



ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ ПОЧВ ЛЕСНЫХ ЛАНДШАФТОВ Г. ИРКУТСКА И ЕГО ОКРЕСТНОСТЕЙ

© 2019 г. Н. А. Мартынова , В.С. Пушкарева

Адрес: ФГБОУ ВО Иркутский государственный университет, 664003, Россия, г. Иркутск,
ул. К. Маркса 1. E-mail: natamart-irk@yandex.ru

В окрестностях г. Иркутска исследованы лесные почвенно-растительные сообщества с буроземами, дерново-подзолистыми, серыми и серыми метаморфическими почвами, выполняющими важные средо-защитные функции. Сохранение природных дендрокомплексов и их внедрение в структуру жилой застройки, а также укрепление зеленого каркаса города через создание искусственных лесопарковых зон с устойчивым ценотическим составом будет значимо способствовать снижению загрязнения территории. Проведена оценка потенциала экологической устойчивости почв различных районов г. Иркутска и его окрестностей. Разнообразие пород, расчлененность рельефа, суглинистый и глинистый состав почв, наследованный от плейстоценовых лессовидных суглинков и миоценовых глин, относительно высокая гумусированность почв преимущественно гуматно-фульватного состава, хороший травянистый покров с большим биоразнообразием сосново-(осиново)-березовых и других лесов, повышают природную устойчивость почв региона. Наибольшей экологической устойчивостью характеризуются серые и серые метаморфические почвы. Таежные биоценозы значимо способствуют улучшению санитарно-гигиенического и экологического состояния, что вызывает острую необходимость создания зеленого средозащитного каркаса города и его предместий на основе анализа и оценки потенциала экологической устойчивости почвенного покрова. Достаточный уровень плодородия и экологической устойчивости почв исследуемой территории служат устойчивой основой для сохранения реликтовых парковых лесов и формирования культурных и рекреационных ландшафтов в регионе.

Ключевые слова: экологическая устойчивость; сохранение ландшафтов; зеленый каркас; охрана почв

Цитирование: Мартынова Н.А., Пушкарева В.С. Экологическая устойчивость почв лесных ландшафтов г. Иркутска и его окрестностей // Почвы и окружающая среда. 2019. Том 2. № 1. е48. doi: 10.31251/pos.v2i1.48

ВВЕДЕНИЕ

Весьма напряженная экологическая ситуация в городе Иркутске требует радикальных мер по ее улучшению. Формирование экологической инфраструктуры города должно основываться на оценке санитарно-экологической эффективности (средорегулирующего, средозащитного и санитарно-оздоровительного значения) зеленых насаждений, во многом определяемых и свойствами почвенного покрова. Проблема адекватной оценки устойчивости ландшафта приобретает все более важное практическое значение в связи с нарастающим техногенным «давлением».

Нынешнее состояние городских лесных массивов различных типов и категорий показывает высокую степень воздействия негативных факторов, присущих урбанизированным территориям. Это приводит к ослаблению растений, преждевременному старению, поражению болезнями, вредителями и к гибели растений. Эти же факторы влияют на экологические функции городских почв, их плодородие и пригодность для произрастания зеленых насаждений; их способность сорбировать в толще загрязняющие вещества и удерживать их от проникновения в почвенно-грунтовые воды. Таким образом, изучение свойств и особенностей почв необходимо для оценки потенциала экологической устойчивости почвенного покрова и формирования эффективной инфраструктуры зеленого каркаса города и его окрестностей, что и определяет цель и актуальность данного исследования. Сегодня как никогда необходима реабилитация водно-зеленой системы города – сохранение и восстановление ее непрерывности.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В перечень лесных массивов, подлежащих учету при разработке всех видов градостроительной документации г. Иркутска, входят лесные массивы пос. Вересовка, пос. «Молодежный», станции Батарейной, окрестностей пос. Плишкино, курорта «Ангара», микрорайона «Юбилейный», реликтовые рощи «Кайской горы», микрорайона «Ново-Мельниково» и «Синюшиной горы», водоохранной зоны Ершовского водозабора и др. Одним из

приоритетных «зеленых» проектов в г. Иркутске является проект развития «Кайской горы» и превращения массива Кайской реликтовой рощи в туристическое «ядро» города на основе сохранения древнего соснового леса.

Объектами исследования послужили почвы лесных массивов различных районов г. Иркутска и его окрестностей. Точки опробования были заложены на разных элементах рельефа и в различных биоценозах (рис.1).

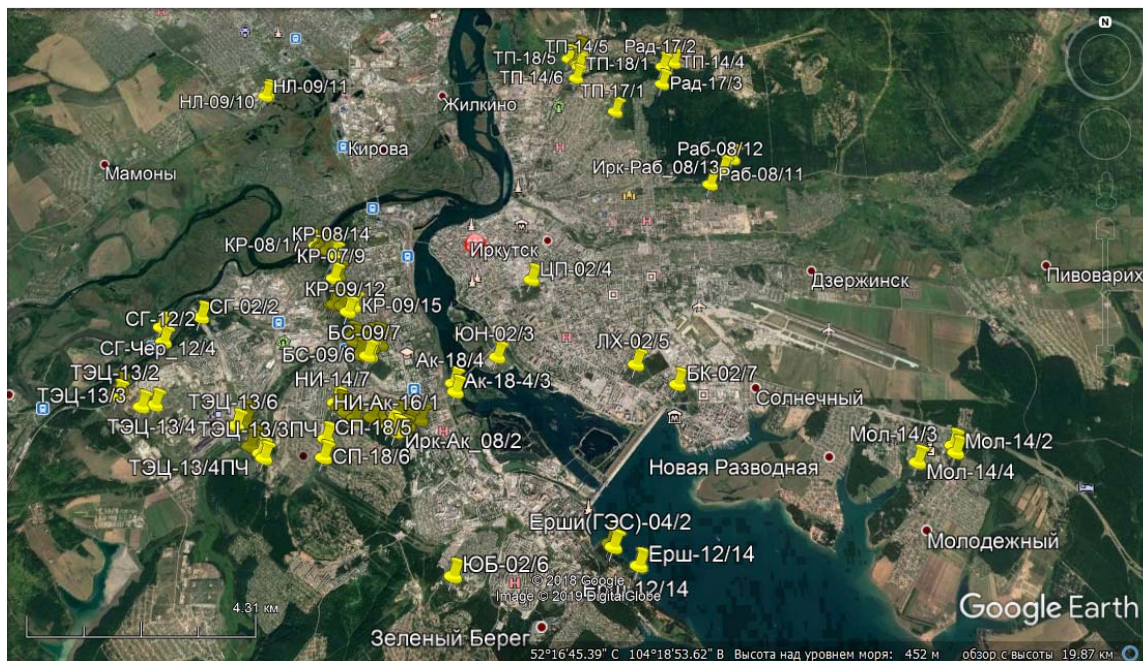


Рисунок 1. Точки опробования лесных почв в г. Иркутске и его окрестностях

Полевые исследования почв, ориентированные на изучение экологической устойчивости и общих физико-химических свойств почв, проводились с применением почвенно-морфологического педо-литологического, ботанического, геолого-геоморфологического и сравнительно-географического методов исследования. На территории исследования было заложено и описано свыше 30 почвенных разрезов. Основные физико-химические свойства почв были определены в 20 почвенных разрезах с помощью общепринятых методов потенциометрии, титрования, фотоколориметрии, гранулометрии и др. (Теория и практика..., 2006) в пробах воздушно-сухих образцов почв.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Лесные сообщества и зеленые насаждения играют важную роль в оптимизации экологических условий (уменьшение загазованности и запыленности воздуха, защита от шума и др.), в положительном влиянии на микроклимат территории. Лесные пространства значительно снижают техногенную нагрузку со стороны города и автомагистралей, реализуя свои экологические, санитарно-гигиенические и эстетические функции (Кузеванов и др., 2014), что особенно важно в таких урбанизированных территориях, как г. Иркутск.

