АГРОХИМИЯ И ПОЧВОВЕДЕНИЕ

УДК 631.47(282.256.6)

doi: 10.17223/19988591/23/1

М.В. Оконешникова

Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН (г. Якутск)

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОГНОЗ ИЗМЕНЕНИЙ ПОЧВ ДОЛИНЫ СРЕДНЕЙ ЛЕНЫ (ЦЕНТРАЛЬНАЯ ЯКУТИЯ)

На основе результатов исследования почв и почвенного покрова в рамках выполнения инженерно-экологических изысканий для подготовки материалов по оценке воздействия на окружающую среду в составе проектной документации на строительство магистрального газопровода и мостового перехода через р. Лену получены данные, характеризующие состояние почвенного покрова и исходный / фоновый уровень загрязнения почв. По совокупности морфологических и физико-химических свойств наиболее устойчивыми к механическому воздействию и химическому загрязнению среди пойменных почв являются аллювиальные дерновые типичные почвы с мощностью дерново-гумусового горизонта до 20–30 см, оптимально увлажненные и уплотненные, и дерново-луговые незасоленные почвы среди почв низких надпойменных террас. Определены возможные изменения почв и почвенного покрова в зоне техногенного воздействия (возрастание глубины оттаивания сильнольдистой мерзлоты, термокарст, усиление эрозионных процессов, повышенная опасность устойчивого накопления элементов-загрязнителей).

Ключевые слова: *многолетняя мерзлота; почвенный покров; почвы; нарушение; загрязнение; мониторинг.*

Введение

Строительство крупных подземных и наземных линейных сооружений в долине средней Лены за последнее десятилетие приводит к нарушению естественного состояния окружающей среды (ОС). В 2003–2004 гг. для газификации сельских населенных пунктов правобережья р. Лены проведена прокладка первой (основной) нитки подводного перехода магистрального газопровода через р. Лену общей протяженностью 16,8 км, в том числе около 2 км по русловой части реки. В 2009 г. с целью обеспечения безопасности и надежности газоснабжения протянута вторая (резервная) нитка газопровода. В настоящее время завершается строительство железнодорожной линии Томмот – Якутск общей протяженностью более 370 км, обсуждается проект строительства уникального железнодорожно-автомобильного моста через р. Лену длиной около 3 км.

Техногенное воздействие на ОС в условиях зоны многолетней мерзлоты и сурового климата Центральной Якутии имеет определенную специфику и

связано с активизацией криогенных явлений и существенной трансформацией почв и почвенного покрова. Сотрудниками Института биологических проблем криолитозоны СО РАН в 2002 и 2007 гг. выполнены инженерно-экологические изыскания для подготовки материалов по оценке воздействия на ОС в составе проектной документации на строительство магистрального газопровода и мостового перехода через р. Лену. В рамках проведенных работ получены данные, характеризующие состояние почвенного покрова до начала освоения.

Цель исследования – изучение исходного состояния и прогноз возможных негативных изменений почв и почвенного покрова долины средней Лены при техногенном воздействии.

Материалы и методики исследования

Район исследований расположен в центральной, прилегающей к г. Якутску, части долины р. Лены ($61^{\circ}5'$ с.ш.) и охватывает все геоморфологические уровни пойменного комплекса и низкие (I и II) надпойменные террасы на левом и правом берегах. Пойма занимает большую часть территории (84%) и имеет волнистый ложбинно-грядовый мезорельеф, местами переходящий в широкие и более ровные пространства, особенно в островной ее части. По направлению от русла реки к надпойменной террасе выделяются три уровня поймы, отличающиеся друг от друга различными высотами над меженным уровнем реки, разной продолжительностью пойменного режима и характером рельефа:

а) низкая пойма высотой до 4 м является наиболее молодым элементом долины и находится на стадии формирования. Слабо закрепленные песчаные косы, пляжи и низкие насыпные острова часто меняют очертания и местоположения, что объясняется интенсивностью русловых процессов;

б) средняя пойма (4–6 м) занимает прирусловые пространства с типичным ложбинно-грядовым рельефом. Она заливается не только в период весеннего половодья, но и водами высоких летних паводков;

в) высокая пойма (6–9 м) занимает наиболее повышенные участки поймы и заливается только в годы с высоким половодьем. За исключением русел действующих протоков, рельеф имеет мягкие очертания и большую часть высокой поймы занимают ровные пространства.

