

УДК: 10.18522/2308-9709-2021-35-3
<https://new.jbks.ru/archive/issue-35/article-3>

Картографирование антропогенных ландшафтов таежного пояса юга Западной Сибири с целью определения эколого-почвенного статуса

[Двуреченский В. Г.¹](#), [Двуреченская В. В.²](#)

1. ФГБУН Институт почвоведения и агрохимии СО РАН

2. Место учебы (полностью): Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского Должность: магистрант

Целью работы стало картографирование антропогенного ландшафта, созданного в горной тайге юга Западной Сибири в результате проведения горных работ при угледобыче, для определения его эколого-почвенного статуса. Исследование проводили методом закладывания транссект длиной 10 м, для фиксации длин сечения того или иного пересекаемого транссектой антропогенного местообитания с соответствующим почвенным контуром. В статье отражаются особенности развития почвенного покрова в антропогенных ландшафтах, который генетически резко отличается от почвенного покрова естественных ландшафтов. В нарушенных экосистемах в результате самозарастания формируются различные типы эмбриоземов, в естественных экосистемах под черневой тайгой определяются дерновые глубокоподзолистые, а под вторичными лесами – бурые таежные почвы. Картографирование показало, что при естественном самовосстановлении в антропогенных ландшафтах формируется мозаичный специфический почвенный покров, в составе которого присутствуют эмбриоземы: инициальные, органо-аккумулятивные, дерновые и гумусово-аккумулятивные. Эколого-почвенный статус выложенных участков под травянистой растительностью (площадки №1 и 3) хороший и удовлетворительный, так как по истечении 50 лет с момента начальной фазы антропогенеза, в почвенном покрове преобладают эмбриоземы поздних эволюционных стадий – дерновые и гумусово-аккумулятивные. Эколого-почвенный статус склоновых поверхностей (площадка №2) и участков под деревьями (№4) неудовлетворительный, но имеющий некоторые перспективы развития. Эколого-почвенный статус всего ландшафта можно считать удовлетворительным. Определены тренды направления развития почв. В составе почвенного покрова в ближайшей перспективе ожидается формирование: на выложенных участках – эмбриоземов гумусово-аккумулятивных, под деревьями – различных подтипов эмбриоземов органо-аккумулятивных (буроземоподобных, псевдоподзоленных). В далекой перспективе прогнозируется формирование: на выложенных участках под таежным разнотравьем – грубогумусовых горных почв, под древесно-кустарниковой растительностью – бурых горно-таежных почв.

Введение

Понятие «почвенно-экологическое состояние антропогенного ландшафта» не является общепринятым, тем более официальным. Официальным считается термин «экологическое состояние территории» [1]. Главным ориентиром для проведения работ по оценке экологического состояния территории является определение его к одной из категорий: относительное, удовлетворительное, напряженное, критическое, кризисное или катастрофическое состояние. Для осуществления оценки экологического состояния территории объектом исследований может оказаться экологическое состояние любого компонента природной среды, в том числе почвенного покрова. В этом смысле представление о почвенно-экологическом состоянии антропогенных ландшафтов можно считать частным случаем.

Почвенно-экологические и почвенно-географические исследования нарушенных территорий являются решением сложной задачи – диагностики состояния антропогенного ландшафта, в плане определения трендов самовосстановления почв и почвенного покрова как главного компонента любой наземной экосистемы, а также направленности почвообразования. По этой причине определение «почвенно-экологическое (или географическое) состояние антропогенного ландшафта» можно скорректировать и назвать «эколого-почвенным статусом».

Цель исследования

Целью работы стало картографирование и мониторинг антропогенного ландшафта, созданного в горной тайге юга Западной Сибири в результате проведения горных работ при угледобыче, для определения его эколого-почвенного статуса.

Задачи: 1. Определить состав почвенного покрова.

2. Вычислить процентное содержание различных типов почв.
3. Оценить эколого-почвенный статус.
4. Выяснить возможную направленность почвообразования.

Материал и методы исследования

Так как поверхность антропогенного ландшафта в любой момент времени представлена почвенным покровом с набором различных типов, а каждый тип почв характеризует свой, определенный законами сингенеза, уровень жизнеобеспеченности биоценозов, эколого-почвенный статус антропогенного ландшафта может быть количественно охарактеризован соотношением площадей, занятых разными типами почв. Таким образом, оценка статуса антропогенного ландшафта должна осуществляться посредством картографирования почвенного покрова, с помощью генетической интерпретации свойств и функций почв. Основные исследования ландшафта проводились в 2011 г. Мониторинг ведется постоянно: последние результаты получены в августе 2020 года, которые легли в основу данной статьи.

