© А.Н. Якубович, 2007

УДК 65

А.Н. Якубович

ОЦЕНКА САМОВОССТАНОВИТЕЛЬНОГО ПОТЕНЦИАЛА ТЕРРИТОРИИ ГОРНОПРОМЫШЛЕННЫХ РЕГИОНОВ КРАЙНЕГО СЕВЕРО-ВОСТОКА РОССИИ

Семинар № 14

Процесс освоения территории горнопромышленного региона основан на масштабной разработке месторождений полезных ископаемых, что неизбежно сопровождается нарушением почвенного покрова на значительных площадях и приводит к деградации (вплоть до полного разрушения) существующих на территории экосистем. Даже в случае проведения, по завершении отработки месторождения, работ по рекультивации нарушенных земель, на рекультивированной территории первоначально восстанавливаются лишь весьма примитивные экосистемы. Их развитие и совершенствование до уровня, предшествовавшего разрушению почвенного покрова, осуществляется за счет самовосстановительного потенциала территории и может занимать значительный период времени. Территория Крайнего Северо-Востока России отличается повышенной экологической уязвимостью вследствие суровых природно-климатических условий, обуславливающих низкий самовосстановительный потенциал. Полноценное восстановление отдельных видов высокоорганизованной растительности на территории Магаданской области, нарушенных в результате горных работ, занимает до 130 лет [1, 2], а в условиях Чукотки регенерация лишайникового покрова при нарушении почвенной основы длится столетиями [3]. В то же время очень существенное влияние на темпы регенерации наземных экосистем оказывает состояние территории по окончании рекультивации. Как показывает опыт проведения рекультивационных работ в регионе, на горных выработках обычно осуществляется лишь частичная техническая рекультивация, связанная только с вы-равниванием нарушенного почвенного покрова, и не учитывающая особенности ранее существовавших на участке экосистем [2].

В исторически обозримой перспективе горнодобывающая отрасль остается основой экономического развития северных территорий России. На территории Магаданской области, например, к настоящему времени выделено 113 золотоносных узлов суммарной площадью 84 тыс. км^2. Только в результате деятельности предприятий горнопромышленного комплекса в бассейне р. Колымы ежегодно перерабатывается около 250 млн. м^3 горной массы, из них 240 млн. м^3 – при разработке россыпных месторождений, которая подразумевает полное уничтожение верхней части почвы [2]. В подобных условиях становится очевидной необходимость обязательного учета самовосстановительного потен-

циала территории при разработке экологической части проекта эксплуатации месторождений полезных ископаемых, в первую очередь при выборе метода рекультивации.

Главным фактором, определяющим самовосстановительный потенциал, является солнечная радиация, поглощаемая как непосредственно почвой, так и надпочвенным растительным слоем. Количество и динамика усвоения биомассой экосистем солнечной энергии не только оказывает решающее влияние на темпы их развития, но и во многом обуславливает итоговую ступень этого развития, то состояние гомеостаза, которого достигает экосистема при относительно стабильных внешних условиях. Среднее удельное количество солнечной энергии, приходящее на участок территории единичной площади в течение годового цикла, может использоваться для оценки ее самовосстановительного потенциала и, соответственно, служить критерием геоэкологического районирования территории. Более точная оценка может быть получена при учете динамики поступления энергии на территорию, в первую очередь в течение вегетативного периода.

Самовосстановительный потенциал территории непосредственно определяется среднегодовым тепловлажностным режимом атмосферы в занятом растительностью надпочвенном слое. Однако, поскольку ре-шающий вклад в формирование этого режима оказывает именно количество и динамика приходящей на территорию солнечной радиации, и в силу того, что методы матема-тического моделирования позволяют с необходимой точностью количественно оценивать данные показатели, представляется достаточно обоснованным использовать их для оценки самовосстановительного потенциала. Исключением являются весьма узкие участки территории, непосредственно примыкающие к большим водным массивам, таким, как моря и крупные озера, где необходимо дополнительно учитывать влия-ние на самовосстановительный потенциал достаточно интенсивных процессов теплового переноса между сушей и граничащей с ней водной поверхностью.

