

ЭКОЛОГИЯ

УДК 634.4

ПОЧВЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ В СИСТЕМЕ УСТОЙЧИВОГО ЛЕСОВОДСТВА

В.Н. Горбачев, Р.М. Бабинцева

Ульяновский государственный университет

Показаны негативные процессы, которые возникают в почвах при рубках леса с использованием тяжелой агрегатной техники. Обоснована необходимость почвенного картографирования в системе устойчивого лесоводства.

Ключевые слова: почва, почвенное картографирование, рубка, устойчивое лесное хозяйство, карта.

Введение. Рациональное ведение лесного хозяйства предполагает неистощительное лесопользование с сохранением всех компонентов лесных экосистем, выполняющих важные экологические функции. Среди них почвенный покров является незаменимым и практически невозстанавливаемым компонентом лесных экосистем и биосферы в целом. Он в значительной степени определяет газовый состав атмосферы, формирует тепловой режим приземного слоя воздуха, т.к. почвы поглощают и отражают солнечную радиацию, принимает участие в регулировании влагооборота в атмосфере; участвует в биохимическом преобразовании верхних слоев литосферы и защищает ее от чрезмерной эрозии; влияет на химический состав гидросферы, принимает непосредственное участие в формировании речного стока и трансформации поверхностных вод в грунтовые, является фактором биопродуктивности лесных экосистем, водоемов и выполняет целый ряд других биогеохимических функций [12–14].

Несмотря на эти важные биосферные и биогеоценологические функции почвенного покрова, в практике лесопользования должное внимание к его изучению и сохранению отсутствует. Чаще всего в материалах лесоустройства можно встретить указание на гранулометрический состав и степень увлажнения почв. Другие свойства почв не принима-

ются во внимание даже при разработке лесохозяйственных мероприятий. Однако современное состояние почвенного покрова лесных территорий, особенно там, где ведутся лесозаготовки, вызывает большое беспокойство. Исследованиями установлено, что хозяйственная деятельность в лесах приводит ко многим негативным процессам в почвенном покрове, таким как – развитие водной эрозии и дефляции, переуплотнение почв, уничтожение лесной подстилки и гумусового горизонта, нарушение их структурного состояния, водного, воздушного и химического режима, потеря гумуса и элементов питания, заболачивание [1, 6, 11].

Объекты исследования – почвенный покров Приенисейской Сибири, бассейны р. Ангары и озера Байкал.

Результаты и обсуждение. Изучение почвенного покрова обширной территории от Енисея до Байкала, где лесная промышленность является одной из приоритетных, показало, что в настоящее время говорить о рациональном лесопользовании здесь не приходится, скорее наоборот, идет бесхозяйственное уничтожение лесов, почвенного покрова и как результат – обмеление и исчезновение малых рек и ручьев, резко снижается биоразнообразие, которое восстанавливается очень медленно, т.е. леса уже не могут выполнять те экологические и биосферные

функции, которые они выполняли до широкомасштабных рубок леса.

Особенно это проявляется при рубке леса на легких по гранулометрическому составу почвах. Выявлено, что при сведении леса в почвах резко нарушается баланс углерода и элементов питания. Так, после рубки сосняков разнотравно-брусничных и толокнянково-брусничных из верхнего гумусового горизонта теряется 70–75 % углерода, 14 % легкогидролизуемого, 20 % аммиачного и более 80 % нитратного азота, 60 % подвижного калия, 17 % обменного кальция и 73 % обменного магния. При распашке дерновых лесных супесчаных почв из-под сосняков злаково-разнотравных потери составили: 10 % легкогидролизуемого, 30 % аммиачного и 25 % нитратного азота, 56 % углерода, 60 % подвижного калия, 40 % обменного кальция и 65 % обменного магния. Рубка березняков крупнотравных на бурых лесных легкосуглинистых почвах приводит к потере 50 % углерода, 37 % легкогидролизуемого и 20 % аммиачного азота [5, 7].

Особое беспокойство вызывают рубки горных лесов в бассейне озера Байкал, сформированных на почвах с низкой противоэрозионной устойчивостью (мерзлотно-таежных, мерзлотных грубогумусных, торфянистых и перегнойных). На вырубках поверхность сильно эродируется, резко падает инфильтрация почв, усиливается поверхностный твердый сток, суммарный размер эрозии в зависимости от крутизны, экспозиции склонов может достигать 10–28 т/км² [17].