Почвенный покров антропогенных ландшафтов (рис. 1), в отличие от почвенного покрова естественных ландшафтов (рис. 2), весьма мозаичен, а главная причина мозаичности – рельефо- и литорефлекторность почв [2]. По причине мозаичности картографирование должно осуществляться только в крупном масштабе – от 1:100 до 1:1000. Применялась технология картографирования по транссектам [3]. Для этого на выбранном геоморфологическом участке закладывалась транссекта длиной 10 м, и по мерной ленте проводилась фиксация длин сечения того или иного пересекаемого транссектой антропогенного местообитания с соответствующим почвенным контуром. Отношение суммы длин сечения всех контуров того или иного типа почвы достаточно точно отразило отношение их площадей. Такой метод определения состава почвенного покрова на любом геоморфологическом участке антропогенного ландшафта позволяет относительно просто решить поставленную цель – фиксацию эколого-почвенного статуса ландшафта.

Image not found or type unknown

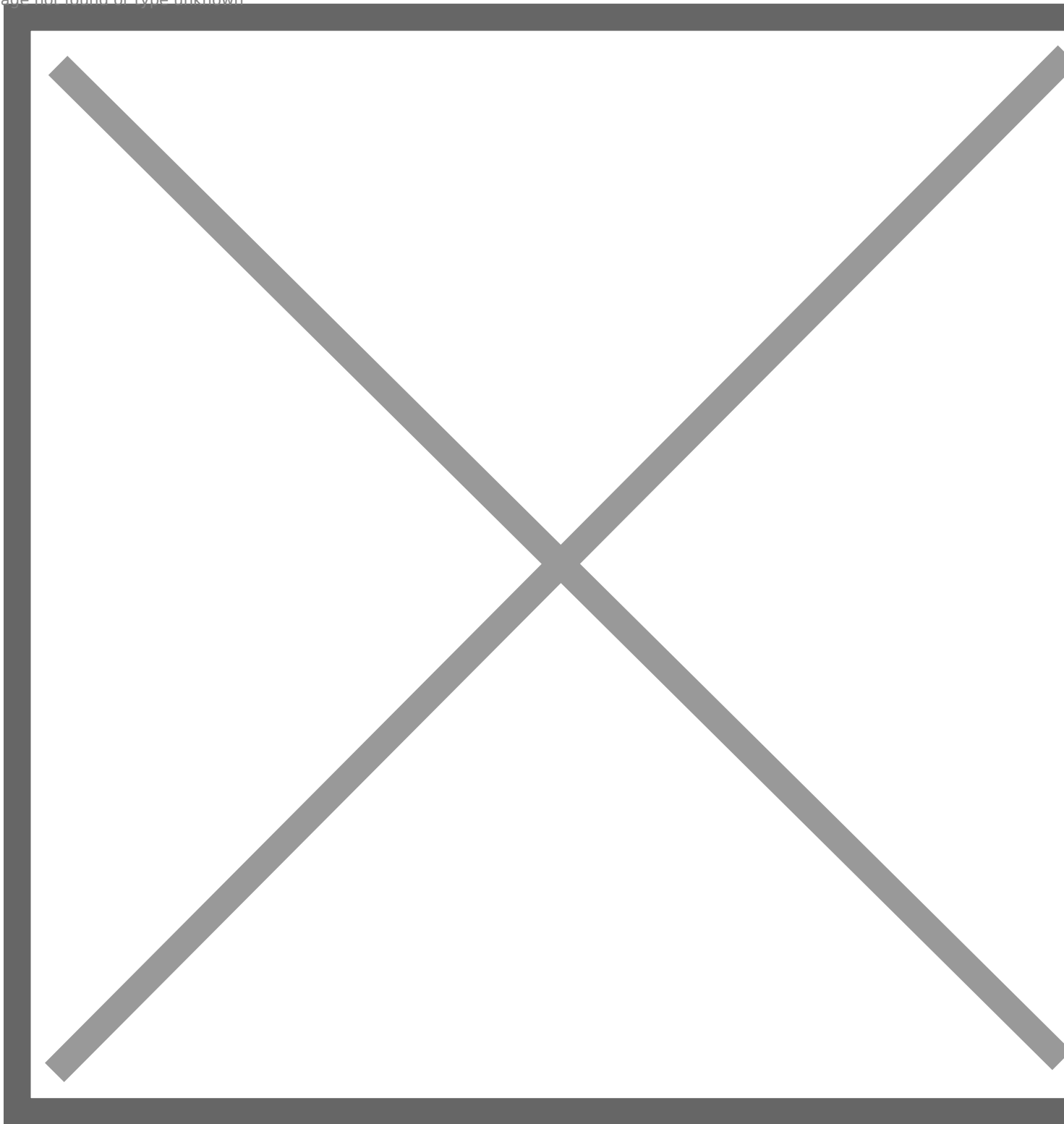


Рис.1 – Отвалы Красногорского угольного разреза

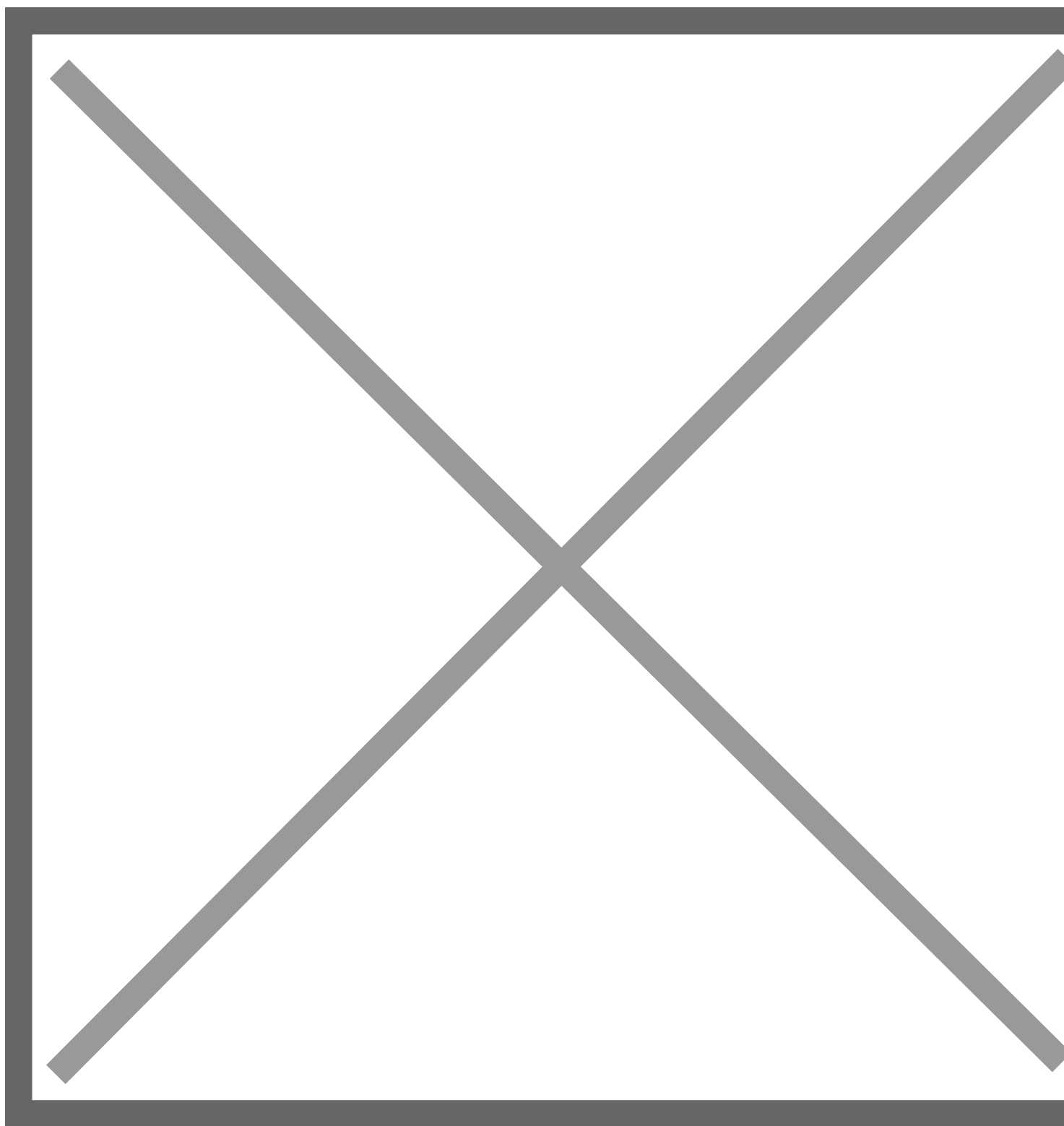


Рис.2 – Черневая тайга юга Кузбасса.

Объектами исследования послужили 50-летние отвалы Красногорского каменноугольного разреза, расположенного в горно-таежном поясе Кузбасса, в пределах Междуреченского городского округа (рис. 3).