Надпойменные террасы высотой 10–12 м имеют в основном слабоволнистый рельеф, относительные колебания высот не превышают 2,0–2,5 м.

На формирование рельефа большое влияние оказывает многолетняя мерзлота, мощность которой доходит до 180–360 м [1]. Залегая на небольшой глубине, она находится в тесной связи с почвенно-климатическими условиями. В среднем глубина сезонного оттаивания составляет 1,1–1,5 м, на песчаных почвах склонов южной экспозиции может доходить до 3 м. Непосредственное воздействие мерзлоты на рельеф сказывается в значительной заболоченности поймы и надпойменной террасы, в развитии мерзлотного кочкарного рельефа, форм вспучивания термокарстовых и просадочных котловин.

Почвообразующие породы сложены песками и супесями, перекрытыми лессовидными суглинками. По гранулометрическому составу суглинки неоднородны, в них встречаются прослойки песков и супесей, галька. Как правило, лессовидные суглинки насыщены карбонатами Са и Mg, легкорастворимыми солями, гипсом, тогда как песчаные породы обычно не содержат карбонатов и в них мало солей.

Климат резко-континентальный с продолжительной суровой зимой и коротким жарким летом. Зима продолжается в среднем 210 дней (со второй декады октября по конец апреля), снежный покров достигает 30–40 см. Лето длится с конца мая до начала сентября. Среднемесячная температура воздуха самого теплого месяца года (июля) составляет +18,5°. В отдельные дни максимальная температура воздуха достигает +38°. Среднемесячная температура воздуха самого холодного месяца (января) –44,5°. Годовое количество осадков составляет 200–220 мм, из них за вегетационный период (с середины мая до середины сентября) выпадает 130–140 мм [2].

На всей территории преобладает луговая растительность. Древесно-кустарниковая растительность из различных видов ивы, красной смородины, шиповника иглистого и березы плосколистной занимает менее 1/3 части от общей площади территории. Большая часть средней и низкой поймы занята настоящими разнотравно-ячменными и разнотравно-пырейными лугами. Меньшее распространение имеют лисохвостные, кострцовые и полевицевые луга. В понижениях поймы широко встречаются кочковатые осоковые и осоково-вейниковые заболоченные луга. Биологическая продуктивность лугов на разных уровнях поймы в связи с изменением увлажнения почв в годы исследований составляла 24 ц/га сена на высокой пойме и 46–58 ц/га на ежегодно затопляемых островах [3]. Остепненные лапчатково- и пырейно-твердоватоосочковые луга, широко распространенные на надпойменной террасе, реже на высокой пойме, частично распаханы и сильно изменены пастбищным и антропогенным воздействием.

Почвенное обследование проводилось методом маршрутов, разрезы закладывались на основных элементах рельефа и растительных группировках. Название почвенных разностей устанавливалось по региональной классификации, разработанной Л.Г. Еловской [4]. Физико-химические свойства и гранулометрический состав почв определялись общепринятыми методами в аналитической лаборатории ИБПК СО РАН: pH водный – на pH-метре Level 1 (WTW, Germany), общий углерод – по Тюрину, обменные Ca²⁺, Mg²⁺ и Na⁺ – по Гедройцу, P₂O₅ – по Гинзбург-Артамоновой, K₂O – по Масловой, легкорастворимые соли методом водной вытяжки, гранулометрический состав – по Качинскому [5–7]. Валовое содержание тяжелых металлов определялось методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой ICP-MS Elan DRS II PerkinElmer (США), нефтепродуктов – методом ИК-спектрометрии (ПНДФ 16.1:2.2.22-98) в Хабаровском инновационно-аналитическом центре Института тектоники и геофизики Дальневосточного отделения РАН.

