

УДК 574.2 + 630*8

**БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ ГОРНЫХ ОТВАЛОВ
(НА ПРИМЕРЕ БОРОДИНСКОГО УГОЛЬНОГО РАЗРЕЗА)****А. С. Шишкин, Д. Ю. Ефимов, Р. Т. Мурзакматов***Институт леса им. В. Н. Сукачева СО РАН – обособленное подразделение ФИЦ КНЦ СО РАН
660036, Красноярск, Академгородок, 50/28*

E-mail: alexandr.shishikin1950@gmail.com, dnsfmv@gmail.com, takcator_m@mail.ru

Поступила в редакцию 24.06.2019 г.

Приводятся результаты оценки биологических ресурсов отвалов Бородинского угольного разреза. Выделены однотипные по экологической емкости местообитания по разработанной классификации и дешифрированию космической съемки. Местообитания выделены в соответствии с технологией рекультивации (4 варианта), направлением формирования посттехногенных экосистем (сукцессии – 4) и возрастом отвала (стадии формирования – 4). Для каждого типа местообитаний определены состав и продуктивность травянистого покрова, древостоя, ягод, грибов, охотничьих животных. Травянистый покров рекомендуется использовать «в прижизненном состоянии», например, как медоносы. Сенокосение и пастьба приводят к деградации напочвенного покрова горных отвалов. Зональная норма рекультивированных пахотных земель (с нанесением плодородного слоя почвы) достигается не ранее 30 лет. Эксперименты с высаживанием сельскохозяйственных культур (картофеля, моркови, свеклы, огурцов) показали продуктивность, значительно уступающую зональной норме. Лесные культуры (сосна, ель) развиваются по наиболее продуктивному первому бонитету и превосходят зональную норму. Наиболее продуктивны зоохорные ягодники, при этом следует иметь в виду, что урожайность облепихи по естественным причинам быстро падает. Кроме того, она создает пожароопасную структуру лесных культур. На порядок выше зональной нормы урожайность симбиотических с древесными породами (сосной, березой, осинкой) съедобных грибов. При этом в первые 3–4 года плодовые тела грибов не поражаются энтомопаразитами (отсутствует червивость). Животное население отвалов испытывает сильное давление синантропных видов (ворон, сорок, черных коршунов), которых привлекает городская свалка. В то же время продуктивность охотничьих угодий отвалов в 4 раза выше зональной нормы, возможно, это связано с охранным режимом работы разреза. Используемые методические приемы и полученные с их помощью данные позволяют оценивать биологические ресурсы любых отвалов горной породы и давать прогноз (моделировать) их состояния. Материалы следует использовать при оценке проектируемого воздействия на биологические ресурсы карьерной добычи полезных ископаемых с образованием отвалов горной породы и планирования их дальнейшего хозяйственного использования.

Ключевые слова: *карьерные отвалы, классификация местообитаний, дешифрирование космических снимков, продуктивность древесных и травянистых растений, ягод, грибов, охотничьих животных.*

DOI: 10.15372/SJFS201905013

ВВЕДЕНИЕ

Использование дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) для оценки техногенно нарушенных земель – наиболее перспективный метод анализа структурных изменений ландшафта и формирования новых местообитаний в результате антропогенной деятельности. В сочетании с полевыми исследованиями, направленными на изучение сукцессионных процессов, ДЗЗ позво-

ляет вести мониторинг и давать пространственный прогноз развития нарушенных территорий, их ресурсную значимость в зависимости от техногенной фрагментации ландшафта. Сложность классификации техногенных ландшафтов заключается в отсутствии природных аналогов, быстрой первичной сукцессионной смене растительности и животного населения, а также в проявлении адаптивных реакций организмов, которые не наблюдаются в естественных усло-

виях. Отвалы горных пород воспринимаются как техногенные территории низкой продуктивности и, несмотря на сельскохозяйственное направление рекультивации, с нанесением плодородного слоя почвы (ПСП) они не достигают зональной нормы или природного аналога даже через 30 лет (Андроханов и др., 2004; Зеньков, 2010; Куприянов и др., 2010; Кирюшина, 2013). Мало обращается внимания на биологическое разнообразие и продуктивность нерекультивированных площадей, а также отвалов, подготовленных для лесозарастивания. Большие затраты и усилия, направленные на формирование прежних экологических условий на отработанных территориях, как правило, не дают ожидаемого эффекта (Манаков, 2012; Кирюшина, 2013; Ивакина, 2016; Уфимцев, 2017; Климова, 2018). Многолетнее применение горной и биологической рекультиваций по разработанным ранее (70-е гг.) технологиям не подвергается критическому анализу и не корректируется в соответствии с накопленным опытом и полученными результатами научных исследований. В результате недропользователи находятся под постоянным прессом контролирующих экологических служб, заведомо тратя средства на рекультивацию, которая не учитывает региональные особенности и не дает должного экологического и хозяйственного эффекта.