По состоянию атмосферного воздуха г. Иркутск относится к числу наиболее загрязненных городов, входя в список 45 городов России с очень высоким уровнем загрязнения территории. Загрязнение является следствием как значительных выбросов от промышленных предприятий, мелких котельных (более 300) и автотранспорта, так и слабыми рассеивающими возможностями атмосферы при преобладающем антициклоне и повышенной влажности воздуха (Воробьева, Коновалова, 1998). Так как г.Иркутск относится к территориям высокой техногенно-антропогенной нагрузки, важной проблемой становится изучение экологического состояния почв и ландшафтов города, и особенно – его лесных сообществ.

Система озеленения г. Иркутска на сегодня не отвечает в должной мере задачам улучшения состояния окружающей среды. В городе отсутствуют крупные зеленые массивы на территории жилой застройки, на улицах города много старых, больных и поврежденных деревьев. В связи с этим возникает необходимость создания экологического каркаса города, которая подразумевает создание

новых зеленых массивов и сохранение старых, подбор древесных и кустарниковых растений, наиболее устойчивых к городским условиям произрастания (Мартынова, Кузеванов, 2015).

Для почвенно-растительного разнообразия и его экологического потенциала необходимо знать и учитывать характерные скорости, направленность, обратимость-необратимость почвообразовательных и почво-изменяющих, ценозо-формирующих процессов, принимая во внимание тот факт, что процессы антропогенной деградации почв и ландшафтов действуют намного быстрее процессов естественного почвообразования и воспроизводства биоценозов.

Почвообразующие породы в г. Иркутске и его окрестностях представлены континентальными, преимущественно терригенными юрскими отложениями, с длительным перерывом и структурным несогласием залегающими на породах нижнего кембрия. Часто юрские отложения перекрыты более молодыми образованиями четвертичного возраста, представленными песками, галечниками, лессовидными покровными суглинками. Разнообразие пород при высокой расчлененности рельефа и неравномерности распределения осадков способствуют произрастанию разнообразных лесных ценозов и обуславливают развитие разных типов почв (рис. 2), среди которых наиболее распространенными являются дерново-подзолистые, серые почвы, серые метаморфические, буроземы и их разновидности (Мартынова, 2010).

Проведенные исследования территории г. Иркутска и его окрестностей показали, что в лесных массивах правобережья р. Ангары – микрорайонах «Радищево» и «Топкинский, а также – в окрестностях города (м-он «Молодежный») под бобово-разнотравно-папоротниково-злаковыми березовыми лесами на миоценовых глинах сформировались дерново-подзолистые ожелезненные ненасыщенные глинистые почвы с кислой реакцией среды и глубоким оподзоливанием (Мартынова и др., 2015). Эти почвы характеризуются повышенным количеством мелко-песчаной фракции в верхних горизонтах (рис. 3Б) при этом наблюдается повышенное содержание частиц пыли в нижних горизонтах почвенного профиля, что мы связываем со сменой режимов синлитогенного осадконакопления и почвообразования в плейстоцене-голоцене. В левобережной части г. Иркутска дерново-подзолистые почвы сформировались на делюво-элювии юрских песчаников в окрестностях м-нов «Ново-Иркутский», «Ерши», «Синюшина гора» и др.

В левобережной части г. Иркутска, в районе Кайской горы, микрорайонов «Академгородок», «Университетский» почвообразующей породой являются четвертичные покровные лессовидные карбонатные (или выщелоченные – в понижениях) суглинки, подстилаемые элюво-делювием юрских песчаников и алевролитов, представленных ожелезненными обломками песчаников и слабоскипающим мелкоземом, что обуславливает развитие здесь под злаково-бобово-осоково-разнотравными сосново-осиново-березовыми разреженными лесами серых почв (рис. 3А) менее кислой – до нейтральной реакцией среды почвенного раствора, с более высокой гумусированностью и насыщенностью обменными катионами (Мартынова и др., 2015).

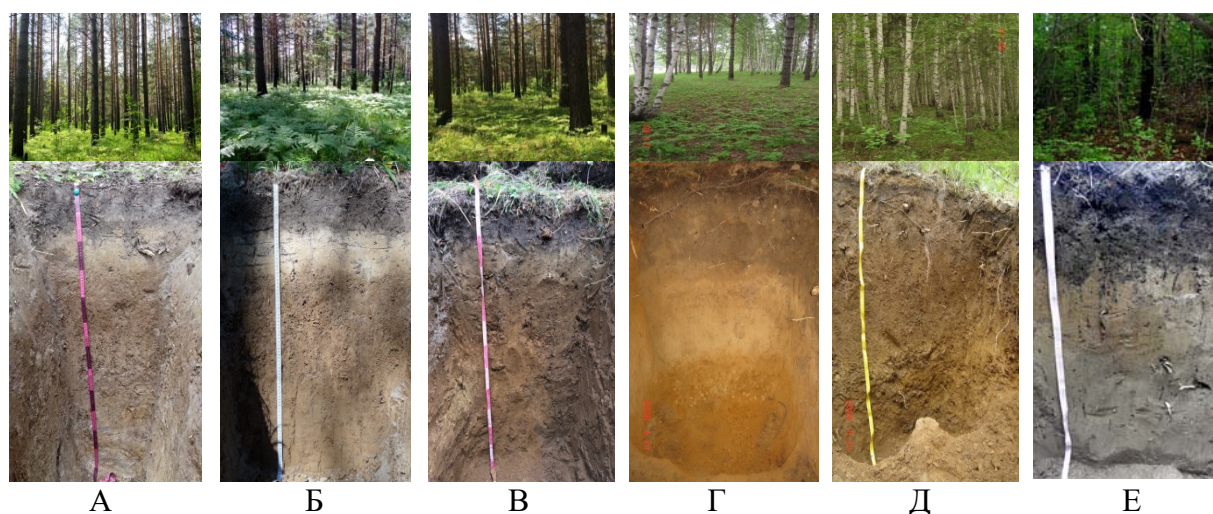


Рисунок 2. Почвы окрестностей г. Иркутска: А – дерново-подзолистая на каолиновых глинах; Б – дерново-подзолистая на элювии миоценовых глин; В – дерново-буро-подзолистая; Г – серая метаморфическая остаточно-карбонатная; Д – бурозем ожелезненный; Е – серая остаточно-карбонатная

Они характеризуются средне- и тяжелосуглинистым гранулометрическим составом с преобладанием крупнопылеватой фракции, характерной для лессовидных пород. Оподзоленность проявляется накоплением по всей выщелоченной толще почвы отмытых скелетан (белесой кремнеземистой присыпки) и формированием рассыпчато-плитчатой структуры. Профиль представлен текстурно-дифференцированной и оглиненной толщей с четко выраженными горизонтами: АО-АЕL-ВТ_r-ВТ-ВС_(ca)-С_{ca}-D_(ca) (по классификации РФ 2004 г.). В профиле встречаются погребенные угольные прослои. В нижних частях склонов формируются более плодородные темно-серые тяжелосуглинистые почвы с мощной гумусовой толщей: АО-AU-AU_{e1}-ВТ-ВТ_(ca)-ВС_{ca}-С_{ca}-D_{ca}.