Результаты исследования и обсуждение

В зоне техногенного воздействия почвы пойменного комплекса представлены типичными, глеевыми, глееватыми, черноземовидными и перегнойными подтипами аллювиальных дерновых почв. Слаборазвитые слоистые почвы, в профиле которых не выражены генетические горизонты и отсутствует типичный для пойменных почв дерново-гумусовый горизонт, встречаются на самых молодых участках низкой поймы около русла реки и на уступах к протокам.

Аллювиальные дерновые типичные почвы составляют основной фон почвенного покрова и широко распространены под настоящими и слабо остепненными не ежегодно заливаемыми лугами средней и высокой поймы. В морфологическом строении эти почвы характеризуются наличием дернового и гумусо-аккумулятивного горизонтов суммарной мощностью до 30 см, слоистостью профиля с чередованием отложений различного гранулометрического состава, наличием пятен ожелезнения и слабых признаков оглеения в средней и нижней частях. Почвы плодородны: им свойственна нейтральная реакция среды, обусловленная значительным накоплением обменных оснований, в составе которых преобладают катионы Ca^{2+} и Mg^{2+} (табл. 1). Аккумуляция элементов минерального питания растений носит биогенный характер, причем фосфора намного больше, чем калия, что связано с малой растворимостью и слабой подвижностью в профиле большинства почв минеральных соединений фосфора. Эти почвы не засолены, в редких случаях содержат небольшое количество солей. Распределение пылеватых и иловатых частиц в почвенном профиле свидетельствует о накоплении их в верхних, наиболее гумусированных горизонтах и резком снижении содержания с глубиной. Подобный характер распределения вызван ограниченной прогреваемостью и особенно-стями мерзлотного гумусообразования [8] дополнительно с поступлением речного наилка.

По ряду морфологических и химических свойств от типичных подтипов отличаются дерновые черноземовидные почвы, развитые на наиболее повышенных участках высокой поймы под пологом остепненных злаково-твердоосочковых лугов, заливаются не чаще одного раза в десятилетие. Эти почвы высокогумусированы, пропитаны карбонатами, имеют щелочную реакцию среды и часто засолены. Отмеченные признаки на фоне легкосуглинистого гранулометрического состава указывают на слабое проявление аллювиального процесса. Почвы плодородны, хорошо оструктурены, обладают благоприятными агрофизическими свойствами и составляют основную часть освоенных почв поймы (широко используются под овощные культуры).