Экологическая классификация техногенных территорий и анализ структуры местообитаний – наиболее сложные теоретические задачи с большим практическим значением (Ивакина, Осипов, 2016). Большинство разработанных классификаций, как и следует ожидать, выполнено под определенные задачи. Почвоведы предложили шесть уровней разделения техногенных почв (ствол, класс, тип, подтип, род, вид) (Андроханов, Курачев, 2010). При этом отметили, что выделенные почвы с возрастом могут переходить в другой класс (элювиоземы в эмбриоземы). Для разработки технологии рекультивации используется двухуровневое разделение на тип нарушения (4 варианта) и рельеф поверхности (террасированная, платообразная, гребневидная) с вариантами перепада высот (Куприянов и др., 2010). Большинство исследователей не выделяют в своих классификациях динамичность сукцессионных процессов, проходящих на отвалах, что не позволяет прогнозировать экологическую емкость местообитаний. В лучшем случае выделяются сукцессионные стадии (пионерная, открытая, сложная, закрытая), которые имеют разные наполнение и продолжительность

в зависимости от направления сукцессионного процесса (Андроханов и др., 2004; Андроханов, Курачев, 2010; Куприянов и др., 2010 и др.). Знание технологии разработки месторождений и закономерностей формирования местообитаний с их пространственной приуроченностью позволяет давать реальный прогноз и проводить оценку техногенного воздействия для эффективного планирования и управления посттехногенным использованием территорий (Шишкин, 2016).

Мощные разрезы длительной эксплуатации месторождений угля (Бородинский, Назаровский, Черногорский, Каа-Хемский) являются градообразующими предприятиями с городским населением, режимом работы и рекреационными потребностями. На посттехногенных территориях формируются экологические условия, отличные от окружающей территории, что особенно характерно для лесостепных и степных ландшафтов (Зеньков и др., 2016). По нашим данным, даже в сухих степях (Чаданский разрез, Тува) на отвалах поселяется древесная растительность и образуются водоемы, т. е. уникальные, дефицитные экотопы, повышающие биологическое разнообразие окружающего ландшафта и формирующие его оазисную мозаичность.

Городское население, обслуживающее угольные разрезы, повышает запросы на рекреацию различных форм, в том числе собирательскую. К сожалению, посттехногенная территория не рассматривается как потенциальная для удовлетворения потребностей населения в активном отдыхе. Следовательно, не разработано стратегическое направление использования отработанных территорий, чему способствует и отсутствие знаний об их ресурсных возможностях (Куприянов и др., 2010; Манаков, 2012; Ивакина, 2016; Уфимцев, 2017; Климова, 2018). Эффективное использование биологических ресурсов техногенных ландшафтов развивается по законам первичных сукцессий, не имея циклического возврата и повторения, что существенно повышает актуальность прогноза состояния биологических ресурсов, поскольку они возникают только один раз. Это особенно важно в первые 30 лет становления на отвалах древесной или травянистой растительности.

Бородинский угольный разрез расположен в северной части Канской лесостепи. В 1949 г. разрез введен в эксплуатацию, фронт горных работ 7.0 км, скорость продвижения 60 м/год. Угольные пласты перекрывает весьма мощный слой плодородной почвы (до 50 см) и потенциально

плодородных грунтов (2–3 м). Четвертичные отложения представлены в основном аллювиально-делювиальными образованиями (суглинки, глины, супеси). Между пластами угля распространены песчаники и алевролиты. Вскрышные и межпластовые породы формируют отвалы по железнородной технологии. Гумусовый горизонт селекционируется и складывается отдельно.

Цель работы – показать потенциал и сукцессионную динамику формирования биологических ресурсов на примере отвалов Бородинского угольного разреза.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Использование ДЗЗ проводилось на различных разрезах Центральной Азии и Дальнего Востока (Зеньков и др., 2016; Осипов, Гуров, 2016). Экологическое разнообразие Бородинского угольного разреза классифицировалось по технологическому назначению (карьер, промплощадка, отвалы), технологии рекультивации отвалов (нерекультивированные, выровненные под лесозарастивание, с нанесением ПСП для сельхозугодий), направлениям экологических сукцессий (эрозионная, травянистая, кустарниковая, лесная, водноболотная) и возрастным стадиям сукцессий (пионерная, открытая, сложная, закрытая). Для сравнения биологической

продуктивности отвалов выбирались фоновые, зональные варианты степной и лесной экосистем. Классификационная схема и проведенное по ней дешифрирование космического снимка высокого разрешения позволяют получить количественные (пространственные) показатели биологических ресурсов отвалов в соответствии с экологическими условиями их формирования (местообитаниями) (рис. 1).