Однако даже в условиях относительно равнинного рельефа Приенисейской Сибири рубки леса приводят к сильной эродированности поверхности почв. Площадь лесосеки эродируется на 80–85 % (из них 60 % в сильной степени), а лесная подстилка и верхние горизонты почв уничтожаются почти полностью. В процессе разработки лесосек резко возрастает объемная масса почв (в 1,5–2 раза), что по современным критериям оценивается как экологическое бедствие [19], уменьшается общая пористость и особенно пористость аэрации (в 3–4 раза), т.е. существенно ухудшаются водно-физические свойства почв. Одновременно с ухудшением струк-

туры почв и снижением водопрочности агрегатов меняются условия минерального питания растений – содержание углерода, азота и фосфора снижается в 2 раза [1, 9].

Исследование микрофлоры, проведенное Н.Д. Сорокиным, показало, что на участках, подверженных механическому воздействию, число микроорганизмов по сравнению с контролем резко падает. Общая численность микроорганизмов (МПА+КАА+СА) в верхних горизонтах почвы на контроле в 10–15 раз выше, чем на участках движения лесозаготовительной техники. В звене биоредукторов на сильно эродированных участках снижается относительная доля актиномицетов и споровых бактерий. Все эти показатели свидетельствуют, прежде всего, о различиях водно-воздушного режима на контроле и вырубке. Уплотнение почв и их слабая воздухопроницаемость вызывает угнетение как аэробных, так и анаэробных микроорганизмов. В составе целлюлозоразрушающих микроорганизмов на сильно эродированных участках почти исключается развитие актиномицетов и уменьшается содержание бактерий, тогда как на контроле бактериальные группировки резко доминируют.

Уплотнение почв и снижение мобилизационной активности целого комплекса микроорганизмов, типичных для лесных почв, вызывают в то же время увеличение относительного содержания олигонитрофильных бактерий. Преобладание олигонитрофилов над сапрофитами свидетельствует об ухудшении режима питания в почвах и о труднодоступности питательных веществ как для микроорганизмов, так и для растений.

Резкое уменьшение численности микроорганизмов и, в первую очередь, аммонификаторов, азотфиксаторов, целлюлозоразрушающих бактерий приводит к тому, что почвы вырубок характеризуются резким спадом ферментативной активности и дыхания и, в целом, снижением интенсивности биологического круговорота.

Все перечисленные деструкционные процессы в почвах говорят о резком падении плодородия почв после сведения леса и позволяют прогнозировать снижение продуктивности будущих древостоев [9]. Здесь уме-

стно напомнить, что для восстановления плодородного гумусового горизонта мощностью в 20 см необходимо от 2 до 10 тысяч лет [15].

Такое варварское отношение к лесным почвам – одному из основных компонентов лесной экосистемы – допускать больше нельзя. Нужно изменить стратегию лесопользования и на первое место ставить сохранение леса как экосистемы, выполняющей важнейшие биогеоценотические и глобальные экологические функции на нашей планете. Нельзя забывать, что, согласно материалам Института мировых ресурсов, опубликованным в США в 1997 г., половина естественного лесного покрова Земли уже не существует, при этом значительная часть его была уничтожена в последние десятилетия прошлого века [2].

Применяя новые методы хозяйствования, можно и сохранить лес, и получать от него все необходимое. Для этого нужна подробная инвентаризация лесных ресурсов, что возможно сделать с помощью картографирования, используя новейшие разработки науки. Для организации устойчивого управления лесами картографирование почвенного покрова и его состояния представляется крайне необходимым. При этом масштаб почвенной съемки должен быть разным: на территории лесничества и лесхоза наиболее приемлем масштаб лесоустройства, т.е. 1:25 000 – 1:50 000, в малоосвоенных районах – 1:100 000 – 1:200 000; для областей и краев – 1:300 000 – 1:500 000. На площади лесных питомников, плантаций масштаб почвенной съемки должен быть достаточно крупным – от 1:1000 до 1:5000.

Картографирование почвенного покрова лесных территорий – очень сложная и трудоемкая работа по сравнению с картографированием сельскохозяйственных земель, т.к. лес отличается пространственной неоднородностью на небольших территориях, что обусловлено микрорельефом, а также почвами и их свойствами. Это проявляется в изменчивости растительного покрова в пределах выдела (наличием различных синузий, парцелл, разной полнотой насаждений) и различием в микрорельефе, который в лесу всегда хорошо выражен (наличием бугорков, западин, возвышений, ветровальных ям и т.д.). Поэтому

при почвенном картографировании, кроме топографической основы и плана лесонасаждений, необходимо использовать свежие цветные и спектрзональные аэрофотоснимки.

