

честве единообразного универсального средства обучения для каждого учебного предмета разрабатывается взаимосвязанный комплекс «дидактических фреймов». Фрейм представляет собой особую форму подачи учебной информации, отражающую структуру научного знания дисциплины, теоретический блок предметного содержания того или иного раздела курса, причинно-следственные связи и функциональные зависимости между всеми понятийными элементами фундаментального естественнонаучного знания. Ди-

дактический фрейм также выполняет функцию контроля и оценки знаний по всем видам учебно-познавательной деятельности.

Таким образом, на всех этапах предложенного подхода проектирования содержательной целостности естественнонаучной подготовки выдерживается основополагающий принцип единства научной картины мира, реализующийся непрерывностью системных связей фундаментального ядра естествознания и учебной информации естественнонаучных дисциплин.

Экология и рациональное природопользование

АНТРОПОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ПРИРОДНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Алябьева Г.Н., Фахрина М.В.*

*Кемеровское представительство ЗАО ГК «Лекс»
*Управление Росприроднадзора по Кемеровской области
Кемерово, Россия*

Горнодобывающие, обогатительные и предельные производства являются одним из наиболее мощных факторов разрушения окружающей среды.

Эксплуатация угольных месторождений Кузбасса, где на ограниченной территории сконцентрированы много миллиардные запасы угля, определяет неизбежную трансформацию естественных ландшафтов в техногенные, обусловленные просадками земной поверхности, землетрясениями, изъятием из недр полезных ископаемых, образованием выемок карьеров и формированием гор отвалов на площади в несколько гектаров (1).

Существующие технологии добычи угля приводят к разрушению основных компонентов биосферы – почвенного и растительного покрова земли, верхних слоев литосферы и гидрологических условий на значительных пространствах.

В результате ведения добычных работ изменяется целостность массива пород, связанное с проходкой горных выработок и скважин, образуются депрессионные воронки подземных вод, обусловленное водоотливом при проходке горных выработок, возникновение техногенных землетрясений, обусловленное изъятием из недр пород и полезных ископаемых, которое может провоцировать природные землетрясения, особенно в сейсмически опасных районах.

Следует отметить, что степень негативного экологического воздействия техногенных ландшафтов, возникающих при добычных работах со временем не снижается.

Кроме того, в результате ведения добычных работ происходит химическое, биологическое и другое загрязнение токсичными компонентами подземных вод, поверхностных водоемов и водотоков, донных отложений, почв, заи-

ление водотоков, замутнение поверхностных вод, загрязнение приземной и подземной атмосфер.

В настоящее время по Кемеровской области нарушенных земель - 62783 га, из них нарушенных земель лесного фонда 1121,63 га.

Не своевременно восстановленные нарушенные земли в большей степени подвержены эрозионным процессам.

Кузнецкий Алатау

Своеобразие рельефа в сочетании с наличием определенных полезных ископаемых (железо, марганец, золото, фосфориты, цеолиты, нефелины и т. п.) способствовало развитию в пределах морфоструктуры Кузнецкого Алатау определенных типов техногенных систем (в порядке их влияния на геологическую среду (ГС): горнодобывающей, лесотехнической, водохозяйственной, городской и, в меньшей мере, транспортной. Наибольшее влияние на ГС оказывает техногенная миграция веществ в пределах тех промышленно-хозяйственных агломераций, где эксплуатация месторождений ведется с обогащением руд и, когда добыча сопровождается водоотливом и сбросом вод в поверхностные водотоки (5).

Влияние на ГС таких факторов как степень и глубина расчлененности рельефа, уклоны поверхности в условиях лесотехнической техногенной системы сказывается, прежде всего, на нарушении почвенно-растительного покрова трелевкой и транспортировкой бревен самоскатыванием при уклонах поверхности более 12° или трелевкой по мелким водотокам с соответствующими результатами — нарушением режима стока, рисунка сети, замутнением, загрязнением и т. п. Нарушение почвенно-растительного покрова приводит к развитию процессов плоскостного смыва почво-грунтов, усилению эрозии, активизации и образованию новых ЭГП.