Растительные ресурсы определяли по видовому составу трав и урожайности ягодников на площадках (Ефимов, Шишкин, 2014), урожайность грибов – по плодовым телам на учетных маршрутах (Шишкина, 1979), продуктивность охотугодий – по кормовым и защитным свойствам местообитаний и результатам маршрутных учетов (Шишкин, 2006). При оценке биологических ресурсов отвалов авторы использовали методическую схему, отработанную на других объектах: выделяли тип местообитания, балльную оценку его продуктивности по виду ресурса, количественное нормирование баллов, экстраполяцию на общую площадь местообитания и получение суммарной продуктивности ресурса на отвалах. Эффективность выращивания сельскохозяйственных культур (картофеля, моркови, свеклы, огурцов) проверяли на экспериментальных площадках свежих отвалов без и с ПСП, а также на самом старом отвале 1979 г.

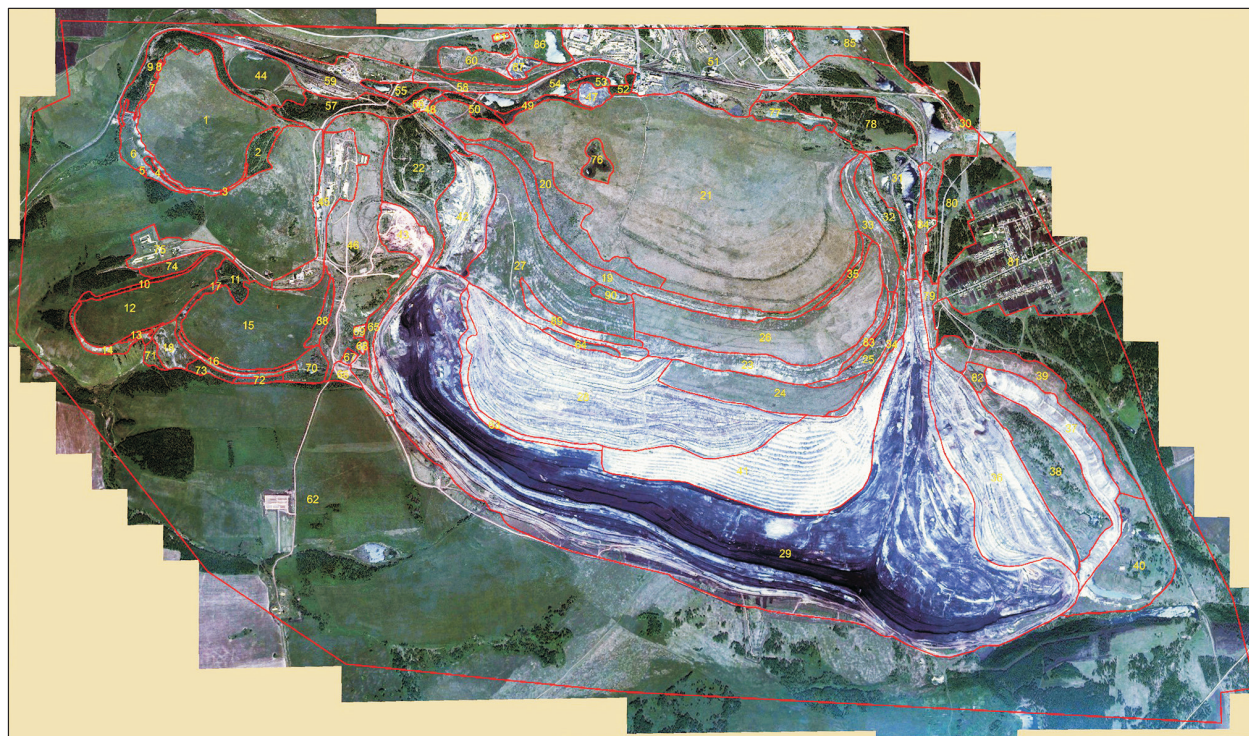


Рис. 1. Фрагмент контурного дешифрирования космического снимка высокого разрешения.

