

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СИБИРСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКАЯ АКАДЕМИЯ»
(ФГБОУ ВПО «СГГА»)

VIII Международные научный конгресс и выставка

ИНТЕРЭКСПО ГЕО-СИБИРЬ-2012

Международная научная конференция

**ДИСТАНЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ЗОНДИРОВАНИЯ
ЗЕМЛИ И ФОТОГРАММЕТРИЯ, МОНИТОРИНГ
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ, ГЕОЭКОЛОГИЯ**

Т. 2

Сборник материалов

Новосибирск
СГГА
2012

УДК 502:528.7
С26

Ответственные за выпуск:

Доктор технических наук, профессор, проректор по учебно-методической работе МИИГАиК,
Москва

И.Г. Журкин

Доктор физико-математических наук, профессор, академик РАН,
директор Института вычислительной математики и математической геофизики СО РАН,
Новосибирск

Б.Г. Михайленко

Доктор технических наук, профессор, заведующий лабораторией цифровой обработки
изображений Института вычислительной математики и математической геофизики СО РАН,
Новосибирск

В.П. Пяткин

Доктор технических наук, профессор, заведующая кафедрой экологии и природопользования
СГГА, Новосибирск

Л.К. Трубина

кандидат технических наук, СГГА, И. О. заведующего кафедрой фотограмметрии и
дистанционного зондирования, Новосибирск

А.В. Комиссаров

кандидат технических наук, профессор кафедры фотограмметрии и дистанционного
зондирования СГГА, Новосибирск

Т.А. Широкова

Кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры фотограмметрии и
дистанционного зондирования СГГА, Новосибирск

А.С. Гордиенко

С26 Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр., 10–20
апреля 2012 г., Новосибирск : Междунар. науч. конф. «Дистанционные методы
зондирования Земли и фотограмметрия, мониторинг окружающей среды,
геоэкология» : сб. материалов в 2 т. Т. 2. – Новосибирск : СГГА, 2012. – 220 с.

ISBN 978-5-87693-526-7 (т. 2)

ISBN 978-5-87693-519-9

ISBN 978-5-87693-506-9

В сборнике опубликованы материалы VIII Международного научного
конгресса «Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012», представленные на
Международной научной конференции «Дистанционные методы зондирования
Земли и фотограмметрия, мониторинг окружающей среды, геоэкология».

Печатается по решению редакционно-издательского совета СГГА
Материалы публикуются в авторской редакции

УДК 502:528.7

ISBN 978-5-87693-526-7 (т. 2)

ISBN 978-5-87693-519-9

ISBN 978-5-87693-506-9

© ФГБОУ ВПО «СГГА», 2012

СОДЕРЖАНИЕ

Ю.Г. Райзман. Планирование аэросъёмки в эпоху цифровой фотографии или от попереченого перекрытия к уклону зданий	8
И.Н. Белоус, О.Г. Быкова. Зимняя внутрипочвенная миграция влаги и солеперенос в засоленных почвах Барабы	16
А.В. Ван. Методологические проблемы исследований природных экологических и природно-технических систем	19
Ю.Ю. Иванова. Анализ изменчивости морфометрических характеристик сосны на клоновой лесосеменной плантации	24
М.И. Эпов, И.Н. Злыгостев. Применение беспилотных летательных аппаратов в аэрогеофизической разведке	27
Н.Г. Коронатова, Н.П. Миронычева-Токарева. Восстановление растительного покрова на рекультивированном песчаном карьере в северной тайге	33
О.Н. Николаева. Об интеграции ДДЗ в ГИС для формализованной инвентаризации природно-ресурсных характеристик региона.....	39
В.В. Рыкова, Ю.Д. Горте. БД и ГИС естественно-научной тематики по регионам Сибири и Дальнего Востока: анализ информационного массива	45
С.А. Попова, О.В. Чанкина, В.И. Макаров. Характеристика дымовой эмиссии и элементного состава золы при лабораторном горении лесных материалов.....	51
Ю.Н. Самсонов. Пестицидные поллютанты в окружающей среде и их фотохимическое разложение под действием солнечного света	55
Д.С. Дубовик, М.В. Якутин. Динамика экосистем Улуг-Хемской котловины республики Тыва по данным дистанционного зондирования	61
А.Г. Шарикалов, М.В. Якутин. Динамика лесных экосистем на территориях месторождений углеводородного сырья в подзоне северной тайги Западной Сибири.....	66
Г.А. Иванова. Мониторинг воздействия пожаров на компоненты экосистемы сосняков Средней Сибири.....	72
С.В. Жила. Отпад деревьев под воздействием пожаров в сосняках Нижнего Приангарья.....	77
Н.В. Гопп. Исследование влияния рельефа на почвенно-растительный покров	82
М.А. Бизин, К.П. Куценогий. Результаты одновременных измерений приземных массовых концентраций субмикронного атмосферного аэрозоля и атмосферного озона (измерения 2007–2010 г.г.)	87
К.П. Куценогий, Э.Н. Валендик, Н.С. Буфетов, В.Б. Барышев. Эмиссии лесного пожара в Центральной Сибири	92
О.П. Коробейничев, А.Г. Шмаков, А.А. Чернов, В.М. Шварцберг, К.П. Куценогий, В.И. Макаров. Применение аэрозольной технологии и эффективных нелетучих пламегасителей для тушения различных типов пожаров	97