Таблица 1

Химические свойства мерзлотных почв

Горизонт	Глубина, см	pH водный	Гумус, %	Обменные, мг-экв./100 г почвы			Подвижные, мг/100 г почвы		Сумма солей, %
				Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	P ₂ O ₅	K ₂ O	
1. Почвы поймы. Аллювиальная дерновая типичная (разрез 11)									
A	3–30	7,2	6,1	36,4	19,3	3,7	15,5	4,6	0,2
B	30–53	7,3	2,7	37,9	25,2	4,3	12,5	3,1	0,1
BC	53–100	7,2	1,8	19,4	19,4	4,2	9,7	1,5	0,1
Аллювиальная дерновая глееватая (разрез 12)									
A	0–20	7,3	5,4	25,5	20,9	3,0	6,5	5,5	0,2
B	20–61	7,2	1,8	19,6	19,6	2,8	5,5	2,1	0,1
BC _g	61–100	7,4	2,1	22,8	14,7	2,8	5,2	1,5	0,1
Аллювиальная дерновая черноземовидная (разрез 5)									
A _{ca}	3–19	7,9	8,7	26,2	25,7	3,9	12,4	10,3	0,4
AB _{ca}	19–31	7,3	2,1	16,8	24,5	2,7	7,5	4,7	0,1
B _g	31–93	7,3	0,9	14,6	16,4	2,4	6,7	4,5	< 0,1
C	93–113	6,9	0,1	8,6	8,6	2,2	4,7	1,6	< 0,1
Аллювиальная дерновая перегнойная (разрез 7)									
AO	1–18	7,6	19,7*	69,3	46,2	10,9	16,0	15,8	0,5
AB _g	18–35	7,6	10,7	46,8	24,9	4,1	5,5	3,1	0,2
B _g	35–50	7,0	7,1	23,1	18,7	2,5	7,7	4,0	0,1
2. Почвы надпойменной террасы. Дерново-луговая глееватая (разрез 3)									
A	3–23	7,1	6,9	17,5	32,7	3,8	7,5	14,6	0,2
AB _g	23–35	6,7	2,4	15,7	24,7	1,9	6,2	8,1	< 0,1
B _g	35–76	6,7	2,2	10,7	15,3	2,0	5,0	3,1	< 0,1
BC _g	76–108	6,6	1,9	11,9	13,3	1,1	7,7	4,6	< 0,1
Лугово-черноземная сильносолончаковатая (разрез 14а)									
A	0–5	7,9	6,6	–	–	–	9,7	11,2	1,0
AB	5–16	7,9	6,4	–	–	–	5,2	6,5	1,0
B _{ca}	16–84	8,4	1,9	16,2	20,2	5,2	7,5	4,6	0,4
BC	84–100	8,0	1,7	15,7	8,5	3,2	10,5	4,6	0,2
Черноземно-луговая сильносолончаковатая (разрез 13а)									
A	0–10	7,8	9,1	–	–	–	9,25	14,3	1,2
AB _{ca}	10–23	8,5	6,6	–	–	–	3,0	9,6	1,5
B _{ca}	23–90	8,5	1,5	7,6	30,6	6,6	8,0	4,6	0,2
BC	90–100	8,6	0,3	8,0	10,0	3,4	4,7	8,1	0,2
Палевая серая (разрез 1)									
AO	1–16	7,3	16,4*	70,5	24,2	5,7	4,7	14,2	0,2
B _{ca}	16–67	7,7	1,4	15,7	10,9	2,6	2,5	3,1	0,1
C	67–105	6,8	0,1	5,2	6,5	1,1	2	1,5	< 0,1

Примечание. Прочерк означает, что в данных образцах обменные катионы не определены; * Потеря при прокаливании.

Наименьшей глубиной оттаивания, сильновлажным профилем со стойкими признаками оглеения в виде сизых и ржавых тонов окраски, начиная с верхнего минерального горизонта до мерзлоты, высоким содержанием органического вещества по всему профилю отличаются дерновые перегнойные подтипы, развитые под травянисто-кустарниково-лесными ассоциациями средней и низкой поймы. Надмерзлотный оглеенный горизонт Bg в связи с большой увлажненностью слабо уплотнен (плотность сложения $1,0 \text{ г/см}^3$, общая порозность 58%) из-за специфики посткриогенной текстуры мерзлотных почв в связи с образованием полостей ледяными прослойками при протаивании [9].

На низких надпойменных террасах комплексность почвенного покрова обусловлена слабой дренированностью территории, неоднородностью почвообразующих пород, увалисто-лощинным характером рельефа, вследствие чего происходят значительные перераспределения влаги и тепла, неодинаковая скорость протаивания мерзлоты по элементам рельефа. На пологих склонах увалов под лугово-степной растительностью развиты лугово-черноземные почвы, в депрессиях (лощинах) – черноземно-луговые, дерново-луговые почвы и их глееватые разновидности. На пониженных участках второй надпойменной террасы под травяно-кустарниковыми ассоциациями развиты дерново-луговые почвы. На повышенных элементах рельефа второй надпойменной террасы правого берега р. Лены под сосново-березовым лесом с редкой примесью лиственницы встречаются палевые серые почвы, ранее называемые В.Г. Зольниковым [10] переходными от палевых к луговым.