с ПСП. В процессе эксперимента применяли органические удобрения (навоз КРС и куриный помет), а также для улучшения структуры почвы – опилки и золу от сжигания бурого угля. Экспериментальные участки для оценки потенциального плодородия отвалов по 100–200 м² ежегодно фрезеровали (2008–2016 гг.) и засаживали одинаковым посадочным материалом картофеля. Для определения продуктивности картофеля при выращивании на одном и том же участке на старом отвале ежегодно фрезеровали «залежь» и добавляли два ряда картофеля. Посадку и выращивание картофеля сопровождали стандартными приемами (под лопату 70 × 70 см) и уходом (прополка и окучивание).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На примере Бородинского угольного разреза разработана универсальная для горных отвалов четырехуровневая классификационная схема экотопов, отличающихся по набору ресурсов, их продуктивности и динамике (табл. 1). Она включает: фоновые (зональные) участки, тип техногенного воздействия, поверхность отвалов, направления сукцессионных процессов и современную сукцессионную стадию. Все уровни имеют цифровые индексы, и их последовательность характеризует параметры техногенного биотопа.

Классификационная схема применима для выявления экологических особенностей большинства техногенных местообитаний и оценки их биологических ресурсов.

Дешифрирование космических снимков проводилось по разработанной классификации и позволяет получить количественные показатели местообитаний (Шишкин, 2016). Эрозионные участки доминируют на нерекультивированных отвалах (площадь 65.4 %) и особенно долго (более 25 лет) на верхней части конусов отсыпки, что связано с естественным сползанием горной породы в соответствии с ее механическим составом и формированием естественного склона (табл. 2).

Эрозионный процесс нерекультивированных территорий на длительное время формирует структуру биотопов с высокой пространственной мозаичностью, сочетающей на небольшой площади (в пределах индивидуальных участков даже мелких млекопитающих) эрозионные, травянистые, кустарниковые и лесные участки с мелкими водно-болотными поверхностями обычно сезонного увлажнения.

Эрозионная поверхность характерна для откосов и отвалов при выравнивании грунтов без нанесения ПСП (9.4 %), причем в начале эрозия плоскостная, затем переходит в мелкоовражную (рис. 2).

Таблица 1. Классификационная схема дешифрирования Бородинского угольного разреза

| Фон и тип воздействия | Поверхность отвалов | Тип сукцессии | Стадия |
|-----------------------|----------------------|-------------------|--------------|
| 1. Фон | 1. Без рекультивации | 1. Эрозионный | 1. Пионерная |
| 2. Отвал | 2. Без ПСП | 2. Травянистый | 2. Открытая |
| 3. Промплощадка | 3. С ПСП | 3. Кустарниковый | 3. Сложная |
| 4. Карьер | 4. Откос | 4. Лесной | 4. Закрытая |
| | | 5. Водно-болотный | |

Таблица 2. Распределение техногенных биотопов по типам сукцессий и технологии рекультивации (шифры указаны по табл. 1)

| Типы сукцессий и структура растительности | Нерекультивированные (1) | | Без ПСП (2) | | С ПСП (3) | | Откос (4.2) | | Итого, га |
|-------------------------------------------|--------------------------|-------|-------------|-------|-----------|-------|-------------|-------|-----------|
| | га | % | га | % | га | % | га | % | |
| Эрозионный (1) | 21.2 | 0.7 | – | – | 1.6 | 0.2 | 65.0 | 32.3 | 87.8 |
| Травянистый (2) | 90.1 | 3.1 | | | 887.7 | 96.0 | 6.0 | 2.8 | 983.8 |
| Кустарниковый (3) | – | – | 55.2 | 13.2 | – | – | – | – | 55.2 |
| Лесной (4) | 2493.6 | 85.3 | 123.0 | 29.4 | – | – | 5.0 | 2.5 | 2621.6 |
| Мозаичные (1–4) | 87.3 | 3.0 | 153.4 | 36.6 | – | – | 125.5 | 62.4 | 366.2 |
| Мозаичные водоемы (1–5) | 232.2 | 7.9 | 86.9 | 20.8 | 35.5 | 3.8 | – | – | 354.6 |
| Всего: га | 2924.4 | 100.0 | 418.5 | 100.0 | 924.8 | 100.0 | 201.5 | 100.0 | 4469.2 |
| % | 65.4 | | 9.4 | | 20.7 | | 4.5 | | |



Рис. 2. Мелкоовражная эрозия на отвалах без ПСП, спровоцированная механической посадкой сосны в борозды вдоль склона.



Рис. 3. Старый отвал с ПСП. Луговой (травянистый) тип сукцессии.



