

УСТОЙЧИВОСТЬ ЛАНДШАФТОВ МЕСТОРОЖДЕНИЙ БУРОГО УГЛЯ СЕВЕРНОГО ОХОТОМОРЬЯ

© 2014 Е.А. Тихменев, А.А. Пугачев, Г.В. Станченко

Институт биологических проблем Севера ДВО РАН
Северо-Восточный государственный университет, г. Магадан

Поступила 09.01.2014

Рассматриваются вопросы устойчивости ландшафтов района месторождений бурого угля на северном побережье Охотского моря. Излагаются результаты изучения продуктивности основных типов почвенно-растительных комплексов, дается оценка глубины и особенностей трансформации уникальных природных ландшафтов. Делается вывод о необходимости разработки специальных природоохранных мероприятий и технологических решений для оптимизации природопользования при добыче минерального сырья.

Ключевые слова: почва, растительность, продуктивность, бурый уголь, побережье, многолетняя мерзлота

На угленосной площади северного побережья Охотского моря имеется три разведанных бурого угольных месторождения – Мелководнинское, Адам-Улаханское и Ланковское [1]. Мелководнинское месторождение с общими геологическими запасами 2.43 млрд. т углей расположено в 120 км от Магадана. Основные группы растений-торфообразователей – различные виды кустарничков, злаки, осоковые и сфагновые мхи, в составе которых доминируют азот, кремний, кальций, калий и магний. Наиболее богаты кремнеземом листья осоки, пушицы и сфагновые мхи, что неблагоприятно сказывается на жизнедеятельности микрофлоры, разлагающей их опад и определило процесс накопления значительных объемов слабо минерализованной отмершей растительной массы. Эти бурого угольные месторождения планируются к разработке [4;5].

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Согласно природному районированию российской Дальнего Востока район исследований относится к Приохотской провинции Яно–Колымской физико-географической области [9]. С геоботанической точки зрения А.Т. Реутт [7] рассматривает эту территорию как приморскую часть горной области кедровниковых стлаников и лиственнично-березовых лесов охотского побережья. А.П. Хохряков относит территорию к Прибрежно-Охотскому флористическому району

[11]. Основной лесобразующей породой является лиственница Каяндера (*Larix cajanderi* Mayr), на долю которой приходится 41% покрытых лесом земель и формирующая в районе месторождений главным образом редколесья и редины. Большая часть лесопокрытой площади (до 54%) рассматриваемой территории приходится на кедровый стланик (*Pinus pumila* (Pall.) Regel), занимающего самые различные элементы ландшафтов. Своеобразие экосистем района исследований определяется суровым климатом с малой суммой активных и положительных температур, коротким теплым и продолжительным холодным периодом, длительным или постоянно мерзлым состоянием грунтов [1]. Природные комплексы характеризуются очень низкой продуктивностью и заторможенным биологическим круговоротом [3]. В то же время, территория район месторождений имеет высокую природную ценность в силу её определяющего значения для сохранения биологической продуктивности Тауйской губы Охотского моря и нерестовых рек Северного Охотоморья.

Целью исследований явилась оценка устойчивости почвенно-растительных комплексов уникальной территории, где широко представлены водно-болотные комплексы, с определением глубины и особенностей возможной трансформации ландшафтов в районе месторождений бурого угля в процессе природопользования. В исследованиях применялись общепринятые методы изучения [6].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Растительность

Район месторождений характеризуется бедным флористическим составом растительных сообществ и широким развитием криогенных форм мезо-, микро- и нанорельефа. Видовое разнообразие растительности определяется относительно немногими семействами, которые можно расположить по мере уменьшения видового обилия в

Тихменев Евгений Александрович, кандидат биологических наук, доцент, заведующий лабораторией геоботаники института биологических проблем Севера ДВО РАН, профессор кафедры биологии и химии Северо-Восточного государственного университета, etikhmenev@bk.ru; Пугачев Алексей Александрович, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник института биологических проблем Севера ДВО РАН, apugachev@ibpn.ru; Станченко Галина Валерьевна, аспирант кафедры биологии и химии Северо-Восточного государственного университета, младший научный сотрудник лаборатории геоботаники института биологических проблем Севера ДВО РАН, Galina_Stanchenko@ibpn.ru