Наши исследования показали, что практически все лугово-черноземные и черноземно-луговые почвы в поверхностных слоях содержат легкорастворимые соли в количествах, достаточных для отнесения их к ряду засоленных (табл. 1). Причинами широкого проявления процессов засоления в почвах низких надпойменных террас являются недостаток влаги, слабое развитие или отсутствие процессов нисходящего и бокового внутрипочвенного стока, активная трансформация восходящих растворов вверх по почвенному профилю. Вертикальная трансформация почвенных растворов в мерзлотных луговых почвах формируется не только летом в периоды интенсивного расхода воды на испарение, но и в осенне-зимний период под влиянием температурного градиента. Поскольку промерзание почвы сверху идет быстрее, чем снизу, почвенная влага с растворенными в ней солями передвигается в основном вверх по профилю, существенно увеличивая засоление верхних горизонтов. Ранее проведенными исследованиями установлено, что засоление почв происходило еще на стадии высокой поймы, когда увлажненные выше наименьшей влагоемкости на глубину сезоннотаивающего слоя пойменные почвы, расходуя влагу на испарение и транспирацию, сингенетично накапливали соли в верхних слоях в течение сотен лет. На фазе надпойменных террас соли перераспределяются поверхностными (атмосфер-

ными) и, реже, надмерзлотными водами по элементам рельефа [11, 12]. Тип засоления хлоридно-сульфатный, что следует объяснить главенствующей ролью в солевом составе восходящих растворов сульфатов и хлоридов, так как растворимость их больше растворимости карбонатов и перемещаются они выше по самым тонким капиллярам и в виде пленок по поверхности гидрофильных частиц [13]. Реакция среды сильнозасоленных лугово-черноземных и черноземно-луговых почв щелочная, содержание гумуса в верхних горизонтах высокое, обеспеченность подвижными формами фосфора и калия средняя. Гранулометрический состав слоистый, чередуются слои суглинка, супеси и песка, в отличие от почв поймы, мощность песчаных слоев значительно уменьшается и нижележащие горизонты чаще становятся суглинистыми или супесчаными.

Менее засоленные и более плодородные дерново-луговые почвы характеризуются хорошо выраженным дерновым горизонтом с высоким содержанием гумуса. Эти почвы прошли лугово-болотную стадию почвообразования, несут признаки бывшего оглеения и периодически бывают переувлажнены, имеют и современное оглеение, так как формируются в условиях достаточного или избыточного увлажнения на пониженных элементах рельефа надпойменных террас. Они широко используются под овощные и зерновые культуры.

Наименьшую площадь на надпойменных террасах занимают лесные палевые серые почвы, имеющие благоприятные физико-химические и водные свойства. Морфологическими особенностями этих почв являются хорошо выраженный перегнойно-гумусовый горизонт, аккумуляция карбонатов в средней части профиля, наличие обильных пятен ожелезнения и признаков криотурбаций. Эти почвы обладают наиболее высоким плодородием среди всех подтипов палевых почв [4].

Оценка воздействия на почвенный покров в процессе строительства и эксплуатации объектов в зоне распространения многолетнемерзлых пород проводится с учетом всей совокупности почвенно-мерзлотных процессов и явлений, отражающих специфику региона. К основным региональным особенностям изученных почв относятся: малая мощность сезонноталого слоя, слабая оструктуренность или бесструктурность почвенных горизонтов, тиксотропность почвенной массы, щелочность и засоленность почв, близкое залегание от поверхности мощных подземных льдов, термокарстовые просадки и пучение поверхности, морозобойные растрескивания и т.д. Практически все нарушения почвенного покрова в зоне многолетней мерзлоты являются сложными, имеющими черты как прямого, так и косвенного воздействий.

В зоне техногенного воздействия долины р. Лены возможны следующие основные виды нарушений почв и почвенного покрова:

- отчуждение земельных участков под строительство объектов;
- механическое нарушение почв;
- химическое загрязнение почв.