Image not found or type unknown

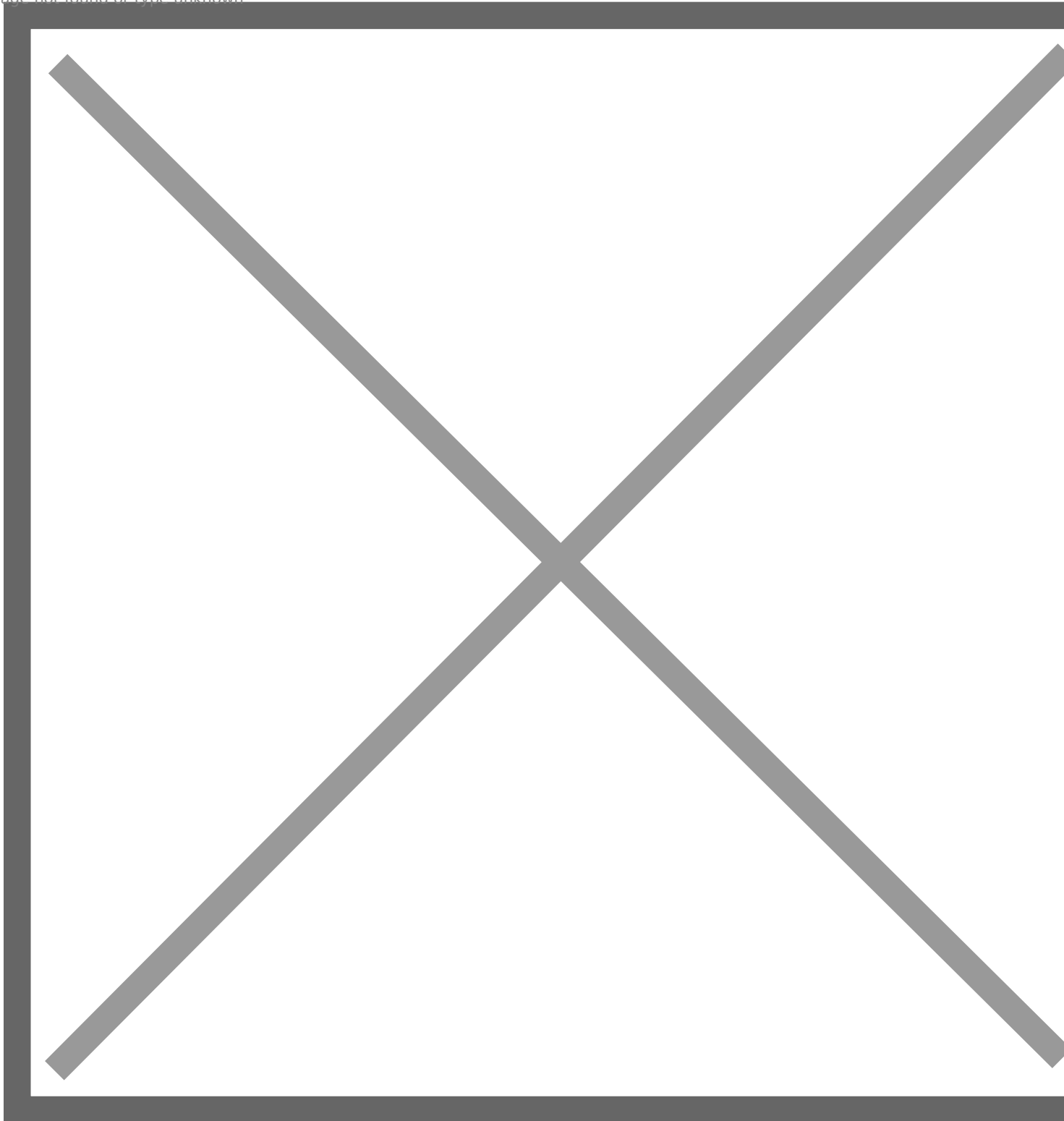


Рис. 3 – Красногорский угольный разрез [6].

Отвалы представляют собой смесь вскрышных (тяжелые суглинки, покровные глины) и вмещающих (песчаники, аргиллиты, алевролиты) пород с примесью углистых частиц.

Транссекты закладывали в местах морфологически определенных основных типов эмбриоземов; 1 – гумусово-аккумулятивный, 2 – инициальный, 3 – дерновый, 4 – органо-аккумулятивный.

Результаты исследования и их обсуждение

Фрагменты почвенной карты породного отвала Красногорского угольного разреза (рис. 4) в 2011 году показывали и показывают в 2020 году (изменений нет), что на площадке №1 эмбриоземами гумусово-аккумулятивными занято 34 %, эмбриоземами дерновыми и инициальными – по 16,5 %, эмбриоземами органо-аккумулятивными – 33 % её площади. Соответственно, статус этой площадки хороший, т.к. за относительно незначительный период времени с момента отсыпки отвала (20 лет, учитывая, что самому ландшафту сейчас около 50 лет) на ней сформировались эмбриоземы гумусово-аккумулятивные [2].

Статус площадки №2 не удовлетворительный, так как эмбриоземов инициальных здесь 72 %, а почвообразование практически отсутствует до сих пор.

Площадки №3 и 4 имеют удовлетворительный статус, так как почвообразование идет медленно в силу различных лимитирующих факторов (малое содержание физической глины, высокая каменистость) и за период в 50 лет эмбриоземы гумусово-аккумулятивные не сформировались.