При картографировании в среднем и мелком масштабе обязательным условием является широкое использование черно-белых, цветных и спектрзональных космических снимков, что значительно ускоряет проведение картографических работ [8, 10].

Для решения вопросов повышения комплексной продуктивности лесного хозяйства, выделения особо охраняемых природных территорий, разработки Красной книги почв должна составляться карта структуры почвенного покрова. Основное назначение карты – показ пространственных закономерностей почвенных сочетаний, комплексов, мозаик, дифференциаций. В основу каждого контура должно быть положено пространственное изображение почвенного покрова, т.е. его структура. Такой подход позволяет с достаточной долей достоверности показать региональную специфику географического распространения почв конкретной территории, взаимосвязи между отдельными компонентами почвенного покрова и их генетическое содержание [18, 20].

При сложном геолого-геоморфологическом строении территории, большом разнообразии материнских и подстилающих пород, специфике растительного покрова, разной степени дренированности почв факторы дифференциации почвенного покрова на отдельных участках будут различны. Это, естественно, будет отражаться на характере структуры почвенного покрова и наборе его компонентов.

На примере Приенисейской Сибири нами выявлено, что лесные фитоценозы, главным образом в ранге групп и серий типов леса, достаточно хорошо индицируют почвенные условия [9]. Так, под сосняками ольховниково-брусничными и разнотравно-брусничными террас и песчаных грив развиты подзолы иллювиально-гумусовые. Сосняки и лиственничники разнотравно-осочковые и бруснично-разнотравные, произрастающие в различных геоморфологических условиях (водоразделы, склоны, террасы рек) на лессовидных карбо-

натных отложениях, а также на бескарбонатных глинах и суглинках, достаточно хорошо индицируют серые и темно-серые лесные почвы, часто со вторым гумусовым горизонтом.

Сосняки кустарничково-разнотравные, травяно-зеленомошные, произрастающие в местах близкого залегания к поверхности грубообломочных пород среднего и основного состава, индицируют дерновые железистые почвы, а сосняки и лиственничники разнотравные и осочковые в районах, где подстилающие породы представлены известняками, указывают на формирование дерново-карбонатных почв.

По поймам, террасам, плоским водоразделам в условиях плохого дренажа под ельниками и кедровниками зеленомошными и крупнотравными развиты дерново-глеевые почвы.

Таким образом, растительный покров является достаточно хорошим индикатором почвенных условий. Однако, рассматривая растительность в качестве индикатора почвенных условий, следует иметь в виду два известных положения: 1) растительность более динамична во времени, чем почва; 2) большие изменения и нарушения в строении и состав лесных экосистем всегда вносили и вносят лесные пожары, а в современных условиях и колоссальная техногенная нагрузка [4]. Поэтому растительность, которая хорошо дешифрируется на аэрофото- и космических снимках, не всегда дает возможность правильно индицировать почвы. Примером могут служить дерново-подзолистые почвы под ельниками и пихтарниками мелкотравно-зеленомошными, а также под сосняками бруснично-зеленомошными и вейниково-разнотравными. В этом случае в качестве индикаторных показателей нужно использовать другие факторы дифференциации почвенного покрова – рельеф, материнские и подстилающие породы, степень дренажа и т.д.

Исследования структуры почвенного покрова показали, что разнообразие почвенных комбинаций подчиняется определенным закономерностям и зависит, в основном, от различий тектонических условий, геоморфологического строения, литологии пород и растительного покрова. При этом растительность, как показатель дифференциации поч-

венного покрова, ввиду частых сукцессий на уровне идентификации сложных структур почвенного покрова проявляет себя слабее других показателей и только при резко контрастных экологических условиях по нескольким параметрам (рельефу, материнским породам, условиям увлажнения) может служить основой для выделения тех или иных структур почвенного покрова. Чем больше отличаются между собой соседние структуры почвенного покрова, тем достовернее растительность их индицирует.

Для решения многих задач устойчивого лесоводства одной почвенной карты или карты структуры почвенного покрова явно недостаточно. На их основе необходимо составлять серию почвенно-экологических карт (карты запасов гумуса, азота, фосфора, калия, обменных оснований, кислотности, лесорастительных свойств почв, нарушенности почвенного покрова (почвенно-эрозионная карта). Нарушенность почвенного покрова можно определять по разработанной нами шкале (табл. 1).

При составлении критериев экологической нарушенности почв на участках, подверженных рекреационным нагрузкам, мы воспользовались стадиями дигрессии, выделенными Н.С. Казанской, В.В. Ланиной и Н.Н. Морфениным [16], а также коэффициентом рекреации (K_p), предложенным С.А. Генсируком с соавторами [3].