следующем порядке: Poaceae < Cyperaceae < Asteraceae < Rapunculaceae < Caryophyllaceae < Brassicaceae < Rosaceae < Saxifragaceae < Polygonaceae < Salicaceae < Fabaceae < Juncaceae < Scrophulariaceae < Ericaceae. Преобладающее положение трех семейств – Poaceae, Cyperaceae и Asteraceae, значительно превышающих по количеству видов все остальные семейства, вообще характерно для флор бореально-умеренного типа. Род *Carex* на рассматриваемой территории в пре-

делах процветающего семейства осоковых является наиболее жизненным в современных условиях существования северных флор. Среди высших споровых, особенно папоротниковидных и плауновидных, немало реликтовых видов, сохранившихся лишь в единичных пунктах на побережье. Биоморфологический анализ показывает, что во флоре здесь преобладают травянистые растения, составляя 89.6% флористического списка [10].

Таблица 1. Надземная биомасса кедрово-стланиковых фитоценозов, т/га сухой массы

Структура биомассы	Кедровник*		
	1	2	3
Надземная биомасса	59,56	83,75	67,27
Фитомасса	42,26	54,63	58,69
в т.ч. кедровый стланик	36,46	51,04	56,30
кустарники, кустарнички	1,59	2,59	1,05
травы	-	-	0,93
мхи, лишайники	4,21	1,00	0,41
Отмершие части растений	17,30	29,12	8,58
в т.ч. кедровый стланик	15,93	26,53	7,30
кустарники, кустарнички	1,37	2,59	0,91
травы	-	-	0,37

Примечание: * 1 – шикшево-лишайниковый; 2 – багульниково-брусничный; 3 – шикшево-долгомошный; - данные отсутствуют.

Таблица 2. Запасы и структура надземной биомассы лиственничных лесов и редколесий, т/га сухой массы

Структура биомассы	Лиственничники*			
	1	2	3	4
Надземная биомасса	18,35	57,02	44,44	103,31
Фитомасса	13,36	50,89	40,27	96,70
Древостой лиственницы	7,61	34,17	36,41	85,75
Подрост лиственницы	0,28	13,82	1,04	9,22
Подлесок	1,57	0,13	1,15	0,53
в т.ч. кедровый стланик	0,84	0,04	-	0,47
береза Миддендорфа	0,57	0,09	1,15	сл.
Ольховник кустарниковый	0,16	-	-	0,06
Травы и кустарнички	3,90	2,77	1,67	1,20
Отмершие части	4,99	6,13	4,17	6,91
в т.ч. ветви лиственницы	3,05	2,16	1,09	0,33
сухостой лиственницы	1,52	0,70	1,52	3,13
валеж древостоя	-	1,49	-	1,31
хвоя и листья	0,42	1,78	1,56	2,14

Примечание: * 1 – осоково-сфагновое редколесье; 2 – бруснично-лишайниковое редколесье; 3 – зеленомошно-брусничный лиственничник; 4 – разнотравно-хвощевый лиственничник; - данные отсутствуют

Лесные сообщества представлены главным образом низкополнотными насаждениями с полнотой, не превышающей 0,3-0,4, низкой продуктивности с преобладанием Va-Vб классов бонитета. К долинным участкам ландшафта приурочены кедровники шикшево-долгомошные с сомкнутостью 0,9-1,0, высотой 3,0-4,8 м и возрастом около 250 лет. Надземная биомасса кедрово-стланиковых фитоценозов представлена в табл. 1. Типичными компонентами кедрово-стланиковых сообществ являются ольховник кустарниковый (*Alnaster fruticosus* (Rupr.) Ledeb), береза Миддендорфа (*Betula middendorffii* Trautv. Et. C.A. Mey.), высотой 0,8-1,5 м, рябинник рябинолистный (*Sorbaria sorbifolia* (L.) A. Br.) – 0,5-0,6 м. Лист-

