание фтора в хвое свыше 8 мг/кг, средний балл категории состояния 2,3. В Ю-В направлении зона заканчивается и граничит с санитарной зоной алюминиевого завода. Средний радиус зоны составляет 5-6 км.

Зона II (сильное загрязнение древостоев). В эту зону входят древостои, интенсивно накопившие твердые и

растворимые загрязнители. Содержание в хвое фтора – 2-8 мг/кг, средний балл категории состояния 1,8. Эта зона имеет сильно вытянутую конфигурацию и значительную площадь, т. е. можно отметить, что почти вся обследованная территория может быть отнесена ко второй зоне. Максимальная протяженность зоны с Ю-В на С-З составляет около 60-70 км, ширина – около 30 км.

Зона III (слабое загрязнение древостоев) не имеет четко выраженной конфигурации, т. к. не найдены пробные площади, которые можно отнести к условно чистым или фоновым зонам.

По результатам исследований по каждой пробной площади были определены средние таксационные показатели древостоев (таблица 1).

Таблица 1

Средние таксационные показатели сосновых древостоев по зонам загрязнения

| Зона загрязнения | Диаметр, см | Высота, м | Возраст, лет | Балл категории состояния | Тип леса |
|-------------------------------------|-------------|-----------|--------------|--------------------------|-----------|
| 1 – зона экстремального загрязнения | 20±0,6 | 15 ± 0,3 | 57 | 2,7 | Срт., бр. |
| 2 – зона сильного загрязнения | 22±0,8 | 17 ± 0,5 | 71 | 1,9 | Срт., бр. |
| 3 – зона слабого загрязнения | 25±0,6 | 18 ± 0,6 | 62 | 1,5 | Срт., бр. |

На основании исследований результатов состояния древостоев можно сделать следующие выводы: под влиянием техногенного воздействия ускоряются процессы распада приспевающих и спелых древостоев, что является свидетельством ярко выраженной техногенной сукцессии.

Под влиянием длительного воздействия промышленных выбросов нарушается корреляция между высотой и диаметром сосновых насаждений.

Зависимости между высотой и диаметром насаждений: в зоне *экстремального загрязнения*:

$$H_1 = 0,18D_1^2 + 0,09D_1 - 2,84 ;$$

в зоне *сильного загрязнения*:

$$H_{11} = 0,19D_{11}^2 + 0,08D_{11} - 2,89 ;$$

в зоне *слабого загрязнения*:

$$H_{11} = 0,19D_{11}^2 + 0,08D_{11} - 2,85 .$$

В таблице 2 представлены данные высоты и диаметра ствола деревьев для зон различного загрязнения и для табличных значений.

Таблица 2

Зависимость между высотой и диаметром насаждений

| Диаметр, см | Высота, м | | | |
|-------------|--|---|-------------|-------------|
| | табличные данные для сосны III разряда высот | модельные деревья по зонам / отклонение от табличных значений | | |
| | | I | II | III |
| 14 | 15,8 | 13,1 / -2,7 | 14,6 / -1,2 | 15,2 / -0,6 |
| 16 | 16,4 | 14,3 / -2,1 | 15,5 / -0,9 | 16,0 / -0,4 |
| 18 | 17,6 | 15,4 / -2,2 | 16,2 / -1,4 | 16,9 / -0,7 |
| 20 | 18,8 | 16,2 / -2,6 | 17,3 / -1,5 | 18,6 / -0,2 |
| 22 | 19,9 | 17,2 / -2,7 | 18,4 / -1,5 | 19,2 / -0,7 |
| 24 | 20,7 | 18,9 / -1,8 | 19,8 / -0,9 | 20,2 / -0,5 |
| 26 | 21,5 | 19,4 / -2,1 | 20,2 / -1,3 | 21,0 / -0,5 |
| 28 | 22,0 | 20,5 / -1,5 | 21,4 / -0,6 | 20,0 / -2,0 |
| 30 | 22,6 | 21,2 / -1,4 | 21,7 / -0,9 | 22,5 / -0,1 |
| 32 | 23,1 | 21,7 / -1,4 | 22,6 / -0,5 | 23,0 / -0,1 |
| 34 | 23,5 | 22,3 / -1,2 | 23,0 / -0,5 | 23,4 / -0,1 |
| 36 | 23,9 | 22,8 / -1,1 | 23,4 / -0,5 | 23,7 / -0,2 |

Высота насаждений, подверженных воздействию промвыбросов, меньше, чем высота неповрежденных насаждений, на 1,5-2 м. Исключение составляют деревья диаметром 40 см и более. Здесь явное преимущество высоты модельных деревьев перед табличными данными.

Исследования, которые базировались на экосистемном подходе с учетом особенностей реакции сосновых насаждений на техногенное загрязнение, позволили сделать следующие выводы и рекомендации.

1. На основании многолетних наблюдений за развитием сосновых древостоев в зонах действия алюминиевого и целлюлозно-бумажного производств в районе г. Братска прослеживается сукцессия древостоев, связанная с ослаблением и гибелью сосняков, выраженная в распаде материнского полога и формировании основного яруса из средневозрастных древостоев 2-й генерации.