Наиболее морфологически выражен оподзоленный горизонт в дерново-подзолистых почвах, сформированных на глинистых породах (каолиновых миоценовых глинах). Но и серые почвы, особенно развитые на водораздельных пространствах левобережной части города, имеют слабую оподзоленность, что подтверждается результатами лабораторно-аналитических исследований. В таблице 1 приведены данные наиболее типичных почвенных разрезов. В оподзоленных горизонтах этих почв реакция среды снижается, составляя в элювиальных горизонтах серых почв 5,7-6,5 и 5,5-5,8 – в автоморфных дерново-подзолистых почвах. Вниз по профилю серых и серых метаморфических почв левобережной части города значения рН возрастают, что связано с почвообразующими породами – карбонатными лессовидными суглинками, перекрывающими юрские песчаники (табл.1). Дерново-подзолистые почвы формируются преимущественно на элювиально-делювиальных отложениях песчаников юрского возраста.

Гумусированность серых почв, относительно высокая (до 5-7 % гумуса) в серогумусовых горизонтах, снижается в гумусово-элювиальных горизонтах до 2-3 % (рис. 3). В иллювиальных горизонтах количество гумуса резко уменьшается, составляя 0,5-0,8%. Гумус преимущественно гуматно-фульватного состава (С_{гк}:С_{фк}~0,8). В темно-серых почвах содержание углерода в гумусовых горизонтах повышается, по сравнению с серыми с одновременным увеличением степени его гуматности. В дерново-подзолистых почвах и буроземах высокое содержание углерода растительных остатков подстилки резко падает в серогумусовых горизонтах, достигая порой в почвах, формирующихся на глинистых или лессовидных породах, больших значений (до 10-14%). Часто подстилочные и дерновые горизонты имеют повышенные значения рН, что возможно, объясняется влиянием печного отопления города и выбросов ТЭЦ, а также остаточным влиянием лессовидных окарбончатых суглинков. Карбонаты и щелочные осадки, в свою очередь, способствуют формированию защитной карбонатной пленки на растительных остатках, препятствуя тем самым, их разложению, и способствуя накоплению.

Разнообразие, большая биомасса и высокая степень проективного покрытия травянистого покрова сосново-березовых лесов района исследования, наряду с подщелачивающими выбросами, способствуют повышению содержания обменных катионов в серогумусовых и подстилочных горизонтах, при этом их содержание снижается в элювиальных и элювиально-гумусовых горизонтах дерново-подзолистых и серых почв до 18 мг-экв/100г почвы (Са+Mg). Серые метаморфические почвы, формируясь на лессовидных суглинках, часто – остаточно-карбонатных, характеризуются более высоким содержанием обменных катионов, чем серые почвы (до 40-60 мг-экв/100 г).

Почвы днищ падей представлены глеевыми серогумусовыми и темногумусовыми почвами, часто – с омергеленным профилем в силу остаточной карбонатности почвообразующих лессовидных суглинков и процессов выщелачивания карбонатов с почв выщележащих ландшафтов, что отражается в щелочной реакции среды всего профиля. Промывной режим почв, приуроченных к пойменным территориям и террасам рек города и их притоков способствует развитию в них иллювиально-глинистого процесса и его «наложению» на другие элементарные почвообразовательные процессы. Темногумусовые глеевые почвы, часто с погребенными гумусовыми горизонтами, характеризуются высоким содержанием гумуса и обменных катионов, что способствует повышению их почвенно-экологического потенциала.

Гранулометрический состав исследуемых почв преимущественно средне- и тяжелосуглинистый, – наследуется от покровных суглинков, на которых они формируются, и неравномерен по профилю. При переходе к подстилающей породе – делювию юрских песчаников гранулометрический состав резко меняется (облегчается) (рис. 3).

Таблица 1

Физико-химические свойства исследуемых типов почв

Горизонты	Глубина, см	pH _{H2O}	pH _{KCl}	Гумус, % *ППП, %	Обменные катионы, мг-экв/100 г		
					Ca	Mg	Σ
Дерново-подзолистая почва (НН-15/1) – Follic-Cutanic Albeluvisol (endoferric)¹							
АО	2–5	6,15	5,56	*17,12	67,5	14,6	82,1
AY _{ao}	5–12	5,71	5,05	15,36	40,4	12,3	52,7
EL	12–26	5,81	4,05	0,21	11,2	6,9	18,0
BEL	26–46	6,05	4,25	0,76	12,7	12,7	25,5
BT _{el}	46–75	5,80	4,41	0,53	22,1	12,11	34,2
BC _{el}	76–90	6,57	4,95	0,41	22,1	9,9	32,0
C _f	90–110	6,81	-	0,28	26,5	10,4	36,9
CD	110–120	6,91	-	0,48	26,5	13,8	40,3
Дерново-подзолистая почва (Paд-17/2) – Follic-Cutanic Albeluvisol (argic epiferric)							
O	0-2	6,80	6,15	*45,30	-	-	-
AY	2-16	6,30	5,46	4,01	-	-	-
EL	16-34	5,53	3,90	0,20	-	-	-
BT _(f)	34-56	5,75	3,89	0,11	-	-	-
BT	56-70	6,15	4,06	0,61	-	-	-
BC	70-95	6,15	4,04	0,96	-	-	-
C1	95-105	5,35	4,24	0,65	-	-	-
C2	>105	6,30	4,86	0,02	-	-	-
Бурозем элювируемый (НН-14/5) – Follic Cambisol (endocutanic)							
АО	2-4	6,31	5,85	*24,20	61,2	25,1	86,3
AY	4-12	5,94	5,45	7,10	32,5	16,2	48,7
BM _{el}	12-60	5,47	4,09	1,16	25,7	12,3	37,9
BM _(h)	60-74	5,71	4,74	1,29	29,7	7,2	36,8
BM _t	65-75	5,88	4,27	0,33	18,0	11,2	29,2
BC	75-90	6,00	4,55	1,01	24,7	11,3	36,0
C	90-107	6,22	4,11	0,33	33,7	14,8	48,5
CD	>107	6,75	4,48	н.о	30,7	9,8	40,5
Серая остаточо-карбонатная (KP-9/15) – Mollic-Cutanic Luvisol (endocalcic)							
AY	0-9	6,25	5,50	7,05	-	-	-
AEL	9-22	6,45	4,90	2,22	-	-	-
BT _{el}	22-45	6,67	4,44	0,78	-	-	-
BC _t	45-65	7,96	-	0,34	-	-	-
BC _(ca)	65-101	7,45	-	0,21	-	-	-
Dca	101 и >	8,20	-	0,12	-	-	-
Серая ожелезненная метаморфизованная (Топ-14/6) – Mollic Luvisol (epicambic endoferric)							
AY _{ao}	0-3	6,75	-	5,22	31,4	13,7	45,1
AY	3-16	5,85	-	3,17	29,4	6,60	36,0
AEL	16-40	5,75	-	0,72	10,0	8,00	18,0
BEL _m	40-68	5,75	-	1,05	17,6	10,3	27,9
BT _{f,m}	68-78	5,65	-	0,35	18,4	11,0	29,4
Серая метаморфическая почва (НН-14/1) – Mollic Luvisol (epicambic)							
АО	1-3	5,95	5,56	*25,07	47,8	33,1	80,9
AEL	3-10	5,95	5,36	14,98	33,7	28,3	62,0
BEL	10-37	5,84	4,04	0,57	12,8	5,4	18,2
BM _{el}	37-48	5,85	4,34	0,48	23,0	13,7	36,7
BM _t	48-60	5,94	4,58	0,48	25,3	9,2	34,6
BC _m	60-80	6,25	4,90	0,98	21,9	8,1	29,9
C	80-95	6,87	-	0,66	25,4	8,8	34,2
Темно-гумусо-глеевая глинисто-иллювируемая омерзленная (СНТ-Ю61-15/3) – Mollic-Hypercalcic Umbrisol (epigleyic)							
AH _{ml}	0-15	8,06	-	*21,53	44,9	13,8	58,7
AU _{ml}	15-25	8,05	-	6,10	59,4	4,9	64,3
B _{lg,ml}	25-45	8,36	-	2,40	40,3	10,34	50,7
BC _{g,ml}	45-55	8,52	-	0,47	30,6	10,2	40,8
C _{g,ml}	55 и >	8,58	-	1,20	30,7	8,4	39,1