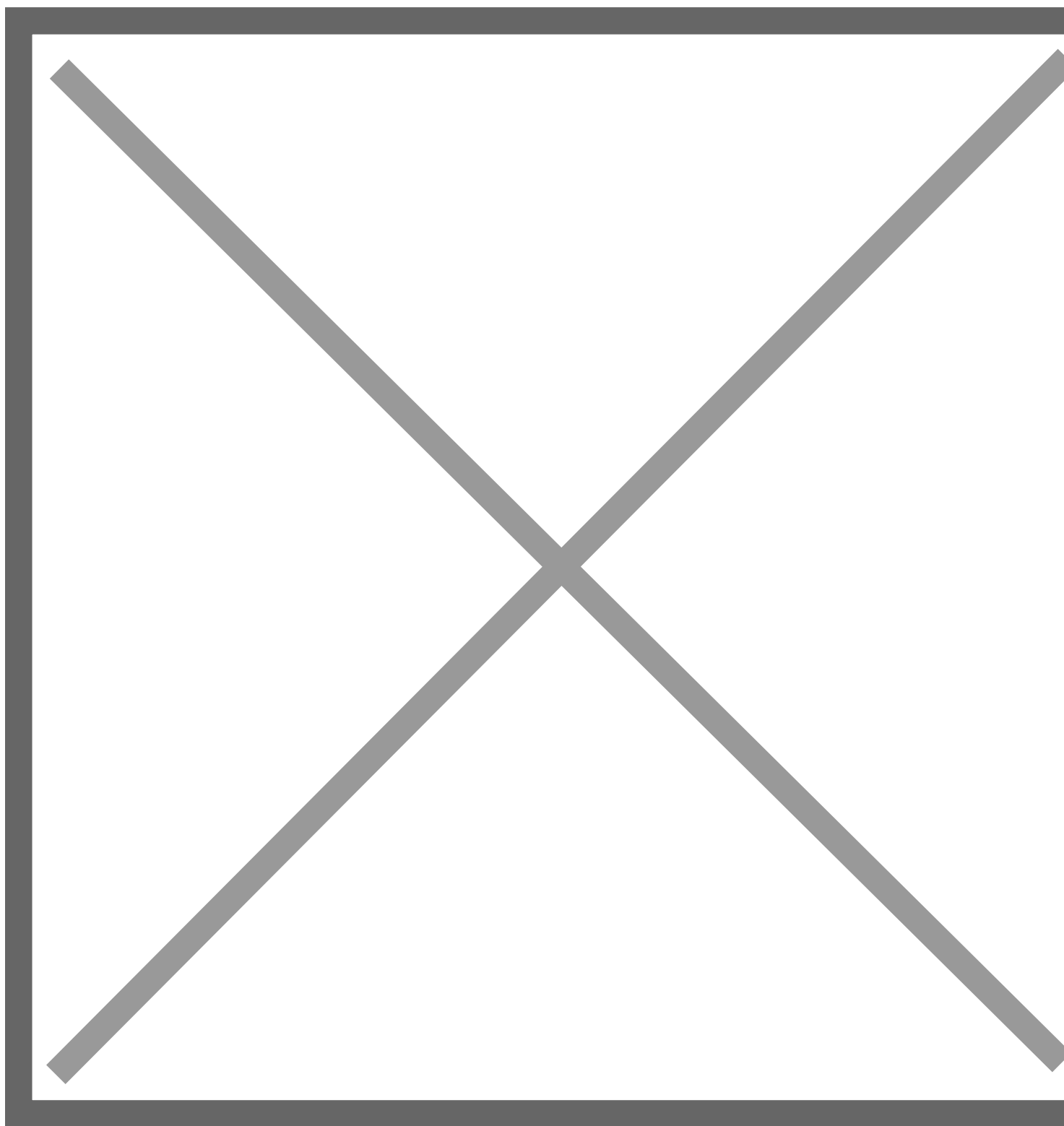


Рис. 4 – Фрагменты почвенной карты породного отвала Красногорского каменноугольного разреза (масштаб – 1:10000)

Развитие почвенного покрова антропогенного ландшафта в горной тайге юга Западной Сибири, особенно первые 20 лет самовосстановления, было весьма динамичным, чему способствовало обилие влаги, тепла в летние месяцы и снежный покров до 3 метров зимой. Структура почвенного покрова, оцениваемая по соотношению площадей, занимаемых тем или иным типом эмбриоземов, постоянно изменялась. Это было обусловлено высокой скоростью смены стадий микробных и растительных сукцессий от эмбриоземов инициальных и органо-аккумулятивных к эмбриоземам дерновым и гумусово-аккумулятивным. В тех местообитаниях, в которых складывались наиболее благоприятные для почвообразования условия, скорость эволюции почв была выше. Там же, где условия почвообразования по той или иной причине были наименее благоприятны, почвы оставались и до сих пор остаются на стадии эмбриоземов инициальных и органо-аккумулятивных. По этой причине антропогенное местообитание по условиям почвообразования разделено на три вида:

- с условиями, способствующими быстрой эволюции почв;
- с условиями, способствующими медленной эволюции почв;
- с условиями, не способствующими почвообразованию.

В первом случае эмбриоземы инициальные успешно эволюционируют в гумусово-аккумулятивные со скоростью смены одного поколения людей другим – в среднем 20 лет.