Не меньшее влияние оказывают эти факторы и на техногенную миграцию вредных (токсичных) веществ и твердых отходов при эксплуатации рудных и неметаллических месторождений. На территории морфоструктуры находятся месторождения: Кия-Шалтырское нефелиновое с открытым способом добычи; железорудные - Таштагольское, Шерегешское, Каз-

ское, Темиртаусское, Сухаринское, обрабатываемых как карьерами, так и шахтами, а также Натальевское золоторудное и Центральный рудник с шахтово-штольневый методом добычи. Наличие небольших, но выровненных площадок, при ярусном строении рельефа и уплощенных водоразделах дает возможность к складированию, а следовательно приводит и к скоплению в их пределах достаточно большого количества твердых отходов (породы), а нередко и самих руд. Выпадающие атмосферные осадки вступают в окислительную реакцию с породами, размывают их и, следуя общим уклонам местности, стекают по разветвленной эрозионной сети. Часть твердой взвеси выпадает из стоков в различных микропонижениях рельефа, в долинах временных водотоков, балках и логах в виде донного мелкоземного осадка. Жидкая же фаза, содержащая многие вредные вещества в количествах, превышающих ПДК, смешиваясь с водами поверхностных водотоков, загрязняет последние.

На аэрофотоснимках места бывших и существующих складирований «пустой» породы, равно как и шлейфы пораженных почво-грунтов хорошо дешифрируются «мертвыми» зонами - отсутствием растительного покрова и своеобразной структурой почв, повсеместным развитием техногенной денудации.

Загрязнению поверхностных водотоков способствует отвод ливневых и дренажных вод карьеров по нагорным канавам и откачиваемых при осушении эксплуатационного горизонта, минуя отстойники, непосредственно в водотоки. Отстойниками же зачастую служат естественные понижения в рельефе, особенно в U-образных и трапециевидных долинах.

Карстовые формы рельефа - западины, воронки, суходолы, особенно не имеющие защитного слоя в виде глинистых отложений или при его малой мощности, способствуют загрязнению грунтовых и подземных вод, так как нередко выполняют роль водоприемников, сбрасываемых рудничных вод (1).

Кроме того, в районах перечисленных выше месторождений, особенно с длительным сроком эксплуатации, отмечается снижение уровня подземных вод на 20 и более метров, что спонтанно влечет за собой возникновение техногенных форм рельефа (провально-суфозионные воронки, овраги, осушение болот и т. п.)

Развитие промышленно-хозяйственных комплексов при значительных уклонах рельефа неизбежно приводит к перепланировке естественной поверхности (подрезка склонов, выемки или насыпи), усугубляющейся строительством подземных коммуникаций, что ведет образованию и увеличению мощности техногенного слоя.

Салаирский кряж

Отличительной чертой рельефа Салаирского кряжа является наличие карстовых форм (воронки, котловины, поноры, сухие лога, пе-

щеры, например, Гавриловские), обязанных своим происхождением мощным толщам карстующихся известняков при, низком залегании уровня подземных вод (2).

Наличие таких полезных ископаемых как золота, полиметаллов в сочетании с лесным богатством оказывают прямое и опосредственное влияние на техногенное преобразование рельефа Салаирского кряжа. Салаирский полиметаллический пояс, включающий медноколчедановое Уськандинское, бокситовое Бердско-Майское, Обуховское, полиметаллов - Первомайское (I, II, III рудники) месторождения, обрабатываются подземным способом, неметаллов (кварциты, известняки, глины) - карьерами, а благородный металл золото - дражным способом. Наибольшее влияние на изменения морфологии и морфометрии рельефа оказывают карьерно-отвальный и дражно-отвальный способы добычи. Последний существенно влияет на изменение режима, рисунка и стока речной сети. Интенсивное развитие оврагов по рекам Касьма, Чебура, Ур, Татарка, Бирюля; оползней по рекам Кандаlep, Чебура, Чумыш, Кара-Чумыш (Кара-Чумышское водохранилище), Касьма, Бачат - все это результат техногенного воздействия на ГС с необратимыми изменениями рельефа.