¹ по IUSS Working Group WRB, 2014

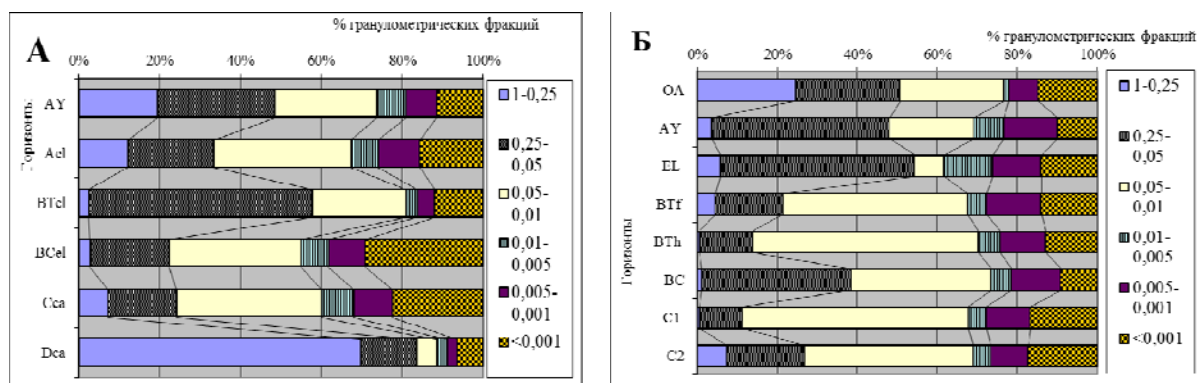


Рисунок 3. Диаграммы гранулометрического состава: А - серая почва (КР-09/15) левобережной (р. Ангары) части города; В – дерново-подзолистая почва правобережной части города (Рад-17/2).

В средней части склонов юго-западной экспозиции развиваются серые метаморфические глинисто-иллювирированные почвы. Фрагментарно на наиболее прогреваемых участках южных и юго-западных пологих склонов под разнотравно-злаково-полынно-бобовой растительностью редкостойных лесных ценозов формируются более плодородные темно-серые метаморфические тяжелосуглинистые почвы с достаточно мощной гумусовой толщей и отсутствием выраженного элювиального горизонта, которые в большинстве своем распаханы: PU-AU_(el)-AUBM_{yu}-BM_{yu}-BC_m-C.

На приводораздельных участках формируются буроземы элювирированные со слабокислой реакцией среды, с трендом увеличения pH с глубиной, что связано с наличием в почвообразующей породе (лессовидных суглинках) остаточных карбонатов, препятствующих развитию подзолообразовательного процесса.

Локально на песчаных массивах и делювиальных отложениях юрских песчаников, где промывной режим и кислая реакция среды способствует развитию альфегумусового процесса и ожелезнения профиля, формируются подбуры.

Под остепненными разнотравно-бобово-злаковыми ассоциациями пологих склонов юго-западной экспозиции формируются чернозёмы типичные среднемощные тяжелосуглинистые и чернозёмы глинисто-иллювиальные отдела аккумулятивно-гумусовых почв, обладающие относительно небольшой мощностью, но достаточно высоким содержанием гумуса.

На надпойменных террасах долин притоков р. Иркута (р. Кая и др.) под разнотравно-бобово-полынно-злаковой луговой растительностью на четвертичных аллювиальных отложениях и погребенных луговых почвах формируются черноземовидные типичные (или лугово-черноземные выщелоченные – по классификации 1977 г.) маломощные тяжелосуглинистые почвы с содержанием гумуса до 4-6%.

В поймах рек (Кай, Ангары, Иркута и др.) под разнотравно-бобово-злаковыми лугами с кленом и различными видами ив часто на погребенных аллювиальных серогумусовых глееватых почвах развиваются современные аллювиальные темно-гумусовые глееватые тяжелосуглинистые среднемощные почвы (аллювиальные луговые выщелоченные почвы по классификации 1977 г.).

Вниз по склону почвы обогащаются вымытыми с верхних частей склона карбонатами и имеют, соответственно, менее кислую реакцию среду по всему профилю. Почвы левобережной части города, где покровные лессовидные суглинки часто перекрывают элювиально-делювиальные отложения юрских песчаников, почвы долины р. Кай – луговые и аллювиальные – имеют высокое значение pH – 8,0 и выше по всему профилю. По количеству углерода исследуемые почвы можно охарактеризовать как средне- и малогумусированные.

В понижениях закустаренной части высокой поймы притоков р. Кай с древесно-кустарниковыми ярусами олуговелых ценозов на северо-западе СНТ «Юбилейный-2» под березово-ивовыми травянистыми ассоциациями развиваются темногомусово-глеевые почвы (АН–AUh–BTi,g–BCg–Cg) с щелочной реакцией среды, увеличивающейся с глубиной вследствие привнесения карбонатов с вышележащих пространств. Вниз по профилю содержание гумуса и обменных катионов постепенно снижается.

По результатам структурного анализа (рис. 4) исследуемых почв можно сказать следующее:

- наибольшей оструктуренностью характеризуется средняя часть профиля текстурно-дифференцированных и структурно-метаморфических почв;
- в нижней части профиля увеличивается количество пылеватых агрегатов;

➤ структурный анализ подтверждает сложное двухчленное строение профиля почв: педогенную природу агрегированности верхней части профиля и ее литогенную природу – в нижней.

➤ наибольшая оструктуренность характерна для темно-гумусовых, погребенных перегнойно-гумусовых и оглиненных карбонатных горизонтов.

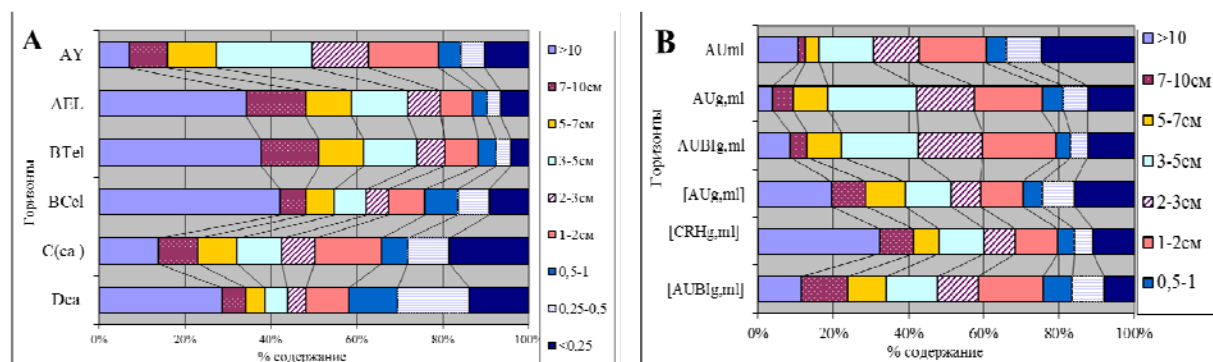


Рисунок 4. Диаграммы структурного анализа исследуемых почв: А – серая остаточно-карбонатная почва (КР-09/15); В – темногумусово-глеевая омергеленная с погребенными перегнойно-гумусовыми горизонтами (КР-09/18).