Участки, на которых эволюция за 20 лет не сдвинулась с инициальной стадии, так и остаются техногенными пустынями, и останутся до тех пор, пока не изменятся условия или хотя бы один из факторов почвообразования. Если же этого времени хватило на формирование эмбриоземов поздних стадий эволюции (гумусово-аккумулятивных), то условия способствовали почвообразованию и считаются относительно благоприятными [1].

При сопутствующих условиях, на начальных стадиях постантропогенеза темп почвообразования быстрый, на поздних стадиях – замедляется. Ранние стадии удобно считать эволюционно динамичными, а поздние – эволюционно квазистационарными или метастабильными. Если в профиле эмбриоземов появился гумусово-аккумулятивный горизонт хотя бы небольшой мощности, то такие почвы переходят в метастабильное состояние и дальнейшая их эволюция резко затормаживается, что и происходит в исследованном ландшафте.

Таким образом, развитие эмбриоземов в горно-таежном поясе Кузбасса при самовосстановлении протекает поэтапно: инициальные → органо-аккумулятивные → дерновые → гумусово-аккумулятивные.

Исходя из качества рельефа и почвообразующих пород, к 20-летнему возрасту ландшафта при благоприятных условиях происходит образование эмбриоземов гумусово-аккумулятивных, свойства которых наиболее сходны со свойствами бурых таежных почв. К этому же времени вырастают самосевные кустарники и деревья. Учитывая факторы, предполагается, что эволюция почв техногенных ландшафтов горно-таежного пояса идет в сторону образования дерновых глубокоподзолистых, но под вторичными лесами происходит образование менее ценных бурых таежных почв. Тем не менее, в зависимости от экспозиции склонов отвалов (высокая степень инсоляции и др.), их крутизны (смыв мелкозема и др.), а также других неблагоприятных условий почвообразования, эмбриоземы могут оставаться на инициальной стадии и, скорее всего, ими останутся на неопределенно долгое время, пока не изменятся условия почвообразования [4].

Определенные проблемы возникают при оценке эколого-почвенного статуса антропогенных ландшафтов, на которых была проведена лесная рекультивация. При таком виде рекультивации формируются главным образом эмбриоземы органо-аккумулятивные (рис. 5). Главным диагностическим признаком этого типа является накопление на поверхности почвы слоя лесного опада, представленного в основном хвоей, мелкими веточками, шишками и корой. Минеральная часть профиля не дифференцирована на генетические горизонты даже под 50-летними кедрками и сосняками. Органо-аккумулятивная стадия эмбриоземов остановила свое развитие, и находится в метастабильном состоянии, так как под пологом древесной и кустарниковой растительности в антропогенных ландшафтах горно-таежного пояса травянистый покров развит слабо, дернина не образуется. При благоприятных условиях в подобных местообитаниях могут развиваться такие почвообразовательные процессы, как буроземообразование, оглинение и псевдоподзоливание [6].

