

«Экология промышленных регионов России»,  
Англия (Лондон), 17–24 октября 2015 г.

*Географические науки*

**СИНГЕНЕЗ И ПРОДУКТИВНОСТЬ  
ЕСТЕСТВЕННОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ  
НА ОТВАЛАХ УГОЛЬНОГО БАССЕЙНА  
КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ**

Дубынина С.С.

*Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН,  
Иркутск, Россия, e-mail: dubynina@irigs.irk.ru*

При открытой добыче бурого угля разрушаются значительные площади ландшафтов, на их месте формируются новые ландшафтные структуры (отвалы). На промышленных отвалах, представляющих собой катастрофическую сукцессию природных геосистем, зарастание нарушенной поверхности происходит без вмешательства человека [7]. В процессе первоначального формирования биогеоценозов прослеживаются четыре стадии сингенетических сукцессий: пионерная, смешанная, сложная и переходная [2]. Степень и скорость естественного зарастания растительностью почвенного покрова зависит от качества вскрышных пород. Вскрышные породы Канско-Ачинского топливно-энергетического комплекса (КАТЭКа) «Березовского угольного разреза» нетоксичны [6]. Основные породы вскрыши представлены: аргиллитами, алевролитами, песчаниками и четвертичными покровными суглинками различной мощности. Породы отвалов имеют высокую водопроницаемость за счет щебнисто-каменистых фракций аргиллитов и мелкозема глинистых пород. В результате этого создается довольно стабильный водный режим, сохраняющий значительные запасы продуктивной влаги, соизмеримые с запасами ее в зональных почвах. На глубине корнеобитаемого слоя общий запас влаги сохраняется в пределах умеренно влажного режима влагообеспеченности.

Объекты и методы исследования. Назаровский природный округ относится к лесостепному поясу со слабоувалисто-равнинной поверхностью, где преобладают фации низинной группы равнинного класса, а также широко распространены фации лугового класса и наиболее характерные группы равнинной и высоких равнин степного класса фаций [8]. В административном отношении Березовский участок расположен в границах Шарыповского района в южной части Красноярского края, в зоне развития Канско-Ачинского теплоэнергетического комплекса (КАТЭКа) на базе освоения открытым способом месторождения бурых углей.

Выбор участков исследования обусловлен особенностями местоположения. Участки характеризуются сложным рельефом системы грядобразных и конусных внешних и внутренних

отвалов, чередующихся с вытянутыми межгрядными впадинами. Первый участок – это внешний отвал, которому более 30 лет. В 1986 г. отвал был террасирован и засажен сосной. Формирование естественных биогеоценозов на склоне внешнего отвала протекает через ряд последовательных стадий (сукцессий). Точки объекта исследования составляют экспериментальный профиль, который составляет следующие позиции: на вершине – элювиальная, на средней части склона – трансаккумулятивная и у подножья отвала – аккумулятивная. Второй участок – молодые внутренние отвалы около угольного разреза, возраст 1–3 года.

Для оценки биологической продуктивности учитывалась надземная масса растений на площадках в 0,25 м<sup>2</sup> методом укосов в 3–5-кратной повторности с разбором на зеленую и отмершую (ветошь, подстилку) части, подземная масса – методом монолитов 10×10 см с глубины 0–20 см почвы [6].

Термический режим территории Шарыповского района в целом отличается значительной континентальностью и временной изменчивостью [1]. Континентальность проявляется в резких колебаниях суточных, месячных и сезонных температур, а также в неравномерном распределении атмосферных осадков в течение года. В равнинной части котловины в год выпадает 350–550 мм осадков, в предгорной части – до 500–600 мм. Максимум приходится на июль и август. За весь теплый период (апрель–октябрь) выпадает две трети годовой нормы осадков, однако количество, характер и время их выпадения значительно изменяется по годам.