венница формирует верхний полог леса. Кустарниковый ярус представлен *Rhododendron aureum* Georgi, высотой 0,3-0,5 м и *Spiraea betulifolia* Pall. – 0,5-0,8 м. Проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса достигает 70%, здесь доминантами являются *Empetrum nigrum* L. до 30%, *Ledum decumbens* (Ait.) Lodd. ex Steud. – 20%, *Vaccinium vitis-idaea* L. – 10%, *Carex rotundata* Wahlenb. – 5%. Мхи занимают 80% поверхности, из них на *Polytrichum commune* Hedv. и *Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt. приходится 20%. Лишайники, в том числе *Cetraria islandica* (L.) Ach., *Cladonia furcata* (Huds.) Schrad. и *C. rangiferina* (L.) Web., распространены диффузно. На пойменных участках, на галечниковых косах встречаются

рощицы чозении (*Chosenia arbutifolia* (Pall.) A. Skvortsov).

На высоких (2,5-3,0 м над межленным уровнем реки) частях пойм произрастают лиственничники разнотравно-хвощевые. Здесь многолетняя мерзлота отсутствует, сезонная исчезает к середине июля. К первой террасе (3-4 м над урезом реки) приурочены лиственничники зеленомошно-брусничные. Почвенный покров образуют старопойменные торфянистые и торфяные почвы, различающиеся между собой по наличию или отсутствию оглеения и степени разложения торфянистых горизонтов. Верхние части минеральной толщи почв легкосуглинистые или супесчаные, нижние, обычно, песчаные. На глубине 40-90 см они подстилаются щебнисто-галечниковым аллювием. Многолетняя мерзлота отсутствует, сезонная исчезает в конце июля. На более высоких отметках, на плакорах и водораздельных участках распространены лиственничные леса и редколесья также невысокой продуктивности. Запасы и структура надземной биомассы лиственничных лесов и редколесий приведены в табл. 2.

По долинам рек и ручьев, в озерных котловинах и на низменностях встречаются осоково-пушицево-моховые болота с *Eriophorum polystachyon*, *E. vaginatum*, *E. russeolum*, *Carex rotundata*, *C. stans*, реже *C. lugens*. По широким речным долинам и плоским выровненным водоразделам

развиваются низинные осоково-сфагновые и кустарничково-осоковые болота. Определенное участие в формировании растительного покрова характеризуемого района принимают комплексные бугристо-мочажинные болота, обязанные своим происхождением многолетней мерзлоте. Отмечается наличие кочкарных кустарничково-моховых тундр с тундровыми глеевыми почвами. Как правило, почвы болот подстилаются мерзлыми органо-генными и минеральными породами. В составе их деятельного слоя можно встретить маломощные тяжелосуглинистые или слоистые песчано-супесчаные горизонты. Средняя мощность генетического профиля болотных почв не превышает 0,5 м. Он нарастает сверху вниз и в итоге формируется природное образование, в котором материнской породой служат, вероятно, как нижние, так и верхние торфяные горизонты, измененные процессами почвообразования в наименьшей степени.

Почвенный покров

В соответствии с почвенно-географическим районированием Магаданской области в масштабе 1:2500000 [2] территория Ланковского и Мелководнинского месторождений бурого угля приурочена в Ямско-Тауйско-Охотской провинции подзолов иллювиально-гумусовых, подбуров и подзолов.

Таблица 3. Аналитическая характеристика криоземов грубогумусовых

Горизонт	Глубина, см	pH H ₂ O	Гумус по Тюри-ну, %	Г.к.*	Обменные основания			V, %
					Ca	Mg	Сумма	
					мг-экв/100 г почвы			
AOv	0-5	4,1	-	48,8	22,4	18,8	41,2	46
Bgh	2-11	3,4	10,5	49,0	6,2	3,9	10,1	17
Bg	12-22	4,5	2,9	5,0	5,0	4,4	9,4	65
BCgh	25-35	4,7	1,5	4,6	5,8	2,2	8,0	63
BCg	40-50	4,8	1,9	2,0	11,8	3,9	15,7	89

Таблица 4. Аналитическая характеристика торфяно-глееземов

Горизонт	Глубина, см	pH _{KCl}	Гумус по Тюрину, %	Г.к.	Обменные основания		Степень насыщенности, %
					Ca	Mg	
					мг-экв/100 г почвы		
O1	0-8	3,4	95,2*	-	13,4	9,3	-
O2	8-18	3,4	92,2*	26,5	24,0	9,9	56
O2AO	18-27	4,0	47,1*	17,3	23,1	9,7	65
G ₁ h	30-35	3,6	3,2	0,9	6,7	8,2	95
G ₂ h	35-45	3,7	6,6	4,0	7,7	7,8	79

Присутствие надмерзлотного оглеения. Фоновыми являются торфяные болотные льдистомерзлотные и торфянистые почвы. Явно подчиненное положение имеют таежные торфянисто-глеевые почвы в Ямско-Магаданском приморском долино-цокольно-увалистом районе.