Добыча серебра и меди с XVIII в. и до наших дней открытым способом (серебряно-медные рудокопи) наложили своеобразный отпечаток на естественный облик рельефа: многочисленные древние «плавильни» меди и серебра на аэрофотоснимках современного рельефа дешифрируются как эрозионные впадины небольших размеров, но с резкими очертаниями в отличие от карстовых форм, имеющих плавные очертания. Многие карстовые воронки и полости заполнены бокситоносными глинами, содержащими минеральные краски и киноварь, разрабатываются.

Своеобразный ландшафт остается после добычи флюсовых известняков и кварцитов открытым способом. Карьеры после окончания их эксплуатации часто затапливаются водой (Толсточи́хинский, Карачки́нский и др.). В местах современных открытых работ (карьеры, котлованы кирпичного сырья) плоские поверхности рельефа, а также балки и лога используются для складирования рудоносных и «пустых» пород. В итоге создается новый карьерно-отвальный тип рельефа со сложным строением местности, состоящий из разнородных урочищ от озер и болот в котлованах до иссушенных вершин отвальных холмов. Сами же карьеры и котлованы, равно как и отвалы-терриконники, претерпевают значительные изменения, присущие новым формам рельефа, как: выколачивание бортов, их осыпание, сползание пород, образование рытвин, промоин, уступов.

Восстановление нарушенных земель чаще всего не производится, что связано не столько с крутизной склонов (до 200 и более), сколько с

выполнением трудоемких инженерных планировок.

Подземные разработки (рудники), помимо спонтанно возникающих рядом с ними селевых агломераций, приводят к глубоким, но локальным изменениям рельефа. В старых отработанных штольнях некоторых рудников (Салаирское РУ) продолжают процессы карстообразования, начавшиеся в результате нарушения гидродинамического равновесия еще в период эксплуатации. На поверхности этот процесс отразился в виде цепочки воронок и котловин оседания, глубина которых достигает 0,8-3,0 м, а нередко и блоковых провалов до 1,5 м. На таких участках возникает новый техногенно-карстовый рельеф, своеобразно изменяющий облик морфоструктуры в целом.

Усугубляется картина рельефа и многочисленными котлованами, естественными, понижениями, заполненными водой, различного рода отстойниками, шламонакопителями, искажающими облик поверхности и загрязняющими окружающую среду.

Пахотные земли в пределах морфоструктуры занимают весьма ограниченные площади, на которых отмечены склоновая эрозия, дефляция почв, сплывы почво-грунтов по склонам и многочисленные просадочные микрозападины, где скапливаются атмосферные осадки и часто образуются верховые болота.

Территория Салаира, находящаяся за пределами промышленной агломерации, на 75-80% занята лесными (таежными) угодьями, ландшафт которых также подвергнут техногенному воздействию. Имеются многочисленные проветки шириной 6 - 10 м, а близ г. Салаира – 30 - 50 м. По просекам проложены тракторные труднопроходимые дороги с глубокой колеей, зачастую наполненной водой.

Вырубки занимают значительные массивы, естественное состояние поверхности которых преобразовано такими ЭГП, как склоновая эрозия, плоскостной и струйчатый смыв, оврагообразование, изменение конфигурации речной и овражно-балочной сети, изменение уклонов поверхности, что ведет к нарушению геодинамического режима, способствующего возникновению обвально-осыпной эрозии склонов, возникновению оползней-сплывов (4).

Колывань-Томская возвышенность

Техногенный тип рельефа с наиболее масштабными, часто необратимыми изменениями, сформирован в основном лесотехнической и сельскохозяйственной системами, примерно в равных пропорциях, развитых на территории Колывань-Томской морфоструктуры.

Лесные массивы, занимающие около 60% территории, подвергаются усиленным разработкам с трелевкой леса тракторами по просекам. Просеки шириной до 10-15 и более метров, вырубки на поймах рек, склонах долин и водоразде-

лов приводят к нарушениям не столько геодинамики склонов, сколько к нарушению гидродинамического равновесия поверхностных и грунтовых вод, загрязнению рек и речек, изменению конфигурации речной сети (1).

