

УДК 581

## СИСТЕМА МОНИТОРИНГА БИОТИЧЕСКИХ КОМПОНЕНТОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ (ЛЕСНЫХ ЗЕМЕЛЬ)

© 2016 Т.А. Лебедева

Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург

Статья поступила в редакцию 19.05.2016

Дано обоснование необходимости включения мониторинга биотических компонентов окружающей среды в систему государственного экономического мониторинга, рассмотрены натуральные показатели средоформирующих функций лесных земель и основные факторы воздействия на биотические компоненты лесных земель. Для региона Среднего Урала представлены результаты мониторинга по изменению биотических компонентов и прогноз изменения средоформирующего потенциала лесных земель (водорегулирующей функции) при различных сценариях развития лесов.

Ключевые слова: мониторинг, окружающая среда, биотический компонент, лес, земли, экосистема, коренной древостой, производный древостой, экологическая функция

Совершенствование системы экологического мониторинга является важной составной частью в реализации концепции экологически устойчивого развития территории. Окружающая среда, включающая лесные экосистемы (лесные земли), является основой жизни общества. Фундаментальные научные и практические работы по мониторингу окружающей среды выполнены под руководством Ю. Израэля [5]. Государственный мониторинг земель согласно «Земельного кодекса РФ» (статья 67) является частью государственного экологического мониторинга и представляет собой систему наблюдений, оценки и прогнозирования, направленных на получение достоверной информации о состоянии земель, об их количественных и качественных характеристиках, об их использовании и о состоянии плодородия почв. Реализация Концепции устойчивого развития территорий, обеспечение экологической безопасности, формирование «зелёной» экономики требует приоритетного учёта природного аспекта. Так, Н.П. Чуркин [14] отмечает: «... в состав подсистем Единой системы государственного экологического мониторинга (государственного мониторинга окружающей среды) не включена подсистема «Государственный мониторинг биотических компонентов окружающей среды», предусматривающая: наблюдение за факторами, воздействующими на биотические компоненты и состояние растительного и животного мира; оценку фактического состояния биоты (видовой состав, численность, пространственное распределение, сезонные колебания и т.п.); прогноз состояния биоты. Эти пробелы необходимо восполнить».

Необходимость совершенствования и формирования системы мониторинга лесных земель (лесных экосистем) вызвана следующими причинами:

- возрастающей экологической значимостью лесных земель как основы биотической регуляции окружающей среды на данной территории;
- незаменимостью лесных земель (лесов) как главного поглотителя и нейтрализатора промышленных загрязнений воздуха, почвы, воды на техногенно освоенных территориях; на Среднем Урале в год в атмосферу поступают 1,6-1,9 млн. м<sup>3</sup> загрязнений;

*Лебедева Татьяна Анатольевна, кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры геодезии и кадастров. E-mail: taranova@ukr.net*

– увеличивающимися интересами землепользователей (природопользователей) в переводе земель лесного фонда в земли иных категорий и в иные виды пользования; главным образом, под застроенные территории;

– недостаточным существующим научно-методическим обеспечением мониторинга лесных земель, не отражающим в полной мере общественную значимость природно-ресурсного потенциала лесных земель;

– мониторинговые и оценочные работы по лесным землям в настоящее время не соответствуют современным положениям Концепции устойчивого развития территорий.

Методология мониторинга лесных земель состоит в [10]:

– обосновании высшего приоритета сохранения и восстановления лесных земель (лесов) при реализации Концепции устойчивого развития территорий;

– учёте широкопространственных и долговременных последствий природо-земле-лесопользования.

Научно-технологические принципы мониторинга и комплексной оценки лесных земель на интенсивно осваиваемых территориях включают:

– фиксацию и сбор, накопление и систематизацию натуральных показателей лесных земель в процессе их длительного хозяйственного (промышленного) использования;

– представление информации в соответствии с административно-территориальным и природно-климатическим делением фонда лесных земель, экологическим состоянием растительности, почв, воды с учётом влияния накопленного вреда, особенностями экономического развития территории и социальных потребностей.

Система мониторинга биотических компонентов окружающей среды (лесных земель) должна включать:

– наблюдения за природными и антропогенными факторами, воздействующими на биотические компоненты лесных земель (глобальные изменения температуры, содержание CO<sub>2</sub> в воздухе атмосферы, ионизация кислорода воздуха, осадки и распределение речного стока, рубки леса и загрязнения лесных земель);

– оценку (в натуральных показателях) состояния биотических компонентов лесных земель (уровни биоразнообразия, видовой состав древостоев,

пространственное расположение участков лесных земель, распространение болезней и вредителей леса и другие характеристики лесных земель);

– прогноз состояния биотических компонентов лесных земель под влиянием природных и техногенных воздействий и рисков.