2. Под влиянием техногенного воздействия ускоряются процессы распада перестойных, спелых и приспевающих древостоев, что является свидетельством ярко выраженной техногенной сукцессии. Нарушается корреляция между средней высотой и средним диаметром ($R^2 = 0,345$), резко ухудшается жизненное состояние древостоев (спелые деревья в первой зоне имеют меньшую высоту, чем деревья, расположенные вне зоны воздействия поллютантов, в среднем на 2-5 м и соответствуют IV-V классам бонитета). По среднему баллу категории состояния (от 2,5 до 3) видно, что в целом средневозрастные и приспевающие древостои находятся в сравнительно удовлетворительном состоянии. Четко прослеживается зависимость между средним баллом категории состояния деревьев на пробной площади и расстоянием от источника загрязнения

Литература

1. Чжан С.А. Особенности влияния техногенного загрязнения на хвойные древостои: моногр. Братск: БрГУ, 2010. 116 с.
2. Чжан С.А., Рунова Е.М., Пузанова О.А. Состояние хвойных древостоев в зоне действия алюминиевых производств // Хвойные бореальной зоны. 2008. № 3-4. С. 305-308.
3. Чжан С.А., Рунова Е.М., Пузанова О.А. Оценка устойчивости сосны обыкновенной в зонах аэротехногенного загрязнения по дан-

ным экологического мониторинга // Лесной вестник. 2009. № 1(64). С. 180-183.

4. Чжан С.А. Зонирование лесных экосистем, подверженных длительному техногенезу // Вестн. КрасГАУ. 2011. № 3. С. 73-78.

5. Чжан С.А., Рунова Е.М., Пузанова О.М. Устойчивость древостоев, подверженных длительному аэротехногенезу // Там же. 2010. № 6. С. 74-76.

6. Чжан С.А., Рунова Е.М., Пузанова О.М. Оценка антропогенной сукцессии сосновых древостоев Приангарья // Актуальные проблемы лесного комплекса: сб. науч. тр. по итогам 5-ой междунар. науч.-техн. конф. Брянск, 2004. С. 118-121.

7. Рунова Е.М., Гаврилин И.И., Гаврилина М.К. Переуплотнение почвенного покрова, как индикационный показатель состояния древесных растений в условиях рекреационной нагрузки города Братска // Труды Братского государственного университета: Сер. Естественные и инженерные науки – развитию регионов Сибири. 2012. Т.1. С. 88-92.

8. Чжан С.А., Ащеулова Д.В. Математическая модель лесного массива // Труды Братского государственного университета: Сер. Естественные и инженерные науки – развитию регионов Сибири. 2012. Т.1. С. 42-46.

References

1. Chang S. A. The features of the technogenic pollution impact on coniferous stands: monogr. Bratsk, 2010. 116 s.

2. Chang S. A., Runova E.M., Puzanova O.A. The coniferous stands state in the aluminium plants operating area // Khvoynye borealnoy zony. Krasnoyarsk, 2008. № 3-4. S. 305-308.

3. Chang S. A., Runova E.M., Puzanova O.A. The Pinus sylvestris resistance assessment in the aerotechnogenic pollution areas according to the ecological monitoring data // Lesnoy vestnik. 2009. № 1(64). S. 180-183.

4. Chang S. A. Zoning of forest ecosystems subject to long-term technogenesis // Vestn. KrasGAU. 2011. № 3. S. 73-78.

5. Chang S. A., Runova E.M., Puzanova O.A. The stability of forest stands subject to long-term aerotechnogenesis // Vestn. KrasGAU. Krasnoyarsk, 2010. № 6. S. 74-76.

6. Chang S. A., Runova E.M., Puzanova O.A. The man-made succession assessment of the Priangar'ye coniferous stands // Aktualnye problemy lesnogo kompleksa: sb. nauch. tr. po itogam 5-oy mezhdunar. nauch.-tekhn. konf. Bryansk, 2004. S. 118-121.

7. Runova E.M., Gavrillin I.I., Gavrulina M.K. Soil mantle overstocking as an indicator of woody plants condition under the recreational impact of the town of Bratsk // Trudy Bratskogo gosudarstvennogo universiteta: Ser. Estestvennye i inzhenernye nauki – razvitiyu regionov Sibiri. 2012. T.1. S. 88-92.

8. Chang S. A., Ashcheulova D.V. Mathematical model of the forest area // Trudy Bratskogo gosudarstvennogo universiteta: Ser. Estestvennye i inzhenernye nauki – razvitiyu regionov Sibiri. 2012. T.1. S. 42-46.

УДК.631.41

Влияние водных вытяжек и гуматов из сорных растений на развитие проростков

В.И. Савич^{1, a}, С.Л. Белопухов^{1, b}, Д.Н. Никиточкин^{1, c}, В.В. Верхотуров^{2, d}

¹Российский государственный аграрный университет им. К.А. Тимирязева, ул. Тимирязевская 49, Москва, Россия

²Иркутский государственный технический университет, ул. Лермонтова 83, Иркутск, Россия

^ainfo@timacad.ru, ^bbelopuhov@mail.ru, ^cinfo@timacad.ru, ^dvervv@mail.ru

Статья поступила 08.01.2013, принята 22.04.2013

Исследовалось влияние водных и щелочных вытяжек из корневых и надземных частей крапивы, клена, бодяка, сныти, дудника, лебеды, ядовитого растения аконита, выращенных на дерново-подзолистой, хорошо окультуренной почве. В дальнейшем оценивалось влияние полученных фильтратов на развитие проростков кресс-салата в разбавлении $1 \cdot 10^{-5}$ – $1 \cdot 10^{-20}$ в течение четырех дней и влияние данных экстрактов на развитие корней при укоренении черенков черной смородины в течение 60