На довольно значительных площадях Колывань-Томской возвышенности помимо вырубок, видны локальные участки лесных пожарищ с глубокой эрозией почв, следами струйчатого смыва и зарождающихся оврагов на склонах крутизной более 8-12°. На менее крутых склонах, на местах бывших гарей и вырубок, прослеживается самовосстановление растительной ассоциации, отличной от ранее существовавшей: как правило, это молодая поросль осины и берез. На окультуренных участках - лесопосадках, восстанавливается пихтово-еловая ассоциация.

Сельскохозяйственный тип техногенной системы занимает около 33% территории, причем примерно 18% из, них приходится на пахотные земли, а 15% на сенокосные и пастбищные угодья. Мелиорируемые земли составляют 12%.

Все антропогенные изменения его связаны в основном с изменением морфологического облика поверхности, как следствие ускоренной ее денудации.

Благодаря применению мощных тяжелых сельскохозяйственных машин на пахотных землях помимо развевания и эрозии почв довольно часто отмечаются бороздковая эрозия и уплотнение верхних горизонтов почво-грунтов, а также их оползание. С дефляцией почв и карстообразованием в районе п. Яшкино связано развитие своеобразного дефляционно-карстового рельефа, на который «накладывается» антропогенная плоскостная и линейная эрозия.

На ранних стадиях по берегам прудов активизируется их денудация, вызванная антропогенными оползнями, обвалами, связанными с подмывом берегов. Но постепенно с годами динамика склонов приходит к равновесию: склоны выколаживаются, земляные плотины, перемычки и берега зарастают. На пастбищах отмечаются уплотнения почво-грунтов и их иссушение, вызывающее дефляцию и ускоренную их эрозию.

Существенную роль в изменении морфологии рельефа сыграли карьеры по добыче известняка для Топкинского цемзавода (Топкинский и Можухинский) и карьеры по добыче глин (п. Титово), ПГС в долинах р.р. Томи. Они, приводящие к общему снижению отметок поверхности рельефа, т. к. являются теми антропогенными факторами, которые спонтанно вызывают активизацию экзодинамических рельефо-образующих процессов и явлений (оползни, овраги, эрозия склонов).

Вертикальные планировки местности при производстве агропромышленно-хозяйственного и дорожного строительства, особенно проходка выемок, всевозможные насыпи (грунтовые свалки, складирование различных отходов), неупоря-

доченность бытовых стоков в частном секторе гг. Тайги и Топки привели к значительным изменениям облика рельефа, который еще более видоизменяется под воздействием происходящей линейной эрозии. Овражная антропогенная эрозия в пределах Кольвань-Томской морфоструктуры является самым распространенным экзогенным процессом, чему, по-видимому, способствует почти повсеместное распространение довольно мощной толщи (10-30 м) легких карбонатных пылеватых лессовидных суглинков, легко поддающихся размыву и суффозии.

Нея-Чумышская равнина

Техногенное воздействие на рельеф в данной морфоструктуре выражается через воздействие на него лесотехнической, в меньшей мере сельской селитебной и весьма незначительной сельскохозяйственной техносистем.

При производстве лесозаготовительных работ наибольшие технонагрузки испытывают почво-грунты и растительный покров. «Обнаженные», лишенные почвенно-растительного слоя склоны подвергаются интенсивному воздействию плоскостной и струйчатой эрозии, обуславливающей возникновение оврагов. Нарушения конфигурации неглубоко врезанной речной сети в ее верховьях, приводит к нарушению гидродинамического равновесия склонов и, как следствие, ускоренная механическая суффозия, что способствует образованию провальных и суффозионных воронок на поверхности водоразделов, как правило, перекрытых толщей пылеватых суглинков (водораздел рр. Бенжереп, Сары-Чумыш).

Несколько меньшей дефляции и эрозии подвержены почвы посевных площадей. Здесь преобладающим типом эрозии является бороздковая.

Выположенность рельефа и незначительные уклоны местности в целом, способствуют интенсивному накоплению продуктов техногенеза в виде делювиальных шлейфов у подножия склонов, устьевых частях оврагов и небольших «холмов» (складирование отходов). Рассеивания их почти не происходит, т. к. котловина окружена горными сооружениями. И только при сильных (более 20 м/сек.) юго-западных ветрах, вероятно, вместе с пыльными бурями выносятся часть продуктов техногенеза в сторону открытой Кузнецкой впадины.