Рис. 4. Урожай шляпочных грибов, собранных в течение 15 мин на отвалах после лесной рекультивации (создания культур сосны).

Таблица 3. Распределение техногенных биотопов по технологии рекультивации и стадиям сукцессий (шифры указаны по табл. 1), га/%

| Тип рекультивации | Пионерная (1) – открытая (2) | Пионерная (1) – сложная (3) | Сложная (3) | Закрытая (4) | Итого |
|--------------------------|------------------------------|-----------------------------|-------------|--------------|--------------|
| Нерекультивированный (1) | 159.5/5.4 | 180.8/6.2 | 198.7/6.8 | 2385.4/81.6 | 2924.4/100.0 |
| Без ПСП (2) | 126.2/30.2 | 90.4/21.6 | 201.9/48.2 | – | 418.5/100.0 |
| С ПСП (3) | 154.5/16.7 | 531.5/57.5 | 238.8/25.8 | – | 924.8/100.0 |
| Откос без ПСП (4.2) | 191.8/95.2 | 4.7/2.3 | 5.0/2.5 | – | 201.5/100.0 |
| Всего | 632.0/14.1 | 807.4/18.1 | 644.4/14.4 | 2385.5/53.4 | 4469.2/100.0 |

Таблица 4. Ресурсы травостоя и кустарников на отвалах

| Тип отвала и стадия | Видовой состав трав, % | Фитомасса, ц/га |
|---------------------------------------|------------------------|-----------------|
| Без рекультивации, пионерная | 40Лк20Кр20Мд20Тх | 0.5–1 |
| Без рекультивации, водоем, сложная | 45Кр27Тх10Мд9Пщ9Яд | 10–30 |
| Без ПСП, пионерная (1–6 лет) | 30Кр25Мд20Лк15Пщ5Яд5Тх | 2–15 |
| Без ПСП, кустарниковый склон, сложная | 27Кр27Лк18Пщ18Мд10Яд | 1–2 |
| Без ПСП, водоем, открытая | 50Кр20Тх10Яд10Лк10Дк | 1–3 |
| С ПСП, пионерная (1–3 года) | 31Лк21Пщ16Кр16Мд16Тх | 20–30 |
| С ПСП, открытая (4–15 лет) | 35Лк25Лк20Мд10Пщ5Яд5Тх | 15–20 |
| С ПСП, сложная (26–32 года) | 28Кр24Лк20Мд16Тх8Пщ4Яд | 15–30 |

Примечание. Лк – лекарственные; Кр – кормовые; Мд – медоносные; Тх – технические; Пщ – пищевые; Яд – ядовитые; Дк – декоративные.

Легкий механический состав горной породы, оказавшейся на дневной поверхности, в сочетании с низким плодородием определяют слабую скорость формирования напочвенного покрова и закрепление верхнего горизонта почвогрунтов.

На выровненных отвалах без ПСП формируется однородная среда, но создание лесных культур сосны и ели с междурядьями зоохорной облепихи, которую заносит птицы, приводит к образованию более разнообразных фитоценологических условий.

На отвалах с нанесением ПСП (20.7 %) наблюдаются наиболее динамичные процессы фитоценоза. Вначале бурно разрастается сорная растительность высотой более 1.5 м (1–3 года), затем преобладают злаки, и к 25 годам формируется мозаичный травостой с монодоминантными ассоциациями, характерными для сложной стадии формирования отвалов (Ефимов, Шишкин, 2014).

На откосах (4.5 %) с постоянной эрозией преобладают мозаичные травяно-кустарниковые ассоциации, где доминируют зоохорные ягодники (облелиха, черная смородина, ирга) и донник – пионеры техногенных поверхностей. Подошвы склонов и западины с закончившейся эрозией активно зарастают кустарниками и деревьями. Через 2 года техногенные поверхности

с открытым грунтом периодически покрываются цветущим донником.

Распределение по сукцессионным стадиям связано с историей рекультивации и возрастом отвалов, но имеет свои закономерности в зависимости от применяемой технологии (табл. 3). По стадиям преобладают сложные, на втором месте мозаичные – от пионерных до сложных, и менее пятой части приходится на начальные пионерные и открытые стадии, что характерно для отвалов не старше 15 лет. По типам рекультивации комплекс мозаичных стадий преобладает на отвалах без ПСП (65.7 %), более прогнозируемо и последовательно стадии сменяются на отвалах с ПСП и при создании лесных культур (рис. 3).

Наибольшие объем и разнообразие биологических ресурсов представлены напочвенным покровом. Сложно разделить свойства растений. Так, например, донник идет для сборов как лекарственное растение, одновременно он является хорошим медоносом и кормовым растением. В связи с этим приводится условное деление по преобладающим свойствам растительности и общим закономерностям их формирования (табл. 4).