Почвенно-экологические карты, наряду с таксационными характеристиками древостоев и другими тематическими картами (карта типов леса, карта экологической нарушенности лесов, карта эколого-хозяйственного зонирования водосборных бассейнов), должны служить основой для планирования и проведения различных лесохозяйственных мероприятий: способов рубки леса и ее технологий; разработки приемов по содействию естественному возобновлению, а на плохо возобновляемых территориях – подбору древесных пород для искусственного лесовосстановления в соответствии с лесорастительными свойствами почв; с учетом почвенных условий должны разрабатываться лесохозяйственные мероприятия по предотвращению возможного заболачивания

вырубок; планируются осушение заболоченных лесных почв и наиболее целесооб-

разное использование болот после их осушения.

Таблица 1

Шкала экологической нарушенности почвенного покрова

Категории нарушенности	Источники нарушения	Состояние почвенного покрова
Ненарушенные	Отсутствуют	Нормальное
Слабо нарушенные	Лесные пожары	Нарушена лесная подстилка: уничтожены подгоризонты O1 – слой лесного опада и O2 – слой ферментации
	Лесозаготовки	Уничтожена лесная подстилка на 50 %, плотность почвы увеличена в 1,1 раз
	Рекреация	Намечаются тропинки, которые занимают не более 5 % площади, начинается вытаптывание подстилки и проникновение опушечных видов под полог леса. Кр – 0,1
Средне нарушенные	Лесные пожары	Полностью уничтожена лесная подстилка
	Лесозаготовки	Полностью уничтожена лесная подстилка; гумусовый горизонт нарушен на 50–70 %; плотность почвы увеличена в 1,2 раза
	Рекреация	Выбитые участки занимают до 10–15 % площади. Мощность подстилки заметно уменьшена. Происходит внедрение луговых и сорных видов под полог леса. Всходы ценообразующих пород встречаются единично. Кр – 0,2–0,3
Сильно нарушенные	Лесные пожары	Полностью уничтожена лесная подстилка и выгорела значительная часть гумуса в гумусовом горизонте
	Лесозаготовки	Полностью уничтожена лесная подстилка и гумусовый горизонт; плотность почвы увеличена более чем в 1,3 раза. Развиваются процессы дефляции и водной эрозии
	Рекреация	Лесной биоценоз представлен куртинами подроста на фоне тропичной сети и полян. Разрастаются луговые травы, происходит задернение почвы. Кр – 0,4–0,6
Разрушенные	Лесные пожары	Исключаются, по причине отсутствия лесной растительности
	Лесозаготовки	Почвенный покров почти полностью деградирован благодаря интенсивному развитию процессов дефляции и водной эрозии
	Рекреация	Значительная часть площади лишена растительности, сохраняются лишь фрагментами сорняки. Выбитая площадь увеличивается до 60–100 %. Подрост древесных пород практически отсутствует. Все сохранившиеся растения больные или с механическими повреждениями, часто с выступающими на поверхность корнями. Кр – 0,6 и более

Опыт такой работы у нас имеется. При выполнении международного проекта (по линии INTAS) «Альтернативное лесоводство в бассейне р. Мурмы», который предусматривал планирование и ведение лесного хозяйства на бассейновой основе, была составлена почвенная карта, выявившая большое разнообразие почв в бассейне. Последующее эколого-хозяйственное зонирование территории бассейна с использованием этой карты позволило, наряду с хозяйственно важной зоной (эксплуатационной), выделить и экологически важные зоны со щадящим режимом главного пользования или полным его запретом (заболоченные участки; территории с мелкими каменисты-

ми почвами; крутые части склонов и т.д.), водоохранную зону [21].

Таким образом, картографирование почвенного покрова является необходимым условием эффективности устойчивого (неистощительного) лесопользования, которое предполагает сохранение биосферных и сырьевых функций лесных экосистем.

1. *Бабинцева, Р.М.* Экологические аспекты лесовосстановления при современных лесозаготовках / Р.М. Бабинцева, В.Н. Горбачев, Н.Д. Соколин // Лесоведение. – 1984. – № 5. – С. 19–25.

2. *Брайант, Дирк.* Последние неосвоенные леса. Каково состояние оставшихся на Земле крупных естественных лесных экосистем / Дирк Брайант, Даниел Нильсен, Лаура Тангли. – Washington, DC 20006 USA. – 43 p.