Основными факторами, обуславливающими дифференциацию почвенно-растительного покрова территории, являются различия в характере атмосферного увлажнения, термических условий

и продолжительности теплового периода, поверхностного и внутрипочвенного дренажа, а также наличие или отсутствие мерзлотного водоупора.

Здесь формируются различные подтипы, роды и виды подзолов иллювиально-гумусовых, различающихся между собой по мощности органо-генных и подзолистых горизонтов, наличию или отсутствию в почвенном профиле многолетней мерзлоты и, соответственно, глееватые торфянисто-перегнойные почвы. Все они характеризуют

ся наличием в профиле многолетней мерзлоты, залегающей на глубине 50-60 см.

По типу биологического круговорота веществ водно-болотные комплексы могут быть охарактеризованы как азотно-кремниевые, среднезольные, болотные, очень малопродуктивные, застойные. Они отличаются от природных ландшафтов района особенно низкими темпами разложения растительных остатков, высокой зольностью растений и доминированием кремния и азота над остальными биофильными элементами в циклах биологического круговорота [3]. Для прибрежной

части наиболее характерны злаково-осоковые болота с преобладанием *Dupuntia fisheri* и *Carex stans*, отличающиеся высокой обводненностью, формируя водно-болотные комплексы растительности. По долинам рек и ручьев, в озерных котловинах и на приморских низменностях встречаются осоко-пушицево-моховые болота с *Eriophorum polystachyon*, *E. vaginatum*, *E. russeolum*, *Carex rotundata*, *C. stans*, реже *C. lugens*. Верховые болота с эдификаторной ролью сфагновых мхов преимущественно распространены в листовенничных редколесьях территории.

Таблица 5. Устойчивость почвенно-растительных комплексов района месторождений бурого угля к антропогенным воздействиям (Северное Охотоморье)

Группа устойчивости	Почвенно-растительные комплексы	Интенсивность трансформации	Развитие процессов
1	Кочкарниковые осоково-пушицевые, заболоченные ивнярково-осоково-сфагновые тундры. Суглинисто-глинистые почвы в условиях близкого подстилания сильнольдистой многолетней мерзлоты	Сильная	Вытаивание жильных льдов, термокарст, заболачивание
2	Переходные, верховые, бугристо-мочажинные болота. Почвы различного механического состава. Сильнольдистая многолетняя мерзлота залегает близко к поверхности	Умеренная, очень сильная, необратимая	Увеличение протаивания, обводнение, образование термокарстовых водоемов
3	Поймы рек в среднем и верхнем течении. Лиственничные леса и редколесья, закустаренные луга. Элювиально-делювиальные отложения коренных пород. Сухая мерзлота и ее отсутствие	Сильная	Смыв мелкозема, выход на поверхность грубообломочных отложений
4	Речные террасы, поймы рек в нижнем течении. Лиственничные леса и редколесья, заросли кедрового стланика. Аллювиальные песчано-супесчаные, песчано-хрящеватые и каменистые отложения. Плотная малольдистая мерзлота или отсутствие	Сильная растительного покрова, слабая – почвенного	Более глубокое оттаивание, на склонах слабо выраженный смыв мелкозема

В рассматриваемом районе главным почвообразующим процессом является торфонакопление в условиях проточного или застойного заболачивания. Почвы обычно подстилаются мерзлыми органогенными и минеральными породами. В составе деятельного слоя можно встретить мало-мощные тяжелосуглинистые или слоистые песчано-супесчаные горизонты. Средняя мощность генетического профиля местных почв не превышает 0,5 м. Он нарастает сверху вниз, в итоге формируя природное образование, в котором материнской породой служат, вероятно, как нижние, так и верхние торфяные горизонты, измененные процессами почвообразования в наименьшей степени. Болотные мерзлотные торфяные почвы, сформировавшимися в условиях избыточного увлажнения на элементах рельефа, отличаются ограниченным поверхностным и внутрипочвенным дренажем. Для них характерно наличие торфяного слоя, близкое к поверхности залегания мерзлоты и холодность почвенного профиля.