Лекарственные растения доминируют на молодых отвалах без рекультивации, кормовые увеличивают свою долю с возрастом отвалов,

Таблица 5. Урожайность грибов и облепихи (кг/га) по типам отвалов

| Тип отвалов (технология, сукцессия, стадия) | Мс | Пс, Пб | Гр | Ср, Вл | Об |
|--------------------------------------------------------|-----|--------|----|--------|-----|
| Фоновый зональный березовый колок | – | – | 3 | – | – |
| Без рекультивации, эрозийный–лесной, пионерный сложный | – | 3 | 2 | 5 | 280 |
| Без рекультивации, травянистый–лесной, сложный | 1 | 4 | 3 | 15 | – |
| Без ПСП, лесные культуры сосны, открытый | 300 | – | – | – | 60 |
| Откос, лесной, открытый | 50 | – | – | – | 220 |
| С ПСП, кустарниковый–лесной, сложный | – | – | – | – | 340 |

Примечание. Мс – маслята; Пс, Пб – подосиновики и подберезовики; Гр – грузди; Ср, Вл – сыроежки и валуи; Об – облепиха.

рекультивированных под сельхозугодья. На старых отвалах возрастают разнообразие растительности и спектр их хозяйственного значения. Отвалы с ПСП на сложной стадии дают запас кормовых растений более 10 ц/га, что сопоставимо с естественными пастбищами и покосами. Медоносные растения представлены примерно одинаковыми долями, но их видовой состав резко меняется от донника пионерной до василька сложной стадии. Пищевая ценность растительности отвалов с возрастом снижается, поскольку пионерная облепиха к 20 годам начинает деградировать и снижает свое плодоношение. К этому времени благодаря птицам и соседству садовых участков на отвалах можно встретить черную смородину, обыкновенную и черноплодную рябины, сибирскую яблоню, землянику, клубнику, костянику. Однако их общий урожай не может компенсировать урожайность облепихи, которая при проективном покрытии 30–70 % составляет до 1000 кг/га. В то же время состояние и урожай отдельных видов ягодных и плодовых растений позволяют рекомендовать создание искусственных плантаций для получения пищевой продукции.

Состав и плодоношение съедобных грибов тесно связаны с произрастанием и породным составом древостоя, поскольку они являются их симбионтами. На отвалах с ПСП и развитым травостоем грибы отсутствуют. В связи с размножением спорами грибы быстро осваивают пригодные местообитания и уже на отвалах 3–5 лет вначале формируют мощную микоризу, а затем и плодовые тела, чаще гнездового расположения, что не встречается в естественных условиях (рис. 4).

Среднеголетняя урожайность маслят в сосновых культурах 5–8 лет составляет 300 кг/га, а максимальная при благоприятных погодных условиях – до 1.5 т (табл. 5).

В естественных зональных сосновых молодняках урожайность масленка зернистого не пре-

вышает 25 кг/га, а позднего еще ниже (Шишкина, 1979; Ратова, 2014), что на порядок выше естественных биотопов. Кроме того, плодовые тела поздних маслят образуются в середине лета, что не характерно для этого вида, и плодоношение продолжается до заморозков, т. е. на 2–2.5 мес дольше. При этом зараженность грибными паразитами плодовых тел очень низкая и началась только через 7 лет после посадки лесных культур и через 4 года после начала массового плодоношения грибницы.

Кадастр охотничьих ресурсов отвалов Бородинского угольного разреза, определенный по кормовой и защитной емкости местообитаний, – 173.8 тыс. руб. Ежегодная продуктивность охотничьих угодий отвалов – 40, а зональной, окружающей лесостепи – 9 руб./га, т. е. почти в 4 раза меньше. Этому способствуют ограниченное посещение территории отвалов, возможность контролировать пресс охоты и действие фактора беспокойства. По этой же причине, а также с учетом уникальности формируемых местообитаний (возможности обитания редких видов) относительно окружающей биотопической структуры антропогенного (аграрного) ландшафта целесообразно на посттехногенных территориях организовывать региональные ООПТ на уровне памятника природы или комплексного заказника. По данным Ю. А. Манакова (2012), на отвалах встречается больше редких видов растений, чем на окружающей территории, что подтверждает создание техногенных уникальных местообитаний. Организация и содержание ООПТ на посттехногенных территориях может ускорять процесс реабилитации нарушенных площадей и представлять эффективное компенсационное мероприятие по снижению ущерба от деятельности недропользователей.