Image not found or type unknown

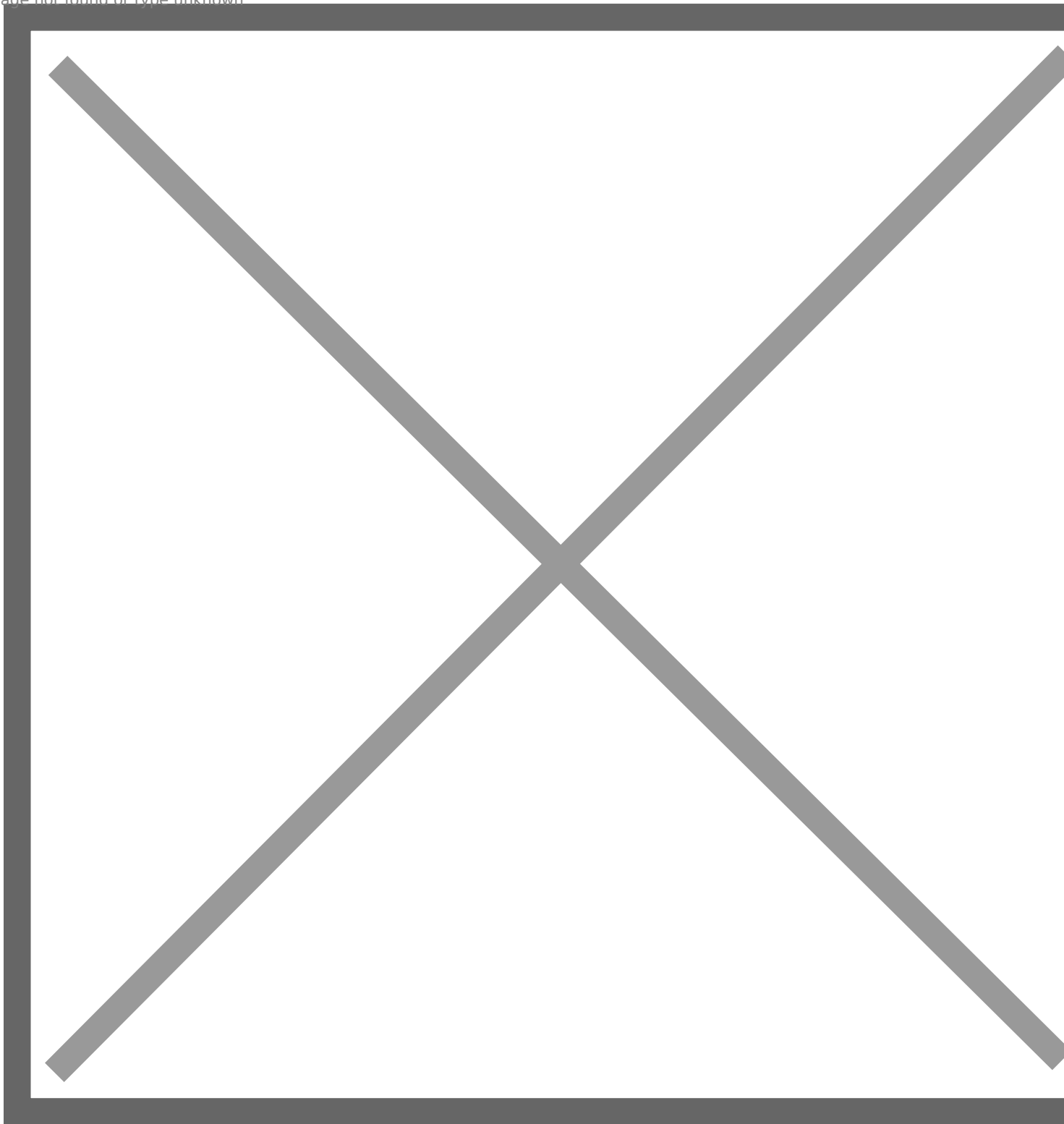


Рис. 5 – Участок с лесной рекультивацией

Пока существуют древесные насаждения, эколого-почвенный статус местообитаний с эмбриоземами органо-аккумулятивными необходимо считать удовлетворительным. Но, данная стадия может и деградировать до инициальной на некоторый промежуток времени, вследствие неблагоприятных условий (пожар, выпадение растений и результате болезней и т.п.). Эколого-почвенный статус таких территорий будет плохим, соответствующий техногенной пустыне. Возможно, в дальнейшем на подобных участках произойдет интенсивное заселение травянистой растительностью. Тогда, скорее всего, в течение 8-10 лет (со сменами сукцессий), образуется дернина, и вследствие этого, сформируются эмбриоземы дерновые или даже гумусово-аккумулятивные.

Принято считать, что антропогенный ландшафт в горно-таежных экосистемах входит в эоклин через 10-12 лет с момента образования [2], с формированием в конечном итоге эмбриоземов гумусово-аккумулятивных. Тем не менее, в ходе развития антропогенной экосистемы, по истечении 50 лет, в ее почвенном покрове отсутствует сплошной покров из эмбриоземов дерновых и тем более гумусово-аккумулятивных. Развитие почвенного покрова определяется факторами и условиями почвообразования, сложившимися в антропогенных ландшафтах. Поэтому, в структуре почвенного покрова в данный момент времени хоть и присутствуют эмбриоземы и дерновые, и гумусово-аккумулятивные, но преобладают все же эмбриоземы органо-аккумулятивные и инициальные. Можно предполагать, что до тех пор, пока не изменятся экологические условия, либо факторы почвообразования, почвенный покров останется без изменений. В период антропогенеза один из факторов почвообразования (состав и свойства материнской породы) уже был изменен. На данном временном отрезке формирования ландшафта в эмбриоземах органо-аккумулятивных происходят подтиповые изменения, которые удалось диагностировать с помощью исследований группового и фракционного состава железа [5].

Так как в антропогенных ландшафтах юга Западной Сибири восстановление биоценоза происходит по зональному типу, с образованием вторичных лиственных лесов и, в конечном итоге, черневой тайги (рис. 2), под которой формируются зональные дерновые глубокоподзолистые почвы, то эволюция почв антропогенных ландшафтов тоже должна происходить по зональному типу. В ходе ранее проводимых исследований ни процессы подзолообразования, ни процессы псевдоподзоливания не были выявлены [6]. Скорее всего, в будущем, данные процессы проявятся ярче, так как зональные условия должны этому способствовать. При усилении влияния зональных почвообразовательных факторов и условий, в почвенном покрове, возможно, могут начать формироваться эмбриоземы органо-аккумулятивные псевдоподзолистые и эмбриоземы дерновые и гумусово-аккумулятивные. В конце концов, через сотню лет, возможно, в составе почвенного покрова сформируются грубогумусовые горные почвы на выложенных площадках под таежным разнотравьем и бурые горно-таежные под древесно-кустарниковой растительностью.