ОБСУЖДЕНИЕ

Устойчивость природных систем рассматривается сегодня как их некоторое особое специфическое свойство, определяющее потенциал сохранения данной природной системой своего режима функционирования. Это качество индивидуально для различных типов экосистем и ландшафтов и зависит от вида техногенного влияния. Взаимосвязь проявления устойчивости геосистемы с ее сохранением, определяет проявление двух родов (аспектов) устойчивости (Солнцева, 1982): 1-го рода – т.е. способности системы под влиянием внешних воздействий изменяться в пределах допустимых состояний, не выходя за рамки определённого диапазона (*устойчивость противостояния*); 2-го рода – т.е. способности системы возвращаться после возмущения в исходное состояние и сохранять производительную функцию в социально-экономической сфере (*устойчивость нормализации*).

А.Д. Фокин (1995) рассматривает три вида устойчивости природных экосистем, в основе которых лежат механизмы саморегулирования и самоорганизации: структурно-статическая (т.е. способность экосистемы при возмущающих воздействиях сохранять стабильные состав и соотношение между отдельными структурными компонентами системы), функционально-динамическая (т.е. способность сохранять стабильное функционирование через устойчивость и сбалансированность отдельных звеньев биогеохимических потоков и биохимических циклов) и буферность (способность системы сопротивляться воздействию факторам).

Под влиянием техногенных и антропогенных нагрузок в окрестностях города формируются специфические природные ландшафтно-геохимические системы – *технобиогеомы* (Глазовская, 1980), обладающие определенным уровнем саморегуляции биогеохимических и почвообразовательных процессов, определяющих их экологическую устойчивость. Теоретические представления о классах водной миграции химических элементов и типах геохимических барьеров, характеризующих, соответственно, классы геохимических ландшафтов, наряду с применением основ генетической классификация почв России позволяют достаточно обоснованно оценивать устойчивость почв и ландшафтов.

Степень устойчивости геосистем определяется литологическим составом пород и грунтов, уровнем и качеством грунтовых вод (т.е. мощностью зоны аэрации), активностью современных экзогенных и геологических процессов, характером почвенного и растительного покрова (Гледко, 2007). Для оценки экологического состояния геосистем и степени их устойчивости необходим комплексный анализ влияния данных факторов.

Интегральную потенциальную устойчивость природных экосистем (которая является выражением их адаптивного биоразнообразия) или эффективность выполнения ими глобальных биосферных функций (интенсивную компоненту устойчивости) можно оценивать через вычисление соотношения общего запаса органического вещества экосистемы к годовому

приросту ее биомассы. Проведенная В.В. Артюховым и А.С. Мартыновым (2013) комплексная теоретическая оценка выявила наибольшую устойчивость для территорий, пространственно совпадающих с зоной средней тайги. Территория Иркутской области с ее огромными таежными пространствами обладает достаточно сбалансированной структурой биоразнообразия, а значит – обладает значительным *ассимиляционным* (как гомеостатических систем) потенциалом устойчивости природных ландшафтов, который способен обеспечить нейтрализацию значительного объема негативных антропогенно-техногенных воздействий.

Сочетание различных факторов и типов почвообразования обуславливает формирование в разных районах города и его пригородов преобладания той или иной составляющей устойчивости почв (Гришина и др., 1991): *геохимической* (способности к самоочищению от продуктов загрязнения); *биологической* (усиления восстановительных и защитных свойств растительности); *физической* (формирование противоэрозионной устойчивости литогенной основы; *интегральной* – т.е. устойчивости ко всему комплексу антропогенного воздействия).

Но относительная устойчивость исследуемых типов почв преимущественно определяется возможностью «сбрасывать» с себя различные вещества-загрязнители и адаптивной способностью или буферностью почв к различным неблагоприятным явлениям. Причем, понимая под устойчивостью не некую абсолютную стабильность, а – «равновесность» подвижных колебаний вокруг некоторого среднего «устойчивого» состояния, можно предполагать большую устойчивость в экосистемах с широкой амплитудой естественных состояний, что значительно снижает риски необратимых трансформационных изменений в них при внешних чрезвычайных воздействиях (как природных, так и техногенных). Благодаря возникновению в экосистеме отрицательных обратных связей происходит «гашение» интенсивности внешнего (техногенного) влияния – т.е. включаются механизмы саморегулирования, в которых важнейшим фактором стабилизации, ремедиации и восстановления состояния является биота. Чем шире амплитуда ее приспособляемости и больше ее разнообразие, тем выше устойчивость экосистемы, важным показателем которой может служить биологическая продуктивность, запасы биомассы, и другие показатели интенсивности биологического круговорота, особенно, если они рассматриваются в комплексе.

При оценке устойчивости почвы возможно оценивать степень деградации и ее составляющие (механическую, химическую, физическую, биологическую) с учетом количественных и скоростных показателей (Смагин и др., 2006).

Оценку устойчивости почв изучали различные авторы: Т.М. Куприянова (1983), В.В. Снакин, П.П. Кречетов, В.Е. Мельченко, И.О. Алябина (Система оценки, 1992) и др. Нами были рассчитаны баллы относительной потенциальной устойчивости исследуемых почв. Для количественной оценки устойчивости почв по отношению к основным антропогенным воздействиям нами были использованы балльные рейтинговые характеристики различных свойств и режимов почв, характеризующих различные виды устойчивости (табл. 2), предложенных различными авторами. Суммарная экологическая устойчивость оценена нами по 7 критериям.

Таблица 2

Критерии рейтинга балльной оценки экологической устойчивости почв

Мощность гумусовой толщи, см	pH _{H2O}	Гранулометр. состав	∑Ca+Mg	Тип водного режима	Тип ландшафта по положению в рельефе	Крутизна склона, градусы	Баллы
< 3	1-2	п-сп	< 10	Мерзлотный	Аквальный	0	1
3 - 10	3-4	лс	10 – 20	Выпотной	Супераквальный	1-2	2
10 – 25	4-5	сс	20 – 30	Непромывной	Аккумулятивный	2-4	3
25 – 50	5-6; 7-8	тс	30– 40	Периодически промывной	Транзитный	4-7	4
> 50	6-7	г	> 40	Промывной	Элювиальный	> 7	5

Предложенный набор показателей отражает как адаптационную *устойчивость противостояния* (мощность гумусового аккумулятивного горизонта, гранулометрический состав, pH, сумма обменных катионов), так и устойчивость *нормализации* (тип водного режима, положение биогеоценоза в ландшафте и показатель крутизны склона) характеризующие способность почвы к восстановлению, следовательно, к проявлению регенерационной

устойчивости. Каждый из показателей устойчивости почвы оценили, как обычно, по 5-ти балльной шкале. Критерии и баллы экологической устойчивости приведены в таблице 2.

Максимально возможное количество баллов по пятибалльной системе для 7 критериев равно 35. Мы оцениваем рейтинговые балльные градации степени устойчивости почв по следующим разработанным нами градациям:

- ✓ 31-35 баллов – почвы с высокой потенциальной устойчивостью;
- ✓ 26-30 баллов – почвы со средней потенциальной устойчивостью;
- ✓ 21-25 баллов – почвы потенциально относительно устойчивые;
- ✓ 15-20 баллов – почвы слабой устойчивости;
- ✓ 10-15 баллов – почвы очень слабой устойчивости.

Анализируя по данным критериям исследуемые типы почв, мы получили сравнительный ряд потенциальной устойчивости исследованных типов почв (см. табл. 3).