Таблица 2

Основные характеристики мерзлотных почв зоны техногенного воздействия

Название почвы	Площадь, %	Мощность слоя сезонного оттаивания, см	Формула строения профиля	Мощность горизонтов, см	Плотность сложения, г/см ³	Полевая влажность, %	Содержание фракций > 0,01 мм, %	Валовое содержание тяжелых металлов и нефтепродуктов (НП), мг/кг					
								Pb	Cd	Zn	Ni	Cu	НП
1. Почвы пойменного комплекса													
Аллювиальная дерновая типичная	50,2	>100	Ad-A-B-BC(C)	30	1,0	24,7	19,3	2,54	0,05	10,85	6,13	4,02	180
Аллювиальная дерновая глееватая	8,7	>100	Ad-A(g)-B(g)-BCg(G)	20	0,8	25,5	15,1	6,15	0,09	49,65	7,16	5,40	398
Аллювиальная дерновая перегнойная	13,5	50	AO-ABg-Bg	17	0,6	30,5	27,7	1,77	0,04	7,20	4,68	3,11	441
Аллювиальная дерновая черноземовидная	11,8	>100	Ad-Aca-AB(ca)-BC(C)	20	1,1	22,9	21,0	3,5	0,08	17,36	7,98	5,03	280
2. Почвы низких надпойменных террас													
Дерново-луговая	5,4	>100	Ad-A-ABg-Bg-BCg	20	1,0	22,8	21,6	4,50	0,11	26,53	13,63	8,20	278
Лугово-черноземная солончаковатая	5,4	>100	A-AB-Vca-BC	15	1,0	20,7	17,2	3,21	0,04	29,25	1,79	1,21	148
Черноземно-луговая солончаковатая	4,0	>100	A-ABca-Vca-BC	20	1,0	22,5	23,2	6,18	0,04	26,35	5,44	7,30	180
Палевая серая	1,0	>100	O-AO-Vca-C	15	0,7	34,7	21,0	3,11	0,10	18,89	11,51	10,62	403

В табл. 2 приведены основные (исходные) количественные показатели, необходимые для построения прогноза возможных негативных процессов и разработки предложений по охране и мониторингу изученных почв.

Глубина сезонного оттаивания в изученных почвах колеблется от 50 до 170 см, и преобладающие здесь почвы имеют хорошо развитый профиль. Практически все типы почв в верхней части состоят из среднеуплотненного дерново-гумусового горизонта супесчаного или легкосуглинистого гранулометрического состава. Механическое нарушение гумусового горизонта может вызвать ухудшение физических свойств почв, усиление или развитие процессов оглеения и тиксотропности, оттаивание мерзлоты, активизацию водной эрозии. В пределах полосы отвода землеройной техникой нарушается весь почвенный профиль, происходят перемешивание и преобразование горизонтов, усиление термоэрозийных и нежелательных криогенных явлений (термокарст, оплывание, оседание). На переувлажненных участках аллювиальных дерновых глеевых и дерновых перегнойных почв нарушение почвенно-растительного покрова может сопровождаться временным или постоянным заболачиванием территории.

Решающее значение при механическом нарушении имеет положение почв в рельефе. Смывы и размывы почв отмечаются на участках склоновых местоположений и обусловлены чаще всего стоком талых вод весной и значительно реже – летом при выпадении ливневых дождей. Неизбежное нарушение дернины и верхних горизонтов почв повлечет развитие ускоренной водной эрозии, особенно в аллювиальных дерновых черноземовидных почвах высокой поймы и лугово-черноземных почвах надпойменных террас. В аллювиальных дерновых типичных, глеевых и глееватых почвах низкой и средней поймы возможны проявления речной эрозии в виде смывов и промоин. Уничтожение березовых колок и кустарников, распыление и уплотнение почв наземным транспортом могут способствовать усилению ветровой эрозии в иссушенных почвах лугово-степных участков высокой поймы и надпойменных террас.

В целях снижения деградации почв и почвенного покрова необходимо соблюдение всех экологических, агротехнических, строительных и других требований к производству земляных работ, изложенных в строительных нормах на земляные сооружения [14, 15]. Все эти требования и правила позволяют организовать строительство и эксплуатацию крупных объектов с наименьшим ущербом для почв и ландшафтов. Кроме того, они предусматривают проведение обязательной рекультивации земель и рельефа, которая должна проходить в два этапа: этап технической рекультивации и этап биологической рекультивации.