Количество солнечной радиации на верхней границе атмосферы, приходящее на перпендикулярную лучам поверхность, является практически постоянной величиной, равной 1,395 кВт/м^2 [4]. Территориальная дифференциация солнечной энергии, поступающей в экосистемы надпочвенного слоя, обусловливается рядом факторов, наиболее значимыми из которых являются географическая широта местности, состояние атмосферы и особенности ландшафта. Географическая широта определяет видимый годовой ход Солнца как динамику двух взаимосвязанных величин: солнечных азимута и зенита. С увеличением широты, при прочих равных условиях, имеет место уменьшение среднегодового количества поступающей в экосистемы солнечной энергии; это сопровождается упрощением их естественной структуры, хорошо заметной на территории Крайнего Северо-Востока [3]. Весьма значительно влияние годового режима прозрачности атмосферы, поскольку доля поглощаемой и рассеиваемой атмосферой солнечной радиации изменяется в очень широких пределах (от 10 % при идеальной атмосфере и малом зенитном расстоянии Солнца до 99 % и более в случаях сильного замутнения или облачности) [4]. Ландшафтные особенности, к которым относятся угол наклона земной поверх-

ности и его азимут, совместно с азимутом и зенитом Солнца определяют угол падения солнечных лучей и, соответственно, количество прямой солнечной радиации на 1 м^2 поверхности. В условиях гористой местности Крайнего Северо-Востока, когда углы наклона земной поверхности значительны, а высота Солнца над горизонтом мала, отдельные участки территории могут вообще не получать прямой солнечной радиации в течение большей части вегетативного периода, что существенно уменьшает их самовосстановительный потенциал.

Важной характеристикой земной поверхности является ее отражательная способность (альбедо). В отличие от остальных вышеперечисленных факторов, которые с достаточной точностью можно считать в среднем неизменными на протяжении длительного времени, альбедо территории закономерно изменяется в процессе регенерации расположенных на территории экосистем; изменение альбедо происходит в соответствии с появлением и последующей эволюцией растительного покрова. Изменение альбедо отличается явно выраженным нелинейным характером, существенно зависящим от типа почвы. На начальном этапе самовосстановления обнаженная почва может иметь значения альбедо от 0,05 (темные почвы) до 0,45 (сухие глинистые или светлые песчаные почвы). При сформированном травяном покрове альбедо составляет в среднем 0,2; на завершающей стадии самовосстановления альбедо определяется видом преобладающего растительного покрова (наиболее типичными для Крайнего Северо-Востока являются хвойные леса с альбедо 0,12 и тундра, где альбедо 0,18). Скачкообразное уменьшение альбедо, как следствие разрушения растительного покрова при горных работах, приводит к существенному увеличению поступающей в обнаженную почву солнечной энергии, а это в свою очередь вызывает увеличение глубины сезонного оттаивания грунтов. На большей части территории Крайнего Северо-Востока грунты находятся в вечномерзлом состоянии, и разрушение вечной мерзлоты сопровождается проседанием, увеличением влажности, и в ряде случаев – заболачиванием; в результате темпы самовосстановления заметно замедляются. Определение рационального значения альбедо почвы для начальной стадии самовосстановления, и осуществление соответствующего типа рекультивации может привести к значительному сокращению сроков регенерации наземных экосистем на территории горных работ.

Для решения задачи районирования территории по уровню самовосстановительного потенциала и определения оптимального типа рекультивации представляется целесообразным использовать геоинформационные технологии как средство для построения специализированной геоинформационной системы, главными компонентами которой яв-ляются фактографическая база и ал-горитмическая часть. Фактографическая база состоит из ряда территориально-привязанных информационных массивов (слоев), сгруппированных по их тематической направленности в соответствии с перечнем основных факторов, учитываемых при определении самовосстановительного потенциала; всего выделяются 4 группы слоев.