Итак, из всех описанных выше морфоструктур Алтае-Саянской горной области, наибольшему техногенному прессингу подвержен рельеф Кузнецкой котловины, он же, в силу своих естественных черт, способствует накоплению продуктов техногенеза.

В целом же, ландшафт данной части Кемеровской области можно охарактеризовать как равнинный, лесостепной. Большая часть морфоструктуры (ЮВ часть ЗСМ) покрыта лесом (24%), около 2-3% занимают болота, а большую

часть составляют сельхозугодья, из которых около 40% занимают пашни, а 23% — сенокосы и пастбища (2,3).

Некоторые авторы считают, что лесотехнический комплекс не играет особой роли в преобразовании рельефа. Это ошибка. За вырубкой лесов следует нарушение влажности почв, режима снеготаяния, поверхностного стока и пр. Все это активизирует экзогенные процессы на земной поверхности, особенно в районах с расчлененным рельефом. Усиливается размыв почв на склонах, вынос, взвешенных веществ с поверхностным стоком, формируются вымоины и овраги, активизируется ветровая эрозия.

Антропогенные накопления в виде насыпных грунтов при дорожном строительстве и карьерно-отвалы при разработке глин и песков приводят: первые - к уплотнению почвогрунтов и развитию дорожной эрозии, вторые - к активизации существующих ЭГП (оползни, овраги) и возникновению новых (склоновая и ветровая эрозия отвальных уступов, механическая суффозия, просадки, как результат нарушения гидро- и геодинамического равновесия массива).

Таким образом, уплощенный рельеф способствует как накоплению по своей поверхности продуктов техногенеза (отсутствие сноса), так и рассеиванию их (преобладающих их распространению).

Чулымо-Енисейская низменность

Антропогенные преобразования рельефа Чулымо-Енисейской впадины связаны, прежде всего, с эксплуатацией тех природных ресурсов, которыми богата эта морфоструктура. К их числу, в первую очередь, относятся лесные массивы и колоссальные запасы бурого угля, разработка которого ведется открытым способом в районе сел Итат-Тисуль. Устройство глубоких выемок-карьеров с отвалами вскрышных пород па бермах (искусственные холмы и гряды) вызывают глубокое необратимое преобразование рельефа и, как правило, сопровождается интенсивным развитием антропогенных процессов, связанных с нарушением естественной структуры пород. К таким процессам относятся: разуплотнение пород, развитие трещиноватости, выветривание, развитие сдвиговых деформаций в откосах, явление пучения слабодиагенетизированных глинистых пород (глин, аргиллитов), фильтрационные и диффузионные деформации, вызванные резким изменением гидрогеологической обстановки в связи с искусственным водопонижением, возникновение или активизация ЭГП (осыпи, оползни, овраги, обвалы, приуроченные к откосам карьеров или горных отвалов).

С процессами суффозии связаны мутьды оседания, распространение которых отмечено на довольно значительном удалении от карьера (район с. Итат). Несколько меньше влияние на изменение рельефа оказывают меньшие по размерам котлованы-карьеры, связанные с добычей

гравия (УПГТ Тисуль) и глин, обеспечивающих работу Мариинских, Тисульских и Чебулинских кирпичных заводов. Воздействие лесотехнической и сельскохозяйственной систем на преобразование ландшафта также велико, если еще учесть, что весь район преимущественно аграрный, единственный город - Мариинск, является центром лесотехнической промышленности (лесопромышленный комбинат, леспромхоз лесопильная и мебельная фабрики, завод технического спирта).

Близость угольных шахт - основного потребителя древесины, способствует развитию лесотехнической техногенной системы со всеми вытекающими последствиями, нарушения микробно-растительного покрова, причем весьма глубоко, в условиях почти сплошной заболоченности лесных массивов (1,5).