Биотические компоненты окружающей среды – растительный (флора) и животный (фауна) мир; в лесных экосистемах (на лесных землях) это:

- древесный и кустарниковый ярусы;
- напочвенный покров (травы, мхи, лишайники);
- почва (растительные и животные микроорганизмы);

– лесная фауна.

В нашей работе в основном рассматриваются древесный, кустарниковый и напочвенный покровы. Биотические компоненты лесных земель в процессе мониторинга характеризуются натуральными показателями; при последовательном развитии системы мониторинга характеристика биотических компонентов может дополняется экономическими эквивалентами и критериями экономической оценки [8, 9]. В табл. 1 приведены основные показатели ресурсного и экологического потенциала лесных земель.

**Таблица 1.** Натуральные показатели средоформирующих функций лесных земель (лесов), используемые для их оценки

Средоформирующие функции лесных земель (лесов)	Натуральные показатели функций (качественные и количественные)
поддержание состава атмосферного воздуха	Средние периодические приросты древесины. Коэффициенты соизмерения прироста фитомассы отдельных компонентов лесонасаждений. Способность поглощать CO <sub>2</sub> и выделять O <sub>2</sub> . Коэффициенты, корректирующие эту способность. Объёмный вес древесины.
водоохранно-водорегулирующая	Высота древостоев. Коэффициенты, корректирующие рельеф и заболоченность водосбора, породу деревьев, возраст лесонасаждения, его полноту и бонитет.
климаторегулирующая	Скорость ветра, температура и влажность воздуха и почвы, испарение влаги с поверхности почвы, количество заморозков, накопление снега, атмосферное давление (определяются коэффициентами в зависимости от характеристик леса, опушки и прилегающей территории).
почвообразующая	Средний запас и товарная ценность древесины различной биопродуктивности. Коэффициенты снижения среднего запаса и товарной ценности древесины при нарушении почв.
средозащитные функции (воздухоочистительная, почвозащитная, водоочистительная).	Способность лесной растительности поглощать из атмосферы воздуха газообразные, аэрозольные загрязнения и пыль. Способность напочвенного покрова и воды задерживать загрязнения. Способность лесной растительности противостоять разрушению (водной эрозии) почв.
ресурсорезервационная	Показатели особо защитных участков леса по воспроизводству лесной растительности и лесной фауны.
информационная	Показатели отдельных участков лесных земель (по сохранению информации на генетическом, видовом и экосистемном уровнях).

**Факторы воздействия на биотические компоненты лесных земель.** Основными природными факторами воздействия на биотические компоненты лесных земель являются изменение температуры поверхности Земли, содержание углекислого газа в воздухе атмосферы, осадки; основные антропогенные факторы воздействия – рубки лесов, загрязнение компонентов лесных экосистем (воздуха атмосферы, растительности, почвы, воды). В настоящее время в сознании общества большой интерес вызывает тема глобальных климатических изменений [4]. В соответствии с докладом Росгидромета [1] среднегодовая температура приземного воздуха в России растёт значительно быстрее, чем в других местах Земли. Например, за последние 100 лет (1907-2006 гг.) по данным «доклада Росгидромета» (2014) потепление в целом по России составило 1,29°C при среднем глобальном потеплении (согласно Четвертому оценочному докладу МГЭИК) 0,74°C. Причём интенсивность глобального потепления значительно выросла за последние десятилетия. Средняя скорость роста температуры в 1976-2006 гг. составила в России 0,430°C за десятилетие, в то время как в предыдущий период – 0,130°C за десятилетие.

По данным МГЭИК, в северном полушарии количество осадков в XX веке увеличилось на 5-10%. На Северном Урале (метеостанция «Троицко-Печерское») количество осадков за период с 1889 г. повысилось на 25-30% [2]. Увеличение суммы осадков произошло, в основном, за счёт роста зимних осадков; в направлении

с запада на восток рост зимних осадков составил от 4-6% до 7-9%. Величина накопленной массы снега в северных регионах России увеличивается на 2-4%. Режим осадков в тёплый период времени (май – сентябрь) изменился в меньшей степени. Годовой объём речного стока в северных регионах увеличился на 5-40%; причём максимальное значение роста зимнего стока может достигать 60%, а летнего – 20% [1].