Первая группа слоев отражает существующую и потенциальную техногенную нагрузку на экосистемы горнопромышленного региона, и содер-

жит данные об инфраструктуре территории, населенных пунктах, участках проведения горных работ, нарушенных в процессе предшествующей хозяйственной деятельности территориях, границах рудных узлов, местах расположения разведанных месторождений и перспективных площадей. Информационные слои второй группы характеризуют сложившиеся на территории региона экосистемы, и содержат слои с данными о расположении основных почвенных комплексов, участков вечной мерзлоты, видов преобладающей растительности. На завершающем этапе моделирования данная информация используется для определения оптимального типа рекультивации и получения количественных оценок самовосстановительного потенциала территории.

Слои третьей группы характеризуют особенности рельефа местности: изолинии абсолютных отметок, границы рек и водоемов, заболоченные участки местности. На основе данной информации осуществляется определение среднегодового количества и динамики поступления солнечной радиации в надземные экосистемы; при этом поверхность Земли аппроксимируется регулярной совокупностью плоских треугольных элементов, вершины которых совпадают с земной поверхностью. Четвертая группа информационных слоев формируется на основе многолетних климатических данных, характеризующих среднегодовую динамику состояния атмосферы, и служит для моделирования процессов прохождения солнечной радиации через атмосферу Земли.

При выполнении районирования горнопромышленного региона в целом, представляется целесообразным формировать фактографическую базу на основе картографической информации масштаба 1:1 000 000, а уточнение самовосстановительного потенциала и определение оптимального вида рекультивации на территории планируемого проведения определенных видов горных работ выполнять на основе данных масштабов 1:100 000 – 1:200 000.

Алгоритмическая часть геоинформационной системы осуществляет моделирование годового движения Солнца по эклиптике, определение доходящих до наземных экосистем средних значений солнечной радиации, анализ динамики поглощения экосистемами энергии, оценку самовосстановительного потенциала и определение оптимального вида рекультивации (обеспечивающего наиболее быструю и полную регенерацию наземных экосистем). Выбор состава работ по рекультивации осуществляется исходя из условия обеспечения оптимального значения альбедо территории по окончанию рекультивации, на начальном этапе самовосстановления экосистем. Основными количественными показателями, характеризующими самовосстановительный потенциал территории, являются ожидаемое время полного восстановления надземной экосистемы T_{reg} (определяемое от момента завершения оптимального для данного участка вида рекультивации до формирования стабильного, на протяжении не менее 100 лет, растительного покрова), и коэффициент восстановления K_{reg}, отражающий степень совпадения восстановленной экосистемы с исходной, существовавшей до начала горных работ. Результаты моделирования самовосстановительного потенциала отображаются на итоговых информационных слоях в виде значений T_{reg} и K_{reg} для отдельных участков, ли-

бо в виде изолиний этих значений на всей рассматриваемой территории – при геоэкологическом районировании горнопромышленного региона в целом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Дружинина О.А.* Динамика растительности в районах освоения Крайнего Севера // Сообщества Крайнего Севера и человека. – М.: Наука, 1985. – 184 с.
2. *Якубович И.А.* Геоэкологические особенности Магаданской области. – Магадан: Изд-во «Кордис», 2002. – 180с.
3. *Север* Дальнего Востока // Природные условия и естественные ресурсы СССР. - Отв. редактор Н.А. Шило. – М.: Наука, 1970. – 488 с.
4. *Хриган А.Х.* Физика атмосферы. Том 1. – Л.: Гидрометеоиздат, 1978. – 242 с.

Коротко об авторах

Якубович Анатолий Николаевич – кандидат технических наук, филиал Российского государственного гуманитарного университета, г. Магадан.

Д И С С Е Р Т А Ц И И

ТЕКУЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ЗАЩИТАХ ДИССЕРТАЦИЙ ПО ГОРНОМУ ДЕЛУ И СМЕЖНЫМ ВОПРОСАМ

Автор	*Название работы*	*Специальность*	*Ученая степень*
ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
КОПЫЛОВ Андрей Борисович	Обоснование параметров крепления подготовительных и очистных выработок на основе комплексной оценки горно-геологических условий угольных месторождений	25.00.20	д.т.н.
ТИТОВ Денис Юрьевич	Расчет воздухообмена в подземных камерах и помещениях административно-бытовых комплексов надшахтных зданий шахт Подмосковного бассейна	05.26.01	к.т.н.