Результаты исследования. На свободном субстрате молодого отвала, образованного в результате выхода на дневную поверхность рыхлых четвертичных пород, поселились пионерные растения. Основу пионерной растительности составляют обычно виды сорных растений, которые способны быстро захватывать свободную территорию. Они обладают высокой жизнеспособностью и рядом адаптивных свойств, т.е. хорошей способностью приспосабливаться к неблагоприятным условиям произрастания, более быстрым ростом и укороченным вегетационным периодом, большой энергией размножения [5]. Для травостоя характерно отсутствие сомкнутого надземного яруса. Вначале поселяются растения – пионеры, которые имеют не устойчивый, очаговый характер – это осот полевой (*Sonchus arvensis* L), мать-и-мачеха (*Tussilago farfara* L), льянка обыкновенная (*Linaria vulgaris* Mill), полынь обыкновенная (*Artemisia vulgaris* L). Проективное покрытие травостоя составляет

15-30%. Затем ниже по склону общий фон создает Иван-чай узколистый (*Epilobium polystachyon* L), марь белая (*Chenopodium album* L) с проективным покрытием 50-60%. В силу вышеуказанных причин сообщества, формирующиеся на пионерной стадии, продуцируют незначительную фитомассу [4], зеленая надземная часть составляет 90, подземная – 97 г/м<sup>2</sup>. Основная часть надземной массы сосредоточена в мортмассе, которая состоит из ветоши и подстилki. Средний запас мортмассы – 173 г/м<sup>2</sup>.

Вершина гребня внешнего отвала зарастает простыми смешанными группировками. Породами являются грунтосмеси со слабогумусированным слоем почвы (1,5-2,0 см). Простые смешанные группировки представляют собой следующую стадию сингенеза, которая определяется климатическими, эдафическими факторами и обсеменяемостью видового состава, а также и их количеством. Смешанные растительные группировки в лесостепной зоне поселяются сразу же после прекращения отсыпки отвалов, так как находятся в районе интенсивного земледелия и быстро заселяются сеgetальными растениями с окружающих полей. Общее проективное покрытие на этой стадии возрастает до 60%, травостой в надземном ярусе смыкается. Энергично развиваются, захватывая территорию, удерживая ее за собой, подавляя и заглушая соперников превосходящей энергией жизнедеятельности – это деревья, кустарники и травы с мощным габитусом и мощной корневой системой. Древесный полог составляет подрост березы и сосны. Кустарниковый ярус – облепиха (дичка) с мелкими и горькими плодами. В травяном покрове доминирует донник лекарственный (*Melilotus officinalis* L) и мышиный горошек (*Vicia cracca* L), им принадлежит ведущая роль в формировании растительного покрова и накоплению азота в субстрате. Обогащение субстрата азотом создает условия для поселения дерновинных злаков: пырея ползучего (*Agropyron repens* L), ежи сборной (*Dactylis glomerata* L), вейника Лангсдорфа (*Calamagrostis Langsdorffii* Link). В травостое из группы разнотравья по-прежнему доминирует – Иван-чай узколистый (*Epilobium polystachyon* L), осот полевой (*Sonchus arvensis* L), из видов осок – осока твердовая (*Cxex duriuscula* С.А.Мей). Проективное покрытие, этого сообщества возрастает до 80-90%. Надземная масса и подземная масса смешанной группировки в целом в 5 раз выше, чем на пионерной стадии, главным образом за счет увеличения массы корней. Зеленая часть надземной массы составляет 122, мортмассы – 534, подземной – 1040 г/м<sup>2</sup>.