**Изменение состояния биотических компонентов лесных земель (лесов).** Воздействие природопользования на изменение состояния древостоев выражается в смене коренных лесов условно-коренными и производными типами насаждений. Условно-коренные насаждения формируются либо из подроста, либо при последующем возобновлении. Производные (лиственные) насаждения подразделяют на коротко-, длительно- и устойчивопроизводные. К первым относят смешанные хвойно-лиственные насаждения, в которых временная смена части хвойных материнских деревьев лиственными возможна за период жизни одного поколения лиственных пород. Под пологом этих насаждений обычно обилён подрост хвойной породы. По мнению Н.И. Теринова и В.Г. Туркова [13], в горных районах Урала короткопроизводные хвойно-лиственные насаждения формировались после первой вырубki коренных темнохвойных лесов.

Повторные рубки условно-коренных хвойных насаждений на Среднем Урале чаще всего приводили к формированию длительно- и устойчиво-производных

лиственных насаждений [6, 12]. Под длительно-производными понимают насаждения, в которых хвойный древостой сменился лиственным с сохранением, однако для хвойной породы потенциальных возможностей восстановления роли главной лесобразующей породы за пределами жизни первого поколения лиственных. Этому способствует наличие под пологом лиственных пород удовлетворительного хвойного подростка. Через одно-два поколения такие насаждения переходят из категории длительно-производных сначала в категорию коротко-производных смешанных хвойно-лиственных, а затем и в хвойные насаждения условно-коренного типа. Следовательно, в длительно-, а тем более в коротко-производных насаждениях лиственные породы преобладают в древостое временно и рано или поздно будут вытеснены хвойными. Но по данным Н.И. Теринова и В.Г. Туркова [13], продуктивность таких насаждений значительно меньше первоначальных коренных лесов. Именно по этой причине большинство существующих хвойных насаждений (модальных), по данным Р.П. Исаевой [6], на 20-30% ниже по продуктивности эталонных (оптимальных) насаждений.

Устойчиво-производные лиственные насаждения слагаются из лиственных насаждений, не имеющих предпосылок к эволюции хвойных лесов естественным путем [7]. Из лиственных пород, формирующих производные леса, ведущая роль принадлежит

берёзе. Около трети вырубаемых площадей хвойных лесов на Среднем Урале возобновляется главным образом берёзой [10]. По данным Н.И. Теринова и В.Г. Туркова [13], в настоящее время на Среднем Урале коренные (девственные) хвойные древостои в горной части Среднего Урала на 50% замещены условно-коренными. В низкоромье Среднего Урала в настоящее время соотношение различных видов лесного покрова примерно таково:

- коренные леса сохранились лишь на отдельных участках – менее 1% от общей площади лесного фонда; наиболее значительный их массив находится на территории Висимского заповедника и заповедника «Денежкин камень»;
- условно-коренные мелколиственно-хвойные – 26-30%;
- производные мелколиственные леса, не менее трети которых развивается по пути длительно-восстановительных смен – 40-45%;
- вырубки и гари – 10%;
- послелесные луга – 5%.

При определении общего для значительной территории природно-ресурсного потенциала лесов за длительный период времени важна представленность различных типов лесовосстановительной динамики. Для условий Среднего Урала она определена Р.П. Исаевой (табл. 2).

**Таблица 2.** Соотношение типов лесовосстановительных смен по лесорастительным подзонам на Среднем Урале (Исаева, 1995), %

Лесорастительная подзона	Коренные хвойные леса	Производные лиственные леса		
		коротко-	длительно-	устойчиво-
северная тайга	80	10	10	–
средняя тайга	60	30	8	2
южная тайга	55	25	15	5
смешанные широколиственно-хвойные леса	50	10	10	30
смешанные предлесостепные сосново-берёзовые леса	45	5	10	40

**Таблица 3.** Распределение покрытой лесом площади Свердловской области по группам возраста и древесным породам в динамике, %

Год	Древесные породы	Покрытая лесом площадь, %	Группы возраста				
			молодняки		средне-возрастные	приспевающие	спелые
			I класса	II класса			
1961	Всего, в том числе	100	13,4	9,7	13,3	9,1	54,5
	- хвойные	63,9	7,2	3,2	6,8	6,6	40,1
	- лиственные	36,1	6,5	6,5	6,5	2,5	14,1
1983	Всего, в том числе	100	16,6	14,2	26,9	9,7	32,6
	- хвойные	64,6	10,9	8,5	13,5	6,8	24,9
	- лиственные	35,4	5,7	5,7	13,4	2,9	7,7
1998	Всего, в том числе	100	12,0	15,0	31,8	11,3	29,9
	- хвойные	61,7	7,9	9,9	15,4	6,9	21,6
	- лиственные	38,3	4,1	5,1	16,4	4,4	8,3
2003	Всего, в том числе	100	14,2	18,3	29,7	9,6	28,2
	- хвойные	55,6	9,4	12,0	11,7	3,8	18,7
	- лиственные	44,4	4,8	6,3	17,9	5,9	9,5
2014	Всего, в том числе	100	15,3	16,4	32,4	9,8	26,1
	- хвойные	52,1	7,4	8,1	15,9	4,7	16,3
	- лиственные	47,9	7,9	8,3	16,5	5,1	10,2