Почвы водораздельных пространств (серые и серые метаморфические почвы) более устойчивы к техногенным нагрузкам, чем почвы склонов (буроземы, дерново-подзолистые) и почвы аккумулятивных ландшафтов, куда в конечном счете сносятся и оседают там все загрязняющие вещества.

В днищах балок формируются темногумусово-глеевые омергеленные почвы, характеризующиеся высоким содержанием гумуса, глинистым составом, т.е. достаточно-высоким уровнем природного плодородия. Но «неспособность» «сбрасывать с себя» загрязнения, приводит к накоплению здесь загрязняющих веществ (от ТЭЦ, ИРКАЗа и др. производств), что снижает их экологическую устойчивость.

Степень устойчивости геосистем находится в прямой зависимости от их ранга, который увеличивается «снизу вверх» – от фаций к урочищам, от урочищ к ландшафтам (Исаченко, 1991), что необходимо принимать во внимание при оценке потенциала устойчивости экосистем к внешним воздействиям. Геохимические барьеры способствуют аккумуляции загрязнений в депрессиях, снижая их устойчивость. В то же время привершинные и склоновые ландшафты, очищающиеся от загрязнений, неустойчивы к механическим и физическим нагрузкам (воздействию рекреации, распашки и др.). Поэтому каждый ландшафт характеризуется некоторыми своими особенностями механизмов и порогов устойчивости, «слабых звеньев» и стабилизирующих факторов.

Для многих лесных почв (особенно левобережной части г. Иркутска) нами выявлено подщелачивающее воздействие на подстилочные и дерново-гумусовые горизонты почв зольных выбросов ТЭЦ и котелен города (Мартынова, Барнаков, 2016).

Остаточная карбонатность лёссовидных суглинков, на которых формируются почвы левобережья Ангары, также усиливает почвенно-экологический потенциал территории.

Почвы изученных территорий характеризуются достаточной экологической устойчивостью в силу относительно высокого содержания гумуса, обменных катионов, остаточной карбонатности, средне- и тяжелосуглинистого состава мелкозема. Следовательно, почвы обладают достаточным природным плодородием.

В целом, исследуемые почвы характеризуются средней устойчивостью к загрязнению и деградации. Наибольшей экологической устойчивостью характеризуются серые и серые метаморфические почвы, наименьшей – дерново-подзолистые.

В ряду увеличения устойчивости исследованные нами типы почв выстроились в следующий порядок: дерново-подзолистые (25-26 баллов) < буроземы (28 баллов) < темногумусово-глеевые (29 баллов) < серые метаморфические почвы (31 балл) < темно-серые почвы, черноземы.

По предложенным критериям балльной оценки исследуемые серые и серые метаморфические почвы относятся к почвам со средней и высокой устойчивостью благодаря местным особенностям почвообразования, буроземы и темно-гумусово-глеевые – к почвам со средней устойчивостью; дерново-подзолистые почвы попадают в категории средней и относительно слабой потенциальной устойчивости.

Таким образом, наибольшей буферностью и устойчивостью к внешним воздействиям, загрязнению и деградации обладают почвы нижних частей юго-западных склонов – серые и темно-серые и темно-серые метаморфические, а также – черноземы, черноземовидные и темно-гумусово-глеевые почвы речных долин.

Таблица 3

Относительные баллы экологической устойчивости почв г. Иркутска и его окрестностей

Тип почвы (индекс разреза)	Показатель	Характеристика	Балл
Серая метаморфическая почва (НИ-14/1)	Мощность гумусового горизонта, см	20	3
	Кислотность (рН _{H2O})	Близкая к нейтральной (5,9)	4
	Гранулометрический состав	Средний суглинок	4
	∑Са+Mg (мг-экв/100г)	42,3	5
	Водный режим	Промывной	5
	Положение в ландшафте	транзитно-элювиальный	5
	Крутизна склона	12°	5
	Сумма баллов	Высокая устойчивость	31
Серая остаточно-карбонатная почва на лессовидных суглинках (КР-09/15)	Мощность гумусового горизонта, см	22	3
	Кислотность (рН _{H2O})	Близкая к нейтральной (6,5)	5
	Гранулометрический состав	Тяжелый суглинок	4
	∑Са+Mg (мг-экв/100г)	46	5
	Водный режим	Промывной	5
	Положение в ландшафте	Транзитный	4
	Крутизна склона	12°	5
	Сумма баллов	Высокая устойчивость	31
Бурозем элювируемый (НИ-14/5)	Мощность гумусового горизонта, см	10	2
	Кислотность (рН _{H2O})	Близкая к нейтральной (5,9)	4
	Гранулометрический состав	Тяжелый суглинок	4
	∑Са+Mg (мг-экв/100г)	49	5
	Водный режим	Периодически промывной	4
	Положение в ландшафте	транзитный	4
	Крутизна склона	10°	5
	Сумма баллов	Средняя устойчивость	28
Темно-гумусо-глеевая глинисто-иллювируемая омергеленная почва (СНТ-Юб-1_15/3)	Мощность гумусового горизонта, см	25	3
	Кислотность (рН _{H2O})	Близкая к нейтральной (6,3)	5
	Гранулометрический состав	Средний-тяжелый суглинок	4
	∑Са+Mg (мг-экв/100г)	45	5
	Водный режим	Периодически промывной	4
	Положение в ландшафте	Аккумулятивный	3
	Крутизна склона	4-5°	4
	Сумма баллов	Средняя устойчивость	29
Дерново-подзолистая почва на делювиальных голоценовых глинах (каолинитовой коре выветривания), (Рад-17/2)	Мощность гумусового горизонта, см	16	3
	Кислотность (рН _{H2O})	Близкая к нейтральной (6,8)	5
	Гранулометрический состав	Средний суглинок	3
	∑Са+Mg (мг-экв/100г)	28,7	3
	Водный режим	Периодически промывной	4
	Положение в ландшафте	Транзитный	4
	Крутизна склона	6°	4
	Сумма баллов	Средняя устойчивость	26
Дерново-подзолистая ожелезненная уплотненная почва (НИ-15/1)	Мощность гумусового горизонта, см	10	2
	Кислотность (рН _{H2O})	Близкая к нейтральной (5,9)	4
	Гранулометрический состав	Средний суглинок	3
	∑Са+Mg (мг-экв/100г)	29,2	3
	Водный режим	Промывной	5
	Положение в ландшафте	Транзитный	4
	Крутизна склона	7-10°	4
	Сумма баллов	Относительно слабая устойчивость	25

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследованные серые и серые метаморфические почвы, черноземы, черноземовидные и темно-гумусово-глеевые (луговые) почвы, обладая достаточно высоким естественным плодородием,

несомненно, способствуют сохранению биоразнообразия таких охраняемых природных объектов как Кайская роща, имеющая природоохранный статус, что создает устойчивую основу для сохранения естественных ландшафтов реликтовых парковых лесов города и формированию комфортной среды обитания (например – инновационного проекта по созданию в Иркутске публичного ботанического сада на Кайской горе). Кайская гора является уникальной природной лабораторией, отражающей историю формирования природной среды четвертичного и третичного времени.

Достаточный уровень плодородия почв исследуемой территории при невысоких углах наклона поверхности и сглаженных формах холмисто-увалистого рельефа окрестностей, наряду с остаточной карбонатностью лессовидных суглинков создает хорошую базу для устойчивого развития почвенного покрова и растительности. Можно охарактеризовать почвенный покров Кайской горы и других увалов окрестностей г. Иркутска как средне устойчивый и достаточный для реализации проектов «зеленого градостроительства», создания и развития «зеленых поясов-оазисов» вокруг и внутри урбанизированных территорий города на основе систематического почвенно-экологического мониторинга и корректировки антропогенной нагрузки на ландшафты.