3. *Генсирук, С.А.* Рекреационное использование лесов / С.А. Генсирук, М.С. Нижник, Р.Р. Возняк. – Киев: Урожай, 1987. – 245 с.
4. *Горбачев, В.Н.* Об экологических связях почв и лесной растительности на юге Средней Сибири / В.Н. Горбачев // Проблемы использования типов леса в лесном хозяйстве и лесостроительстве. – Свердловск, 1986. – С. 108–112.
5. *Горбачев, В.Н.* Влияние новой лесозаготовительной техники на свойства почв / В.Н. Горбачев, Р.М. Бабинцева, Н.Д. Сорокин // Пути и методы лесорастительной оценки почв и повышения их продуктивности. – Пушкино, 1980. – С. 54–57.
6. Оценка состояния лесных почв на свежих вырубках / В.Н. Горбачев [и др.] // Деградация и восстановление лесных почв. – М.: Наука, 1991. – С. 112–117.
7. Экологическое состояние земельных ресурсов Сибири / В.Н. Горбачев [и др.] // Проблемы экологии Сибири. – Красноярск, 2001. – С. 17–30.
8. *Горбачев, В.Н.* Опыт картографирования структуры почвенного покрова таежных ландшафтов с использованием аэрокосмической информации / В.Н. Горбачев, В.М. Корсунов, Т.Б. Баранчикова // Научно-технический сборник по геодезии, аэрокосмическим съемкам и картографии. Опыт комплексного изучения и картографирования природной среды Красноярского края по материалам космических съемок. – М.: ЦНИИГАиК, 1992. – С. 150–161.
9. *Горбачев, В.Н.* Почвенный покров южной тайги Средней Сибири / В.Н. Горбачев, Э.П. Попова. – Новосибирск: ВО «Наука», 1992. – 223 с.
10. *Горбачев, В.Н.* Картографирование почвенного покрова при бассейновом подходе к лесопользованию / В.Н. Горбачев, Р.М. Бабинцева // Ноосферные изменения в почвенном покрове / под общ. ред. А.М. Дербенцовой. – Владивосток: Изд-во Дальневосточного ун-та, 2007. – С. 92–94.
11. Современные проблемы экологии (Патология почв): учеб. пособие / В.Н. Горбачев [и др.]. – Ульяновск, 2008. – 141 с.
12. *Добровольский, Г.В.* Разнообразие генезиса и функций лесных почв / Г.В. Добровольский // Почвоведение. – 1993. – № 9. – С. 5–12.
13. *Добровольский, Г.В.* Экологические функции почв / Г.В. Добровольский, Е.Д. Никитин // Сохранение почв как незаменимого компонента биосферы. – М.: Наука, МАИК «Наука/Интерпериодика», 2000. – 186 с.
14. *Добровольский, Г.В.* Экология почв. Учение об экологических функциях почв / Г.В. Добровольский, Е.Д. Никитин. – М.: Изд-во МГУ, Изд-во Наука, 2006. – 362 с.
15. *Дорст, Ж.* До того как умрет природа: пер. с фр. / Ж. Дорст. – М., 1968. – 415 с.
16. *Казанская, Н.С.* Рекреационные леса / Н.С. Казанская, В.В. Ланина, Н.Н. Марфенин. – М.: Лесная промышленность, 1977. – 96 с.
17. *Краснощеков, Ю.Н.* Лесные почвы бассейна озера Байкал / Ю.Н. Краснощеков, В.Н. Горбачев. – Новосибирск: Изд-во «Наука» Сибирское отделение, 1987. – 145 с.
18. *Кузьмин, В.А.* Основные положения программы карты «Почвенный покров юга Восточной Сибири» масштаба 1:1 500 000 / В.А. Кузьмин, В.П. Мартынов, Б.А. Богоявленский // Тематическое картографирование. Теория, методы, практика. – Новосибирск: Наука, 1985. – С. 178–185.
19. *Протасов, В.Ф.* Экология, здоровье и природопользование в России / В.Ф. Протасов, А.В. Молчанов. – М.: Финансы и статистика, 1995. – 528 с.
20. *Фридланд, В.М.* Структура почвенного покрова / В.М. Фридланд. – М.: Мысль, 1972. – 423 с.
21. Экологические аспекты лесовыращивания и лесопользования / Р.М. Бабинцева [и др.]; под ред. Е.Н. Савина. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2001. – 166 с.

SOILS ECO-MAPPING AT SUSTAINABLE FORESTRY SYSTEM

V.N. Gorbachev, R.M. Babintseva

Ulyanovsk State University

Its shown in article the negative soils processes occurring in use heavy aggregates on felling. Its found the necessity of soils mapping at sustainable forestry system.

Key words: soil, mapping of soil, felling, map, microflora, sustainable forestry.