**Оценка состояния биотических компонентов лесных земель (лесов).** Мозаичность пространственной структуры лесов усиливают факторы, полностью (сплошные рубки, пожары) или частично (ветровалы, низовые пожары, несплошные рубки) разрушающие древостой. Они изменяют возрастную структуру древостоев по сравнению с возрастной динамикой, характерной для процессов естественного функционирования лесов во времени. Данные о динамике изменения относительных площадей (долей в %) лесов различных групп возраста на территории Свердловской области в период с 1961 по 2014 г. приведены в табл. 3.

В период с 1961 г. по 2014 г. на Среднем Урале доля спелых хвойных лесов сократилась с 40 до 16%, лиственных – с 14 до 10%, а в целом доля всех спелых насаждений, т.е. с наилучшими биометрическими параметрами, определяющими климаторегулирующий и водоохранно-водорегулирующий потенциал лесных

земель – с 54 до 26%. Одновременно доля молодняков, обладающих наибольшей интенсивностью различных биологических процессов, увеличилась с 24 до 32%, причём в основном за счёт хвойных. На рис. 1 представлены зависимости от возраста высоты древостоев (главный параметр водорегулирующей функции лесных земель) и текущего прироста запаса древесины (главный параметр в поглощении лесными землями  $\text{CO}_2$  и продуцировании  $\text{O}_2$ ).

Необходимо также отметить, что суммарная доля лиственных лесов на среднем Урале за период 1961–2014 гг. увеличилась с 36 до 44%, т.е. в среднем в год на 0,2% от площади всех лесов. Интересно, что еще в 1983 г. Н.И. Теринов и В.Г. Турков [1] определили площадь производственных лиственных насаждений в 40–45%, «не менее трети которых развиваются по пути длительно-восстановительных смен».

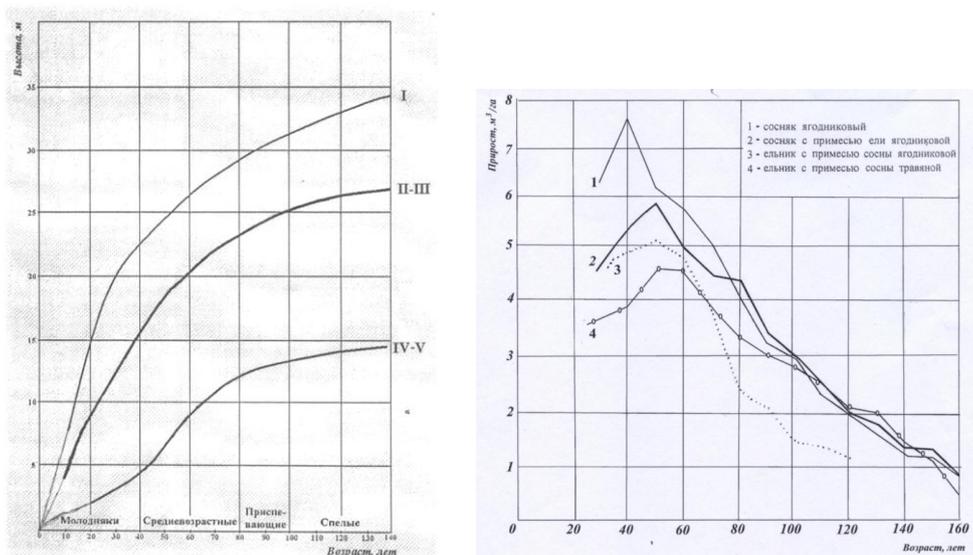


Рис. 1. а) динамика изменения с возрастом высоты хвойных древостоев на Урале (I-V – классы бонитета); б) графики зависимости текущего прироста по запасу древесины от возраста древостоев по типам леса

**Прогноз состояния биотических компонентов лесных земель.** В Институте экологии растений и животных УрО РАН вычислена скорость трансформации лесов, которая составила  $270 \text{ км}^2$  в год. Предполагается, что при такой скорости хвойных северо-таёжных лесов не останется через 55 лет, средне-таёжных – через 40 лет, южно-таёжных – через 60 лет, а восстановление лесов хвойных формаций может произойти в 2145 г. при двух условиях: полном снятии антропогенных факторов (сплошных рубок) и сохранении современной климатической ситуации.