Скорее всего, экосистема среднегорных хвойных лесов сможет самостоятельно восстановиться полностью в лучшем случае лишь через 250 - 300 лет. На 50-летнем этапе развития экосистемы, учитывая тот факт, что почвообразование происходит по типу буроземообразования, в ее почвенном покрове формируются эмбриоземы инициальные и органо-аккумулятивные буроземоподобные. Следовательно, до момента образования черневой тайги в почвенном покрове отвалов Красногорского угольного разреза предполагается наличие данных типов эмбриоземов, с преобладанием подтипа буроземоподобные.

Выводы

1. В результате самозарастания отвала, формируется специфический почвенный покров, в составе которого присутствуют эмбриоземы: инициальные, органо-аккумулятивные, дерновые и гумусово-аккумулятивные.
2. Почвенный покров весьма мозаичен. На площадке №1 эмбриоземами гумусово-аккумулятивными занято 34 %; эмбриоземами дерновыми и инициальными - по 16,5 %; эмбриоземами органо-аккумулятивными - 33 %. На площадке №2 эмбриоземы инициальные занимают 72 %. Площадка №3 до 90 % состоит из эмбриоземов дерновых. Площадка №4 сплошь представлена эмбриоземами органо-аккумулятивными.
3. Эколого-почвенный статус выложенных участков под травянистой растительностью (площадки №1 и 3) хороший и удовлетворительный, так как по истечении 50 лет с момента начальной фазы антропогенеза, в почвенном покрове преобладают эмбриоземы поздних эволюционных стадий - дерновые и гумусово-аккумулятивные. Эколого-почвенный статус склоновых поверхностей (площадка №2) и участков под деревьями (№4) неудовлетворительный, но имеющий некоторые перспективы развития. Эколого-почвенный статус всего ландшафта можно считать удовлетворительным.
4. В составе почвенного покрова в ближайшей перспективе ожидается формирование: на выложенных участках - эмбриоземов гумусово-аккумулятивных, под деревьями - различных подтипов эмбриоземов органо-аккумулятивных (буроземоподобных, псевдоподзоленных). В далекой перспективе на выложенных участках под таежным разнотравьем прогнозируется развитие грубогумусовых горных почв, под древесно-кустарниковой растительностью - бурых горно-таежных почв.

Список литературы

1. Критерии оценки экологической обстановки для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия. М.: Мин-во охраны окр. среды и прир. ресурсов, 1992. – 56 с.
2. Андрокханов В. А., Курачев В. М. Почвенно-экологическое состояние техногенных ландшафтов: динамика и оценка. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2010. – 224 с.
3. Грейг-Смит П. Количественная экология растений. М.: Мир, 1967. – 328 с.
4. Двуреченский В.Г. Географо-генетическая характеристика форм железа в эмбриоземах Кузбасса. Дисс.... канд. биол. наук. – Новосибирск, 2011. – 187 с
5. Двуреченский В.Г., Середина В.П. Характеристика почвенного покрова техногенных ландшафтов Красногорского каменноугольного разреза // Вестник Томского государственного университета. – 2014. – №. 387. С. 257-265.
6. Середина В. П., Двуреченский В. Г., Пронина И. А. Вещественный состав эмбриоземов формирующихся на отвалах железорудных месторождений юга Западной Сибири // Вестник Томского государственного университета. Биология. – 2017. – №40. – С. 25-43.
7. Google Планета Земля: Интернет ресурс: <http://www.google.ru/intl/ru/earth/>

Spisok literatury

1. Kriterii otsenki ekologicheskoy obstanovki dlya vyyavleniya zon chrezvychaynoy ekologicheskoy situatsii i zon ekologicheskogo bedstviya. – М.: Min-vo okhrany okr. sredy i priр. resursov. 1992. – 56 s.
2. Androkhanov V. A., Kurachev V. M. Pochvenno-ekologicheskoye sostoyaniye tekhnogennykh landshaftov: dinamika i otsenka. – Novosibirsk: Izd-vo SO RAN. 2010. – 224 s.
3. Greyg-Smit P. Kolichestvennaya ekologiya rasteniy. – М.: Mir. 1967. – 328 s.
4. Dvurechenskiy V.G. Geografo-geneticheskaya kharakteristika form zheleza v embriozemakh Kuzbassa. Diss.... kand. biol. nauk. – Novosibirsk. 2011. – 187 s
5. Dvurechenskiy V.G., Seredina V.P. Kharakteristika pochvennogo pokrova tekhnogennykh landshaftov Krasnogorskogo kamennougolnogo razreza // Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. – 2014. – №. 387. S. 257-265.
6. Seredina V. P., Dvurechenskiy V. G., Pronina I. A. Veshchestvennyy sostav embriozemov formiruyushchikhся na otvalakh zhelezorudnykh mestorozhdeniy yuga Zapadnoy Sibiri // Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya. – 2017. – №40. – S. 25-43.
7. Google Planeta Zemlya: Internet resurs: <http://www.google.ru/intl/ru/earth/>