В середине склона трансаккумулятивной позиции внешнего отвала лесостепной зоны, формируются сложные растительные группировки. Породы представлены в виде грунтосмеси со слабогумусированным слоем почвы

(2 см). Растительные группировки представляют собой открытые пырейно-бобово-разнотравные сообщества. Такие виды как клевер луговой (*Trifolium pretense* L) и ползучий (*T. repens* L) – это виды конкуренты, которые энергично развиваются, захватывают территорию и удерживают ее за собой. При уменьшении зарослей донника поселяются дерновинные и рыхлокустовые злаки: ежа сборная (*Dactylis glomerata* L), овсяница луговая (*Festuca pratensis* Huds), тимофеевка луговая (*Phleum pretense* L), которые массой мочковатых корней удерживают и аккумулируют мелкоземистый элювий. В разнотравье преобладают тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium* L), одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale* Wigg), хвощ полевой (*Equisetum arvense* L). Проективное покрытие 70%. Высота травостоя 30-40 см. Травостой двухъярусный. Высота первого яруса до 40 см, второго – до 15 см. Поселение бобовых видов содействует обогащению почвенного покрова азотом, а это способствует ускорению сингенеза и увеличению зеленой и поземной массы. Зеленая часть надземной массы сложной растительной группировки почти в 3 раза больше, предыдущей группировки. Зеленая часть надземной массы составляет 351 г/м<sup>2</sup>. Мортмасса – 87 и подземная часть – 698 г/м<sup>2</sup>.

Подножие отвала, где растительные группировки находятся в стадии замкнутого фитоценоза со слабогумусированным слоем почвы мощностью 1,5-2,0 см. Поверхность аккумулятивной позиции отвала относительно ровная, встречаются крупные обломки песчаника. Общее проективное покрытие травостоя составляет 90%. Надземная масса возрастает очень резко, достигая 813 г/м<sup>2</sup>. На подземную часть приходится 1579 г/м<sup>2</sup> [3]. Эта стадия характеризуется богатым видовым составом и доминированием рыхлокустовых злаков: ежи сборной (*Dactylis glomerata* L), овсяницы луговой (*Festuca pratensis* Huds), тимофеевки луговой (*Phleum pretense* L). Значительное участие в сложении сообщества принимают бобовые. Из бобовых видов преобладают клевер луговой (*Trifolium pretense* L) и ползучий (*Trifolium Repens* L), чина луговая (*Lathyrus pratensis* L) и гороховидная (*Lathyrus pisiformis* L), горошек мышиный (*Vicia cracca* L). Донник (*Melilotus officinalis* L) в разнотравно-бобово-злаковом сообществе в замкнутом фитоценозе отсутствует, исчезая, он создает благоприятную среду для поселения новых видов луговой растительности. В процессе почвообразования происходит уплотнение субстрата, появляются признаки восстановления облика естественного древесно-травянистого с моховым покровом фитоценоза. Растительные группировки замкнутого фитоценоза представляют березово-сосновый лес с подростом ивы и орляково-высокотравным травостоем, что сравнимо с естественными или зональными

фитоценозами по общему габитусу, проективно-му покрытию и количеству запасов фитомассы. Запасы подземной массы в естественных фитоценозах колеблются от 2034 до 2580 г/м<sup>2</sup>, что в 1,6 раза выше, чем в переходной стадии.

В характере пространственных изменений Березовского участка по запасам растительного вещества, выявлены четкие топологические закономерности. Наибольший запас растительного вещества формируется в лесных биогеоценозах, а минимальный – в «молодых» отвалах нарушенных земель. По отношению подземной и надземной массы рассмотренные сообщества выстраиваются в следующий топологический ряд: лесные > луговые > отвалы.

#### Выводы

Таким образом, выявлены общие закономерности формирования стадий нарушенных земель Березовского угольного разреза. Анализ сингенеза показывает, что пионерная растительность поселяется сразу же после прекращения отсыпки отвалов, так как породы не токсичны. Надземная и подземная масса пионерной стадии продуцирует незначительную массу, которая составляет 25-27%. Вершины молодых отвалов плохо возобновляются в силу неблагоприятных условий водного дефицита. Происходит быстрое пересыхание из-за высокой каменистости и образование у глинистых пород корки, которая не дает проросткам развиваться, потому вершины остаются голыми. Фитомасса смешанной группировки в целом в 5 раз выше пионерной группировки, ее подземная масса составляет 61% от общей массы. Запасы зеленой массы сложной группировки в 3 раза больше смешанной, и в 4 раза больше пионерной группировки. В техногенных ландшафтах лесостепной зоны формируются сообщества переходного характера от сложной группировки к замкнутому фи-