Таким образом, специфика экосистем водосборного бассейна группы месторождений бурого угля на северном побережье Охотского моря определяется суровой климатической обстановкой, связанной с малой суммой активных и положи-

тельных температур, коротким теплым и продолжительным холодным периодом, длительным или постоянно мерзлым состоянием грунтов. Они характеризуются бедным флористическим составом природных сообществ со сравнительно невысоким приростом органической массы, широким развитием криогенных форм мезо-, микро- и нанорельефа.

Устойчивость ландшафтов

Особенности географического положения месторождений бурого угля Северного Охотоморья определяют разнообразие механизмов деградации почвенно-растительных комплексов (ПРК), часто носящих комплексный характер [6]. Особенность деградации ПРК при вскрытии продуктивных отложений заключается в проявлении, помимо обычных механизмов нарушения (эрозии, дефляции и др.), также и специфичных (криотурбаций, термокарста, термоэрозии, солифлюкции и т.д.), определяемых мерзлотным состоянием почвогрунтов.

По общему возрастанию устойчивости к техногенным воздействиям и по направленности трансформации при внешнем воздействии основные экосистемы рассматриваемой территории подразделяется на 4 основные группы (табл. 5).

Развиваясь в естественных условиях, указанные механизмы нарушений резко активизируются при внешних воздействиях, способствуя ускорению процессов деградации природной обстановки в целом. Экологический риск разработки месторождений бурого угля в таких условиях связан с тем, что в процессе добычи и переработки сырья на большой площади будет практически ликвидирован почвенно-растительный покров, выполняющий водорегулирующую и противозероэрозийную функции. Риск развития эрозионных процессов будет значительно усилен тем, что имеющиеся на рассматриваемой территории массивы торфяных болотных почв в значительной мере нарушены естественными термокарстовыми процессами.

Всё разнообразие механизмов деградации ПРК ландшафтов района исследований в результате разработки месторождений, может быть разделено на три ведущие группы. К *первой группе* относятся обратимые поверхностные нарушения, возникающие при строительстве и эксплуатации линейных сооружений (транспортных коммуникаций, трубопроводов, линий электропередач), а также проведения поисковых геологоразведочных работ. При этих видах воздействия сохраняются основные признаки ландшафтов, но структура ПРК претерпевает значительные изменения. Многочисленные канавы, котлованы, заполняясь водой, глубоко нарушают фациальную структуру ландшафтов и, в меньшей степени, урочищную, сохраняя при этом внешний облик ландшафта. *Вторая группа* нарушений связана с пирогенным воздействием на природные сообщества. Пожары, часто возникающие в результате деятельности человека, являются аналогами естественных пирогенных процессов в ландшафтах. В большинстве случаев сохраняются основные признаки ландшафтов, но структура поверхности претерпевает значительные изменения. К *третьей группе* нарушений, наносящих наибольший урон природной среде, относится разработка месторождений полезных ископаемых, в данном случае планируемая разработка месторождений бурых углей в условиях повышенной обводненности и льдистости грунтов. Нарушения, связанные с освоением минеральных ресурсов часто приводят к глубоким изменениям биоты, вплоть до смены типов растительности. В условиях повышенной обводненности и льдистости полностью изменяется конструкция ландшафтов и возникают площадные нарушения, вызывающие вынос водотоками большого количества взвесей и других загрязнителей в акваторию.