Экспериментальное выращивание сельскохозяйственных культур показало низкую биологическую продуктивность отвалов, рекультивированных под сельхозугодья. Даже на старых

отвалах (28–32 года) с ПСП и фрезерованием почвогрунтов урожайность картофеля и других культур (морковь, свекла) более чем в 30 раз ниже зональной нормы. Наиболее эффективно оказалось внесение органического удобрения (навоза, куриного помета), которое незначительно повышает урожайность только на молодых отвалах с ПСП и в 3.5 раза без ПСП. Это свидетельствует о недостатке азота в почвогрунтах и отсутствии их собственного плодородия, формируемого длительное время в результате деятельности педобионтов и травянистой растительности, развитие которых зависит от физико-химических свойств поверхностных образований отвалов.

В засушливые сезоны (2010, 2012, 2015 гг.) наблюдалась максимальная урожайность картофеля на старом отвале, затем – свежем с ПСП и относительно низкая – на отвале без ПСП. Во влажные годы (2011, 2013, 2014) эта закономерность нарушалась и урожайность свежего отвала с ПСП была выше старого. В течение 10 лет не выявлено изменения урожайности картофеля при посадке на одном месте и при ежегодном добавлении «залежи».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Техногенные ландшафты обладают разнообразным (рыболовство, пляжный отдых, садоводство, собирательство дикоросов, гоночные трассы и проч.) и высоким рекреационным потенциалом. Требуется изменение стратегии использования посттехногенных территорий и отказ от возврата земель в прежнюю категорию (сельскохозяйственную). Необходимо зонировать отработанные территории месторождения по направлениям рекультивации с учетом потребностей и дальнейших форм использования. Приоритетным должно быть лесозаращивание отвалов, которое при низких затратах дает больший экологический, а в плантационном варианте и экономический эффект. Отвалы горных пород представляют динамическую структуру по технологии формирования и возрасту разнообразных местообитаний, не встречаемых в природных условиях. Биологические ресурсы отвалов обладают низким потенциалом выращивания пропашных сельскохозяйственных культур, но перспективны для пчеловодства и использования растительности как кормовых угодий, сбора ягод и съедобных грибов, создания плантаций по выращиванию древесных пород. Получен-

ные результаты с учетом понимания закономерностей первичных сукцессий позволяют моделировать урожайность биологических ресурсов в зависимости от технологии рекультивации и возраста горных отвалов.

Авторы выражают признательность управлению Бородинского разреза за содействие в проведении полевых исследований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Андроханов В. А., Куляпина Е. Д., Курачев В. М. Почвы техногенных ландшафтов: генезис и эволюция. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2004. 151 с.
- Андроханов В. А., Курачев В. М. Почвенно-экологическое состояние техногенных ландшафтов: динамика и оценка. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2010. 224 с.
- Ефимов Д. Ю., Шишкин А. С. Растительный покров рекультивированных отвалов угольных разрезов Канской лесостепи // Изв. Самар. науч. центра РАН. 2014. Т. 16. № 5. С. 190–195.
- Зеньков И. В. Рекультивация нарушенных земель в угледобывающих регионах с развитым земледелием. Красноярск: Сиб. фед. ун-т, 2010. 314 с.
- Зеньков И. В., Баркова В. И., Юронен Ю. П., Нефедов Б. Н., Нефедов Н. Б. Исследование формирования растительной экосистемы на горнопромышленных ландшафтах угольных разрезов в условиях Азиатского низкогорья с использованием ресурсов дистанционного зондирования Земли // Уголь. 2016. № 7. С. 79–81.
- Ивакина Е. В. Растительный покров карьерно-отвальных комплексов в дальневосточных лесостепных ландшафтах (на примере Павловского угольного месторождения): автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.02.08. Владивосток: Дальневост. фед. ун-т, 2016. 24 с.
- Ивакина Е. В., Осипов С. В. Естественное и искусственное лесовосстановление в горнопромышленных ландшафтах Дальнего Востока России // Сиб. лесн. журн. 2016. № 2. С. 6–21.
- Кирюшина Е. В. Обоснование технологий горнотехнической рекультивации земель при совмещении с производством вскрышных работ (на примере Канско-Ачинского угольного бассейна): автореф. дис. ... канд. техн. наук: 25.00.36. Иркутск: Иркут. гос. техн. ун-т, 2013. 22 с.
- Климова О. А. Естественное лесовозобновление на отвалах угольных разрезов Кузбасса: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.02.08. Томск: Нац. иссл. Томск. гос. ун-т, 2018. 16 с.
- Куприянов А. Н., Манаков Ю. А., Баранник Л. П. Восстановление экосистем на отвалах горнодобывающей промышленности Кузбасса. Новосибирск: Акад. изд-во «Гео», 2010. 160 с.
- Манаков Ю. А. Восстановление растительного покрова в техногенных ландшафтах Кузбасса: автореф.