Среднее содержание тяжелых металлов и нефтепродуктов во всех изученных почвах (см. табл. 2) существенно ниже ОДК, рекомендованных в ряде российских нормативных документов для песчаных и супесчаных почв (Pb – 32 мг/кг, Cd – 0,5 мг/кг, Zn – 55 мг/кг, Cu – 33 мг/кг, Ni – 20 мг/кг, не-

фтепродукты – 1 000 мг/кг). Однако недостаток тепла и близкое залегание мерзлоты (ограничивают условия разложения и вымывания) предопределяют повышенную опасность устойчивого накопления элементов-загрязнителей в изученных почвах. При соблюдении технологического регламента химическое загрязнение почв может иметь локальный характер, однако в условиях, благоприятных для миграции вещества (в почвах склоновых, пойменных ландшафтов), загрязнение почв приобретает площадные формы. В.А. Ковда с соавт. [16] способность почв Центральной Якутии к самоочищению оценили в 2 балла (слабая), Северной Якутии – в 4 балла (очень слабая), а таежной зоны европейской части России и Западной Сибири – в 1 балл (умеренная).

В зоне техногенного воздействия долины средней Лены можно ожидать загрязнение почв:

а) тяжелыми металлами, в особенности свинцом, за счет выхлопных газов автотранспорта. Считается, что наиболее сильно это влияние прослеживается в полосе шириной 8–10 м. В меньшей мере это влияние проявляется в прилегающей полосе шириной до 40–50 м;

б) нефтепродуктами за счет разлива при их транспортировке;

в) гидрокарбонатами и карбонатами кальция и натрия за счет строительных и бытовых отходов.

Для контроля состояния почвенного покрова и уровня загрязнения почв на этапе строительства и эксплуатации газопровода и мостового перехода через р. Лену на почвах различных ландшафтов следует расположить пункты периодических мониторинговых наблюдений. В дальнейшем (на период эксплуатации) на их базе должны формироваться стационарные пункты режимных почвенных мониторинговых наблюдений.

Заключение

Результаты исследований дополняют ранее опубликованные литературные данные и показывают, что морфологические и физико-химические свойства почв различных ландшафтов долины средней Лены определяются интенсивностью развития следующих почвообразовательных процессов: мерзлотного, дернового, аллювиального, глеевого и засоления. По совокупности благоприятных свойств наиболее устойчивыми к механическому воздействию и химическому загрязнению среди пойменных почв являются широко распространенные аллювиальные дерновые типичные с мощностью дерново-гумусового горизонта до 20–30 см, оптимально увлажненные и уплотненные, с нейтральной реакцией среды, среди почв надпойменных террас – дерново-луговые незасоленные почвы.

К возможным негативным изменениям при механическом нарушении почв следует отнести возрастание глубины оттаивания сильнольдистой мерзлоты, термокарст и развитие ускоренной водной (в почвах низких и

склоновых участков) и ветровой (в почвах высоких иссушенных участков) эрозии. Слабая способность почв к самоочищению предопределяет повышенную опасность устойчивого накопления элементов-загрязнителей в изученных почвах.