Таким образом, сложная геоэкологическая

ситуация в районе планируемой разработки месторождений бурых углей на северном побережье Охотского моря, высоко продуктивных в биоресурсном отношении, несет чрезвычайно высокую опасность для окружающей среды. При освоении подобных месторождений минерального сырья в условиях многолетней мерзлоты еще требует дополнительного изучения для разработки надежной системы природоохранных мероприятий, что на данном этапе очень трудно в связи с отсутствием опыта и технологических решений такого вида природопользования в криолитозоне. В условиях высокой обводненности эти нарушения приводят к глубоким и часто необратимым нарушениям природной среды. Возможно, в этой связи следует перевести запасы бурых углей Ланковского и Мелководнинского месторождений в категорию неактивных, либо списать их с государственного баланса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Клюкин Н.К.* 1970. Климат // Север Дальнего Востока. М.: Наука. С. 101-132.
2. Почвенная карта Магаданской области. М.:2500000.- Главн. упр. геодезии и картографии при СМ СССР. М., 1990.
3. *Пугачев А.А.* Биологический круговорот и почвообразование в ландшафтах Крайнего Северо-Востока России. Магадан: СВНЦ ДВО РАН, 2009. 116 с.
4. *Пугачев А.А.* Экологические аспекты разработки Примагаданской группы месторождений бурого угля / Пугачев А.А., Тихменев Е.А. // Геология, география и биологическое разнообразие Северо-Востока России: Мат. Дальневост. регион. конф. посвящ. памяти А.П. Васильковского и в честь его 95-летия (Магадан, 28-30 ноября 2006 г.). Магадан: СВНЦ ДВО РАН. 2006 а. С. 283-287.
5. *Пугачев А.А.* Экологические аспекты рационального использования почвенно-растительных комплексов Северного Охотоморья / Пугачев А.А., Тихменев Е.А. // Проблемы региональной экологии, № 6. 2006 б. С. 83- 89.
6. *Пугачев А.А.* Структурно-функциональная организация и динамика почвенно-растительного покрова Крайнего Северо-Востока России / Пугачев А.А., Тихменев Е.А. Магадан: Изд-во СВГУ, 2011. 197 с.
7. *Рейт А.Т.* Растительность // Север Дальнего Востока. М.: Наука, 1970. С. 257-299.
8. *Соколовский Ю.А.* Оценка и использование естественных ресурсов // Север Дальнего Востока. М.: Наука, 1970. С. 378-406.
9. *Сочава В.Б.* Природное районирование Дальнего Востока. Иркутск: Книжн. изд-во, 1962. 24 с.
10. *Хорева М.Г.* Флористическое разнообразие побережья Тауйской губы / М.Г. Хорева, А.Н. Беркутенок, О.А. Мочалова, Е.А. Андрианова. // Биоразнообразие Тауйской губы Охотского моря. Владивосток: Дальнаука, 2005. С. 51-127.
11. *Хохряков А.П.* 1985. Флора Магаданской области. М.: Наука. 395 с.

**STABILITY OF LANDSCAPES OF BROWN COAL DEPOSITS ON THE NORTHERN COAST
OF THE OKHOTSK SEA**

© 2014 **Е.А. Tikhmenev, А.А. Pugachev, G.V. Stanchenko**

Institute of biological problems of the North FEB the RAS North-Eastern State University, Magadan

Stability of soil and vegetative complexes of the brown coal deposits area on the northern coast of the Okhotsk Sea are considered. Results of studying of efficiency of the main types of soil and vegetative complexes are stated, the assessment of depth and features of transformation of unique natural is given. The conclusion about need of development of special nature protection events and technological decisions for environmental management optimization at development of mineral resources is drawn.

Key words: soil, vegetation, efficiency, brown coal, sea coast, permafrost

Tikhmenev Evgeny Alexandrovich, Candidate of Biological Sciences, Head of Geobotany Laboratory of Institute of Biological Problems of the North of Far Eastern Branch of Russian Academy of Sciences, Professor of Biology and Chemistry Department of North-Eastern State University, Magadan, etikhmenev@bk.ru; *Pugachev Alexei Alexandrovich*, Doctor of Biological Sciences, Leading Researcher of Institute of Biological Problems of the North of Far Eastern Branch of Russian Academy of Sciences, apugachev@ibpn.ru; *Stanchenko Galina Valerievna*, Post-graduate Student of the Biology and Chemistry Department of North-Eastern State University, Junior Research Worker of Institute of Biological Problems of the North of Far Eastern Branch of Russian Academy of Sciences, Galina_Stanchenko@ibpn.ru