тоценозу за счет развития бобовой растительности фитоценозов первых двух стадий сингенеза. Смены этих двух стадий происходят однотипно, но замещаются разными видами: пырейные сообщества – разнотравной и бобовой растительностью, а группировки с Иван-чаем замещаются – злаковой. Благодаря бобовым растениям и роли рыхлокустовых злаков, а также их подсеиванию, можно за относительно короткий срок повысить скорость формирования на промышленных отвалах устойчивых и высокопродуктивных естественных и искусственных биогеоценозов.

#### Список литературы

1. Буфал В.В., Антипова Н.Д., Долгих И.А. и др. Природные режимы территории первоочередного развития КАТЭКа // Экспериментальные основы географического прогнозирования воздействия КАТЭКа на окружающую среду. – Иркутск: Изд-во Ин-та географии СО РАН, 1984. – С. 47-64.
2. Воронов А.Г. Геоботаника. – М., Изд-во «Наука», 1973. – 383 с.
3. Дубынина С.С. Природно-антропогенная динамика растительного вещества лесостепных геосистем // Мониторинг и прогнозирование вещественно-динамического состояния геосистем Сибирских регионов. – Новосибирск: Наука, 2010. – С. 48-64.
4. Дубынина С.С., Напрасникова Е.В. Состояние биоты на территориях промышленного освоения юга Средней Сибири // География и природ. ресурсы. – 2002. – № 4. – С. 133-135.
5. Кандрашин Е.Р. Сингенез и продуктивность естественной растительности и полукультурфитоценозов на отвалах угольных разрезов Кузбасса // Почвообразование в техногенных ландшафтах. – Новосибирск: Наука, 1979. – С. 163-172.
6. Методы изучения биологического круговорота в различных природных зонах. – М.: Мысль, 1987. – 183 с.
7. Снытко В.А., Нефедьева Л.Г., Дубынина С.С.. Тенденции восстановления нарушенных земель (на примере отвалов угольных разрезов КАТЭКа) // География и природ. ресурсы. – Новосибирск: Наука, 1988. – № 1. – С. 56-61.
8. Снытко В.А., Семенов Ю.М., Мартынов А.В. Ландшафтно-геохимический анализ состояния геосистем КАТЭКа. – Новосибирск: Наука, 1987. – 111 с.

*«Актуальные проблемы науки и образования»,  
Дюссельдорф-Кельн, 31 октября – 7 ноября 2015 г.*

#### Технические науки

### ПРОФОРИЕНТАЦИЯ УЧАЩИХСЯ НА СПЕЦИАЛЬНОСТИ ПО СИСТЕМНОМУ И ПРИКЛАДНОМУ ПРОГРАММИРОВАНИЮ

Наумова А.И.

МОУ «Тверской лицей», Тверь,  
e-mail: a\_naumova\_46@mail.ru

В настоящее время наиболее востребованными являются инженерные специальности, в том числе программисты по системному и прикладному программированию. Подготовка таких специалистов начинается в предпрофильных и профильных классах общеобразовательных учреждений. Необходимо больше уделять внимания теме «Алгоритмизация и програм-

мирование», как непосредственно на уроках, так и вне уроков. Разработка проектов из различных предметных областей предусматривает выполнение определенных этапов: постановка задачи, анализ и исследование задачи, разработка алгоритма, программирование, тестирование и отладка, анализ результатов решения и сопровождение программы. Наглядным примером может служить реферативно-исследовательская работа «Алгоритмы. Области их применения», которую выполнила ученица 9 класса Самохина Е. под руководством преподавателя информатики высшей квалификационной категории А.И. Наумовой. Цель данной работы состоит в приобретении навыков алгоритмизации и программирования при решении задач из различ-