Литература

1. Фельдман Г.М., Тетельбаум Н.И., Шендер Н.И., Гаврильев Р.И. Пособие по прогнозу температурного режима грунтов Якутии. Якутск : СО АН СССР, 1988. 240 с.
2. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Вып. 24 : Якутская АССР. Кн. 1. Л. : Гидрометеиздат, 1989. 607 с.
3. Оконешникова М.В., Николаева М.Х., Десяткин А.Р. Почвенные условия произрастания и урожайность лугов поймы Лены // Меры по реализации Президентской (государственной) программы социально-экономического развития села на период до 2006 года: материалы VI респ. науч.-практ. конф. (15 апреля 2003 г., Якутск). М. : Изд-во МСХА, 2004. С. 277–281.
4. Еловская Л.Г. Классификация и диагностика мерзлотных почв Якутии. Якутск : ЯФ СО АН СССР, 1987. 172 с.
5. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. М. : Изд-во МГУ, 1970. 487 с.
6. Гинзбург К.Е., Артамонова Л.Ф. Определение подвижных фосфатов и обменного калия почвы в аммонийно-молибдатной вытяжке // Третий делегатский съезд почвоведов. М., 1968. С. 137–142.
7. Качинский Н.А. Механический и микроагрегатный состав почвы, методы его изучения. М. : Изд-во АН СССР, 1958. 191 с.
8. Оконешникова М.В. Гумус почв аласов Лено-Амгинского междуречья : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Новосибирск, 1994. 16 с.
9. Коноровский А.К. Режимы мерзлотных пойменных почв долины Лены. Новосибирск : Наука, 1974. 172 с.
10. Зольников В.Г. Почвы восточной половины Центральной Якутии и их использование // Материалы о природных условиях и сельском хозяйстве Центральной Якутии. М. : Изд-во АН СССР, 1954. С. 55–221.
11. Еловская Л.Г. Засоленные почвы Якутии // Почвоведение. 1965. № 4. С. 28–34.
12. Еловская Л.Г., Коноровский А.К., Саввинов Д.Д. Мерзлотные засоленные почвы Центральной Якутии. М. : Наука, 1966. 271 с.
13. Лебедев А.Ф. О движении солей в почвах, имеющих влажность различных категорий // Труды Института им. В.В. Докучаева. 1930. Вып. 3/4. С. 385–404.
14. СП 11-102-97. Свод правил по инженерным изысканиям для строительства. Инженерно-экологические изыскания для строительства. М., 1997. 41 с.
15. РД 51-2-95. Регламент выполнения экологических требований при размещении, проектировании, строительстве и эксплуатации подводных переходов магистральных газопроводов. РАО Газпром, 1995. 62 с.
16. Ковда В.А., Глазковская М.А., Соколов М.С., Стрекозов Б.П. Последствие пестицидов и прогнозирование загрязнения их остатками территории // Известия Академии наук СССР. Сер. биол. 1977. № 1. С. 120–124.

Поступила в редакцию 06.05.2013 г.

Matrena V. Okoneshnikova*Institute for Biological Problems of Cryolithozone of the Siberian
Branch of the Russian Academy of Sciences, Yakutsk, Russia***CURRENT STATE AND PREDICTION OF CHANGES
IN SOILS OF THE MIDDLE LENA VALLEY
(CENTRAL YAKUTIA)**

The data describing the state of soil and soil cover prior the anthropogenic impact were obtained during geotechnical and ecological investigations which were carried out for the assessment of potential impact on the environment caused by gas pipeline and bridge construction across the Lena River.

The studied area is located in the central part of the Lena River valley and is adjacent to the city of Yakutsk (61°5' N). It covers all geomorphological levels of the floodplain complex and includes lower fluvial terraces (I and II) on the both banks of the river. The soils of the floodplain complex are represented by typical gley, gleyic, chernozemic and muck subtypes of alluvial sod soils. On the basis of morphological, physical and chemical properties, typical alluvial sod soils with thick humus horizon (up to 20–30 cm), which are optimally moistened and packed, are the most resistant to mechanical treatment and chemical pollution of all floodplain soils.

On the lower fluvial terraces, meadow-chernozemic and chernozemic-meadow soils with different salinity are widely represented. The type of salinity is predominantly sulphatic and chloridic that is accounted for the main role of sulphates and chlorides in saline composition of the ascending solutions. Sod-meadow soils with clearly marked sod horizon and neutral pH are less saline and more fertile.

Almost all soil types in the upper part consist of packed sod-humus horizon of sandy-loam and light-loam granulometric composition. Mechanical disruption of humus horizon may cause deterioration of physical properties of soil and an increase or initiate gleization and thixotropic processes; it may also lead to thawing of permafrost and activation of water erosion. Within the right of the way of earthmoving machines, the disruption of the entire soil profile was observed, particularly mixing and transforming horizons, thermal erosion and unwanted cryogenic processes (thermokarst, mudflow and subsidence) increased as well. In over-moistened areas of alluvial sod-gley and sod-muck soils the disruption of soil and vegetation cover may be accompanied by temporal or permanent swamping of the territory.

It was also determined, that the average concentration of heavy metals and oil products in all the studied soils is significantly lower than their permissible concentrations recommended in a series of Russian regulatory documents for sandy loam soils. However, the poor ability of soils of central Yakutia to self-purification predetermines a high risk of stable accumulation of pollutants in the studied soils.

Key words: *permafrost; soil cover; soils; disruption; pollution; monitoring.*

Received May 6, 2013