- дис. ... д-ра биол. наук: 03.02.08. Новосибирск: Новосиб. гос. агр. ун-т, 2012. 24 с.
- Осинов С. В., Гуров А. А. Детальное картографирование техногенных ландшафтов // Геогр. и природ. ресурсы. 2016. № 1. С. 156–163.
- Ратова М. Р. Экологическая приуроченность съедобных грибов лесных насаждений Красноярской лесостепи: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.02.08. Красноярск: Ин-т леса им. В. Н. Сукачева СО РАН, 2014. 18 с.
- Уфимцев В. И. Опыт и современное состояние лесной рекультивации в Кузбассе // Сиб. лесн. журн. 2017. № 4. С. 12–27.
- Шишикин А. С. Ландшафтно-экологическая организация местообитаний лесных охотничьих животных в Сибири: автореф. дис. ... д-ра биол. наук: 03.00.16. Красноярск: Ин-т леса им. В. Н. Сукачева СО РАН, 2006. 44 с.
- Шишикин А. С. Организация исследований техногенных территорий // Сиб. лесн. журн. 2016. № 2. С. 102–119.
- Шишикина О. Э. Продуктивность съедобных грибов в сосняках Красноярского Приангарья и методы ее учета при лесоустройстве: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.03.02. Красноярск: Сиб. технол. ин-т, 1979. 19 с.

BIOLOGICAL RESOURCES OF COAL DUMPS (ON THE EXAMPLE OF BORODINSKIY COAL MINE)

A. S. Shishikin, D. Yu. Efimov, R. T. Murzkmator

*Federal Research Center Krasnoyarsk Scientific Center, Russian Academy of Sciences, Siberian Branch
V.N. Sukachev Institute of Forest, Russian Academy of Sciences, Siberian Branch
Akademgorodok, 50/28, Krasnoyarsk, 660036, Russian Federation*

E-mail: alexandr.shishikin1950@gmail.com, dnsfmv@gmail.com, takcator_m@mail.ru

The results of the assessment of biological resources in the dumps of the Borodinskiy coal mine are given. The habitats of the same ecological capacity are distinguished according to the developed classification and interpretation of space imagery. The habitats are allocated according to the technology of recultivation (4 options), the tendency of the formation of post-technogenic ecosystems (succession – 4) and the age of the dump (formation stage – 4). For each type of habitat, the composition and productivity of grass cover, forest stand, berries, mushrooms, and game are determined. Grass cover is recommended to be used “in the lifetime state”, for example, as honey plants. Haymaking and grazing leads to the degradation of vegetation cover in mountain dumps. The zonal norm of recultivated arable land (with the application of PSP) is reached not earlier than 30 years later. The experiments with planting crops (potatoes, carrots, beets, cucumbers) showed productivity significantly inferior to the zonal norm. Forest plantations (pine, spruce) are developing the most productive first site class and superior zonal norm. The most productive are zoochorny berries plants, while it should be borne in mind that the productivity of sea buckthorn for natural reasons drops rapidly. In addition, it creates a fire-hazardous structure of forest plantations. The yield of edible mushrooms symbiotic with tree species (pine, birch, aspen) is higher than the zonal norm by an order of magnitude. At the same time, in the first 3–4 years entomoparasites do not affect the fruit bodies of mushrooms (there are no worms). The animal population of the dumps is under strong pressure from synanthropic species (raven, forty, black kites), which are attracted by the city dump. At the same time, the productivity of hunting grounds at dumps is 4 times higher than the zonal norm, perhaps this is due to the protection regime of the coalmine. The methodical techniques used and the data obtained with their help allow us to estimate the biological resources of any dumps and predict (modeling) their states. The materials should be applied in assessing the projected impact of mining and the formation of rock dumps on biological resources and planning their further economic use.

Keywords: *quarry dumps, habitat classification, interpretation of space scenes, productivity of woody and grass plants, berries, mushrooms and hunter animals.*

How to cite: *Shishikin A. S., Efimov D. Yu., Murzkmator R. T. Biological resources of coal dumps (on the example of Borodinskiy coal mine) // Sibirskij Lesnoj Zurnal (Sib. J. For. Sci.). 2019. N. 5. P. 109–117 (in Russian with English abstract).*