**Выводы:** прогнозные расчёты по определению величины подземного стока, учитывающие пространственно-временную динамику и изменение состояния лесных земель (лесопокрываемых водосборов) Среднего Урала, показывают, что:

- при существующей ситуации средняя величина годового подземного стока будет составлять 14560 млн.  $\text{м}^3$  (с площадью 12,97 млн. га);
- при существующей динамике природо- и лесопользования через 50 лет средняя величина годового подземного стока уменьшится в среднем на 14%, что, несомненно, приведёт к негативным изменениям гидрологического режима территории;

- при сохранении площади лесопокрываемых водосборов и восстановлении хвойных лесов в соответствии с их типами произрастания величина подземного стока увеличится в среднем на 18%, что может снизить дефицит водных ресурсов, а главное – позволит улучшить качество воды, что особенно важно в условиях высокого накопленного загрязнения почвенного покрова на Среднем Урале.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Второй оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. – М., Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, 2014. 1008 с. // [http://downloads.igce.ru/publications/OD\\_2\\_2-14/v2014/htm](http://downloads.igce.ru/publications/OD_2_2-14/v2014/htm).
2. Григорьев, А.А. Формирование древостоев в высокогорьях Приполярного Урала под влиянием современного изменения климата / А.А. Григорьев, П.А. Моисеев, З.Я. Нагимов. - Екатеринбург, УГЛТУ, 2012. 176 с.
3. Замолдчиков, Д.Г. Антропогенные и естественные компоненты динамики температуры на территории России // *Использование и охрана природных ресурсов России*. 2013. № 1. С. 36-42.
4. Израэль, Ю.А. Экология и контроль природной среды. – М.: Гидрометиздат, 1984. 560 с.

5. *Исаева, Р.П.* Анализ эколого-экономической оценки лесов Свердловской области // Сб. «Формирование лесного кадастра». – Екатеринбург, 2011. С. 38-41.
6. *Колесников, Б.П.* Лесообразовательные условия и типы лесов Свердловской области (практич. руководство) / *Б.П. Колесников, Р.С. Зубарева, Е.П. Смолоногов.* – Свердловск, изд-во ИЭРИЖ, 1973. 176 с.
7. *Лебедев, Ю.В.* Оценка лесных экосистем в экономике природопользования. – Екатеринбург: Ур РАН, 2011. 574 с.
8. *Лебедев, Ю.В.* Эколого-экономическая оценка биоразнообразия лесных экосистем / *Ю.В. Лебедев, Ю.Ю. Копылова, Н.В. Хильченко* // Экономика природопользования. 2006. № 2. С. 88–99.
9. *Лебедева, Т.А.* Методология и научно-технические принципы мониторинга и комплексной оценки лесных земель на интенсивно-осваиваемых территориях / *Т.А. Лебедева, Е.В. Шпилова* // Сб. мат. XI Межд. науч. конгресса «Интерэкспо Гео-Сибирь. 2015. С. 153-159.
10. *Луганский, Н.А.* Березняки Среднего Урала / *Н.А. Луганский, Л.В. Лысов.* – Екатеринбург: изд-во УрГУ, 1991. С. 99.
11. *Седых, В.Н.* Лесообразовательный процесс. – Новосибирск, Наука, 2009. 164 с.
12. *Смолоногов, Е.П.* Лесообразовательный процесс и проблемы лесной типологии // Лесообразовательный процесс на Урале и в Зауралье. – Екатеринбург, 1996. С. 4-25.
13. *Теринов, Н.И.* Антропогенная динамика горных лесов Среднего Урала / *Н.И. Теринов, В.Г. Турков* // Сб. статей «Эколого-географические и генетические принципы изучения лесов. – Свердловск: УНЦ АН СССР, 1983. С. 158-163.
14. *Чуркин, Н.П.* Бизнес и экология // Природно-ресурсные ведомости. 2013. №9-10.

## MONITORING SYSTEM OF THE ENVIRONMENT BIOTIC COMPONENTS (FOREST LANDS)

© 2016 Т.А. Lebedeva

Ural State Mining University, Ekaterinburg

The need of inclusion the monitoring of environmental biotic components in system of the state economic monitoring is given, natural indicators of environment forming functions of forest lands and major factors of impact on the biotic components of forest lands are considered. For the region of Central Urals results of monitoring for change the biotic components and the forecast of change the environment forming capacity of forest lands (the water regulating function) at various scenarios of forests development are presented.

Key words: *monitoring, environment, biotic component, forest, lands, ecosystem, radical forest stand, derivative forest stand, ecological function*