Проведенное исследование посредством учета особенностей почвенного покрова, основных свойств почв города и их экологической устойчивости способствует созданию средозащитного каркаса города по сохранению существующих природных лесных массивов и расширению рекреационных лесо-парковых зон отдыха населения. Результаты исследования помогут оптимизировать экологическую среду города и его предместий; выявить взаимосвязи зеленых насаждений с почвенным покровом; определить наиболее эффективные древесные и кустарниковые породы, подходы и методы озеленения и формирования культурных и рекреационных ландшафтов, определить степень деградации и необходимость подсева травосмесей для нейтрализации антропогенной нагрузки; создать рациональные проекты современной «зеленой» (природно-устойчивой) архитектуры и архитектоники с имитацией естественных связей через создание непрерывной сети «зеленых коридоров» и экологических троп вдоль водотоков и рек, что поможет не только улучшить санитарно-гигиеническое состояние города, но и сохранить почвенный покров и реликтовые парковые леса региона. Сохранение почвенного покрова, являющегося невозможным природным ресурсом, является необходимым условием сохранения всего природно-ресурсного потенциала исследуемой территории и залогом ее эффективного и «устойчивого» развития.

ЛИТЕРАТУРА

1. Артюхов В.В., Мартынов А.С. *Системная методология оценки устойчивости природно-антропогенных комплексов*. 2013. 142 с.
2. Воробьева И.Б., Коновалова Т.И. Наземные и дистанционные исследования загрязнения городов // *География и природные ресурсы*. 1998. №2. С. 11-16.
3. Глазовская М.А. Опыт классификации почв мира по устойчивости к техногенным кислотным воздействиям // *Почвоведение*. № 9. 1990. С. 82-96.
4. Гледко Ю. А. *Устойчивость геологической среды в условиях техногенного воздействия / Современные проблемы геохимии, геологии и поисков полезных ископаемых* // Материалы Международной конференции, посвященной 100-летию со дня рождения академика Константина Игнатьевича Лукашева (1907-1987). 14-16 марта 2007 г., Минск / Под редакцией О.В. Лукашева. Минск: Издательский центр БГУ, 2007. С. 1-9.
5. Гришина Л. А., Котчик Г.Н., Перлова Н. Е. О подходах к изучению свойств почв лесных экосистем при проведении экологического мониторинга (на примере Звенигородской биостанции) // *Экология*. 1991. № 5. С. 14-20.
6. Исаченко А.Г. *Ландшафтоведение и физико-географическое районирование*: Учеб. пособие. М.: Высш. шк., 1991. 366 с.
7. Классификация и диагностика почв СССР / Составители: В.В. Егоров, В.М. Фридланд, Е.Н. Иванова, Н.Н. Розова, В.А. Носин, Т.А. Фриев. М.: Колос, 1977. 224 с.
8. Классификация и диагностика почв России / Авторы и составители: Л.Л. Шишов, В.Д. Тонконогов, И.И. Лебедева, М.И. Герасимова. Смоленск: Ойкумена, 2004. 342 с.
9. Кузеванов В.Я., Мартынова Н.А., Белоусов В.М. *Оптимизация урбанизированной среды г. Иркутска и ее сохранение через зеленое градостроительство* // Климат, экология, сельское хозяйство Евразии: Материалы III Международной научно-практической конференции, посвященной 80-летию образования ИрГСХА (27-29 мая 2014 г.). Иркутск: Изд-во ИрГСХА, 2014. С. 86-94.
10. Куприянова Т.П. *Обзор представлений об устойчивости физико-географических систем* // Устойчивость геосистем. М.: Наука, 1983. С. 7-13.
11. Мартынова Н.А., Белоусов В.М., Кузеванов В.Я. Почвенно-экологический потенциал естественных ценозов левобережных ландшафтных комплексов реки Ангары Иркутске как основа зеленого градостроительства // *Известия Иркутского государственного университета. Серия Биология. Экология*. 2015. Т.13. С. 60-74.

12. Мартынова Н.А. Барнаков М.М. *Почвенный покров зоны влияния Иркутской ТЭЦ, его свойства и экологическая устойчивость* // Почва как связующее звено функционирования природных и антропогенно-преобразованных экосистем. Материалы IV Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 85-летию кафедры почвоведения и оценки земельных ресурсов ИГУ и Дню Байкала / Под ред. Н. И. Граниной. Иркутск : Изд-во ИГУ, 2016. С. 431-436.
13. Мартынова Н.А. Кузеванов В.Я. *Зеленое градостроительство и сохранение почвенного покрова как компоненты экокультуры и экообразования* // *Современные проблемы науки и образования*. 2015. №4.
14. Мартынова Н.А. *Почвы* // Атлас «Иркутск и Иркутская область». Учебно-справочное картографическое пособие, 2-ое издание, обновленное и дополненное. Иркутск: ФГУП «ВостСибАГП», 2010. С.27.
15. Мартынова Н.А., Тропина М.Г., Хамаганова А. *Почвы окрестностей пос. «Молодежный» Иркутской области, их особенности, экологическое состояние и влияние на состав грунтовых вод* // *Materiały XI Międzynarodowej naukowo-praktycznej konferencji «Strategiczne pytania światowej nauki - 2015» Volume 16. Nauk biologicznych. Rolnictwo. Poland, Przemysł: Nauka i studia P. 37-42.*
16. *Система оценки степени деградации почв* / Снакин В.В., Кречетов П.П., Кузовникова Т.А. и др. Пущино: Пущинский научный центр РАН, ВНИИ Природа, 1992. 20 с.
17. Смагин А.В., Азовцева Н.А., Смагина М.В. и др. *Некоторые критерии и методы оценки экологического состояния почв в связи с озеленением городских территорий* // *Почвоведение*. 2006. № 5 С. 603-615.
18. Солнцева Н.А. *Геохимическая устойчивость природных систем к техногенным нагрузкам (принципы и методы изучения, критерии прогноза)* // Добыча минерального сырья и геохимия природных систем. М.: Наука, 1982. С.181-216.
19. *Теория и практика химического анализа почв* / Под ред. Л.А. Воробьевой. М.: ГЕОС, 2006. 400 с.
20. Фокин А. Д. *Устойчивость почв и наземных экосистем: подходы к систематизации понятий и оценке* // *Известия ТСХА*. 1995. № 2. С. 71-85.
21. *IUSS Working Group WRB, World Reference Base for Soil Resources International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps, World Soil Resources Reports. № 106. FAO, Rome, 2014. 181 p.*

Поступила в редакцию 11.12.2018

Принята 28.03.2019

Опубликована 06.04.2019

Сведения об авторах:

Мартынова Наталья Александровна – старший преподаватель кафедры почвоведения и оценки земельных ресурсов биолого-почвенного факультета Иркутского государственного университета (Иркутск, Россия); natamart-irk@yandex.ru

Пушкарева Валерия Сергеевна – студентка 4 курса кафедры почвоведения и оценки земельных ресурсов биолого-почвенного факультета Иркутского государственного университета (Иркутск, Россия); pushkare-vavaleriya@mail.ru

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи



Статья доступна по лицензии [Creative Commons Attribution 4.0 License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

SOIL RESOURCE AND ECOLOGICAL POTENTIAL OF FOREST LANDSCAPES OF IRKUTSK-CITY AND ITS SURROUNDINGS

© 2018 N.A. Martynova , V.S. Pushkareva

Address: Irkutsk State University, Irkutsk, Russia. E-mail: natamart-irk@yandex.ru

The forest soils (burozems, sod podzolic soils, gray and gray metamorphic soils) and plant communities, altogether performing important environmental protection functions, were investigated in the vicinity of Irkutsk city in Russia (N52°17'24.03", E 104°16'50.62"). The preservation of natural forest sites in the residential areas, as well as enhancing of the "green" infrastructure of the city by creating artificial forest stands with sustainable coenotic composition will significantly decrease contamination and pollution. The study assessed the potential of environmental susceptibility of soils in different districts of Irkutsk and its vicinity.