В местах сплошных вырубок образуются «болотные озера» - топкие мочажины сплошь затянутые мхами с одиночными угнетенными деревьями. При разработках лесных массивов в заболоченных и заторфованных долинах происходит уплотнение торфа под действием тяжелых механизмов (трелевочных тракторов, тягачей и т. п.) и, как следствие этого, образование вытянутых понижений. В местах разделки древесины идет постепенно накопление отходов в виде возвышенностей, сложной конфигурации. Вырубка леса на уплотненных водоразделах и связанные с ней нарушения почво-грунтов привели к развитию плоскостной и линейной эрозии, нарушению водного баланса, и, как следствие, развитию обширных верховых болот (правобережье р. Кии и её притоков).

Сельскохозяйственные ландшафты в этой морфоструктуре занимают около 23% (3731 км²) ее площади, а сельхозландшафтов, в которых антропогенные воздействия привели к коренным изменениям рельефа еще меньше. К их числу, в первую очередь, относятся по левые и лугово-пастбищные ландшафты, созданные на месте осушенных болотных земель и составляющие всего 3,8% от общей площади последних (8940 км²). Здесь существенно изменена литогенная основа ландшафта микрорельеф и почвы; небольшие локальные западины запаханы, выровнен бугристый рельеф.

Распашка земли коренным образом преобразует круговорот воды, резко усиливая поверхностный сток. Во время снеготаяния, а также летне-осенних ливневых дождей даже на пологих, распаханных склонах долин и водоразделов происходит плоскостной струйчатый смыв почв, образование промоин, оврагов (долины рр. Кия, Яя, Тяжин и их склоны). В сухую весеннюю и осеннюю погоду над пашней с неокрепшими всходами нередко проносятся интенсивные пылевые бури. Водная и ветровая эрозия почв, отмеченная как на пологих склонах, так и на ровных участках водоразделов и террас «диктует» при-

менение специфических защитных средств, например, создание лесополос, что неизбежно приводит к изменениям микроландшафта местности в целом.

Роль техногенного воздействия сельской селитбы на рельеф невелика, но, учитывая тенденцию к урбанизации их, надо полагать, что техногенный прессинг со временем будет усиливаться, примером тому служат поселки Ижморка, Итат и Тисуль. Своеобразный ландшафт отмечается на месте некогда существовавших поселений вдоль Мариинского тракта и по долинам некоторых речушек. Покинутые и ренатуризованные селитебные агломерации имеют свои специфические черты: мелкокурганно-сопочный рельеф с правильным расположением положительных форм.

Техногенное воздействие на рельеф при авто- и железнодорожном строительстве выражается в создании насыпей или выемок, подрезке склонов.

При всем многообразии антропогенного, воздействия на ГС и рельеф, как составляющую, в пределах описываемой морфоструктуры они не достигли еще того критического предела техногенной нагрузки, когда процессы глубокого преобразования ГС становятся необратимыми. Открытость морфоструктуры на север и естественная выположенность ее рельефа способствует интенсивному переносу продуктов техногенеза согласно преобладающим направлениям ветра - с юго-запада и юга на северо-восток и север. Здесь, благодаря повышению отметок рельефа, по направлению к хребту Арга, вероятно, следует ожидать максимальное скопление продуктов техногенеза, перенесенных ветром.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Территориальная комплексная программа охраны окружающей среды Кемеровской области до 2005 года. Том 6. Том 7. АО Новокузнецкий полиграф-комбинат, Новокузнецк. 1993. С.-196.
2. Алябьева Г.Н., Фахрина М.В. Природный потенциал Кемеровской области. Фундаментальные исследования. 11/2007. С.41-43. Мониторинг окружающей среды. Мониторинг окружающей среды, научная международная конференция 9-16 сентября 2007, г. Римини (Италия).
3. Андреева О.С. развитие сети ООПТ Кузнецкого нагорья. Тезисы. / Антропогенная трансформация горных геосистем (Алтай и Саяны). Барнаул, 2001, с. 10-12
4. Крылов Г.В. и другие. Типы леса Западной Сибири. 1958. Новосибирск.
5. Состояние окружающей природной среды Кемеровской области в 1999 году. Доклад. Кемерово, 2000.