The natural soil sustainability potential of the region results from the diversity of parent bedrock material, relief of the terrain, loamy and clay granulometry, derived from the Pleistocene loess-like loams and the Miocene clays, relatively high humus content of predominantly humate-fulvate composition, dense vegetation cover of pronounced biodiversity of trees (pine, aspen and birch), etc. Gray and gray metamorphic soils can be characterized as being environmentally the most sustainable. Taiga biocenoses

were shown to contribute significantly to the improvement of the sanitary-hygienic and environmental status of the studied areas. The result underscores an urgent need to take into account soil and soil cover sustainability potential while creating a green environmental protection framework in the city and its vicinity. Sufficient fertility and environmental sustainability of soils in the studied area serve as a stable basis for the preservation of relic park forests and for the development of cultural and recreational landscapes in the region.

Key words: soil-environmental capacity; ecological sustainability; landscape conservation; green frame; conservation of soil

How to cite: Martynova N.A., Pushkareva V.S. Soil resource and ecological potential of forest landscapes of Irkutsk-city and its surroundings // *The Journal of Soils and Environment*. 2018. 2(1). e48. doi: 10.31251/pos.v2i1.48 (in Russian with English abstract).

REFERENCES

1. Artjuhov V.V., Martynov A.S. *System methodology for assessing the sustainability of natural-anthropogenic complexes*. 2013 142 p. (in Russian)
2. Vorob'eva I.B., Konovalova T.I. Ground and remote sensing urban pollution studies, *Geography and natural resources*, 1998, No2, p.11-16. (in Russian)
3. Glazovskaya M.A. Principle of world soil grouping according to their susceptability to technogenic acidification, *Pochvovedenie*, No.9, 1990, p.82-96. (in Russian)
4. Gledko Ju. A. *Stability of the geological environment under technogenic influence / Modern problems of Geochemistry, Geology and mineral prospecting*. In book: Proc. of the In. Conf. devoted to the 100th anniversary of the birth of Academician K. I. Lukashev (1907-1987). March 14-16, 2007, Minsk. Ed. by O.V. Lukasheva. Minsk: BGU Center Publ., 2007. P. 1-9. (in Russian)
5. Grishina L.A., Kopcik G.N., Pervova N.E. Approaches to the study of soils properties of forest ecosystems under the environmental monitoring (on the example of Zvenigorod biostation), *Russian Journal of Ecology*, 1991, No5, p.14-20. (in Russian).
6. Isachenko A. G. *Landscape science and physical-geographic zonation*. Moscow: «Higher School» Publ. 1991. 366 p. (in Russian)
7. *Classification and diagnostics of Soils of the USSR* / Compiled by: V.V. Egorov, V.M. Friedland, E.N. Ivanova, N.N. Rozova, V.A. Nosin, T.A. Friev. Moscow: Kolos Publ., 1977. 224 p. (in Russian)
8. *Soil classification and diagnostic of Russia* / Authors and compilers: L.L. Shishov, V.D. Tonkonogov, I.I. Lebedeva, M.I. Gerasimov. Smolensk: Oykumena Publ., 2004. 342 p. (in Russian)
9. Kuzevanov V.Ya., Martynova N.A., Belousov V.M. *Optimization of the urban environment of Irkutsk and its preservation through green urban planning*. In book: Climate, ecology, agriculture in Eurasia: Proc. of the III In. Sci.-Prac. Conf. devoted to the 80th anniversary of ISAA. Irkutsk: IrGSKhA Publ. 2014, p. 86-94. (in Russian)
10. Kuprijanova T.P. *Overview of ideas about the stability of physical and geographical systems*. In book: Stability of geosystems. Moscow: Nauka Publ., 1983, p. 7-13. (in Russian).
11. *Martynova N.A., Belousov V.M., Kuzevanov V.Ya. Pedoecological Potential of Natural Cenoses of Angara River Left-Bank Landscapes in Irkutsk, The Bulletin of Irkutsk State University. Series Biology. Ecology, 2015, Vol.13, p. 60-74.* (in Russian)
12. Martynova N.A. Barnakov M.M. *The soil cover of the Irkutsk Thermolectric Power Station influence area, it's properties and ecological sustainability*. In book: Soil as a connecting link of the functioning of natural and anthropogenically transformed ecosystems: Proc. of the IVth Sci.-Prac. Conf. devoted to 85th anniversary of the Department of Soil Science and land resources assessment of the ISU / Ed. I. Granina. Irkutsk: ISU Publ., 2016, p. 431-436. (in Russian)
13. *Martynova N.A. Kuzevanov V.Ya. Settlement gardening and soil cover conservation as eco-culture and eco-education components, Modern problems of science and education, 2015, No4.* (in Russian)
14. Martynova N.A. *Soils*. In book: Atlas "Irkutsk and Irkutsk region": Educational and reference cartographic manual, 2nd edition, updated and supplemented. Irkutsk: FSUE «VostSibAGP», Publ., 2010, 27 p. (in Russian)
15. *Martynova N, Tropina M.G., Khamaganova A. Soil of the environs of the village Youth in Irkutsk region, their characteristics, environmental condition and influence the composition of the groundwater . In book: Materiały XI Międzynarodowej naukowii-praktycznej konferencji «Strategiczne pytania światowej nauki - 2015» Volume 16. Nauk biologicznych. Rolnictwo.: Poland, Przemysł: Nauka i studia, p. 37-42.* (in Russian)
16. Snakin V.V., Krechetov V.V. Kuzovnikova T.A. et al. *System of assessing of soil degradation degree*. Pushchino: Pushchino scientific center RAS, Institute of Nature, 1992, 20 p. (in Russian)
17. *Smagin A.V., Azovceva N.A., Smagina M.V. et al. Criteria and methods to assess the ecological status of soils in relation to the landscaping of urban territories, Eurasian Soil Science, 2006, Vol. 39, No5, p.539-551.*
18. Solnceva N.A. *Geochemical stability of natural systems to technogenic loads (principles and methods of study, forecast criteria)* In book: Extraction of mineral raw materials and Geochemistry of natural systems. Moscow: Nauka Publ., 1982, p.181-216. (in Russian)

19. *Theory and Practice of Soil Chemical Analysis* / Ed. by L.A. Vorobyova. Moscow: GEOS Publ., 2006, 400 p. (in Russian)
20. Fokin A. D. The resistance of soils and terrestrial ecosystems: approaches to the systematization of concepts and assessment, *Bulletin of Moscow Timiryazev Agricultural Academy*, 1995, Vol 2, p. 71-85. (in Russian).
21. *IUSS Working Group WRB, World Reference Base for Soil Resources International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps*, World Soil Resources Reports. № 106. FAO, Rome, 2014. 181 p.

Received 11 December 2018

Accepted 28 April 2019

Published 06.04.2019

About the authors:

Martynova Natalia A. - Senior lecturer of the Department of Soil Science and Land Resources Assessment of the Soil Biology Faculty of the Irkutsk State University (Irkutsk, Russia); natamart-irk@yandex.ru

Pushkareva Valeria S. – Student of the 4th year of the Department of Soil Science and Land Resources Assessment of the Soil Biology Faculty of Irkutsk State University (Irkutsk, Russia); pushkarevavaleriya@mail.ru

The authors read and approved the final manuscript



The article is available under [Creative Commons Attribution 4.0 License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)