В.В. Сафонов. Анализ состояния атмосферного воздуха г. Новосибирска за 1998–2011 гг.	107
Д.В. Панов, Л.А. Черновский, А.А. Юдина. Анализ пространственного загрязнения атмосферы транспортом с использованием 3D-модели городской территории	114
А.Ф. Путилин, А.М. Шкаруба. Выделение смытых почв водосборного бассейна на основе ГИС- технологий	119
М.В. Якутин, А.Г. Шарикалов, А.И. Шепелев. Антропогенный пресс на экосистемы северной тайги и почвенная микробобиомасса	124
В.А. Орлов, М.Д. Парушкин. Явление суточной повторяемости возбуждения шума в сигналах лазерного деформографа	129
В.В. Головкин, В.Л. Истомин, К.П. Куценогий. Определение массы индивидуальных пылевых зерен древесных растений и сорных трав, произрастающих в Западной Сибири	136
Е.Н. Кулик. Оперативный космический мониторинг: вчера, сегодня, завтра	141
В.С. Андриевский, М.В. Якутин, Ч. Лхагвасурен. Эволюция почвенного зоо-микробиального комплекса в котловинах юга Западной Монголии	147
Б.М. Кленов. К вопросу об экологической устойчивости в современном учении о почвенном гумусе	153
А.В. Егорова, А.Н. Логиновская. Барьерные ландшафты Калбинского нагорья.....	158
Н.И. Михайлова, А.Н. Логиновская. Проблема разрушения берегов озера Алаколь.....	162
А.В. Иванов, С.А. Москальченко. Оценка влияния лесных дорог на пожарную опасность насаждений Нижнего Приангарья.....	168
Е.В. Миляева, В.А. Степанова, Е.К. Вишнякова. Запасы углерода и азота в болотных экосистемах средней тайги Западной Сибири.....	173
Д.В. Панов. Анализ методик учета экологической компоненты в кадастре городских земель	178
Н.П. Косых, Н.П. Миронычева-Токарева. Биологическая продуктивность торфяных болот Западной Сибири	182
Е.П. Янкович, А.С. Янкович. Информационная среда для эколого-геохимической оценки состояния подземной гидросферы	188
Г.П. Мартынов, А.Ю. Луговская. О достоверности некоторых статистических оценок в биоиндикационных исследованиях	192
О.Г. Невидимова. Развитие озерных систем и их реакция на климатические изменения в голоцене (на примере оз. Чаны, Барабинская низменность).....	197
А.С. Сафатов, Г.А. Буряк, С.Е. Олькин, И.С. Андреева, И.К. Резникова, М.Ю. Аршинов, Б.Д. Белан, Д.В. Симоненков, В.И. Макаров, С.А. Попова, Б.С. Смоляков, М.П. Шинкоренко. Мониторинг биогенных компонентов атмосферного аэрозоля юга Западной Сибири	202

Л.К. Трубина. Методологические аспекты экологической оценки состояния урбанизированных территорий.....	208
Л.Ю. Анопченко, М.В. Якутин. Аридизация климата юга Западной Сибири и засоление почв.....	212
А.В. Ван. Критерии геоэкологического районирования территории Верхнего Приобья	217

CONTENTS

Yu. Raizman. Flight planning for the digital era.....	8
I.N. Belous, O.G. Bykova. Winter intrasoil moisture migration and salt transport in saline soil of Baraba.....	16
A.V. Van. Methodological problems of investigating natural ecological and natural-technogenic systems	19
Yu.Yu. Ivanova. Analysis of pine morphometric characteristics variability on clonal seed-forest plantation	24
M.I. Epov, I.N. Zlygostev. The use of unmanned air vehicles for aero geophysical survey	27
N.G. Koronatova, N.P. Mironycheva-Tokareva. Revegetation in the reclaimed sand quarry in the northern taiga.....	33
O.N. Nikolayeva. Techniques of remote sensing data integration in GIS for formalized inventory of regional natural resources characteristics	39
V.V. Rykova, Yu.D. Gorte. DB and GIS on natural sciences for Siberian and Far Eastern regions: the information massive analysis	45
S.A. Popova, O.V. Chankina, V.I. Makarov. Characterization of smoke emission and elemental composition of ash from laboratory burning of forest materials	51
Yu.N. Samsonov. Pesticide pollutants in the environment and photochemical decomposition under solar radiation	55
D.S. Dubovik, M.V. Yakutin. The ecosystems dynamic in the Ulug-Hem depression of republic Tuva according to remote sounding	61
A.G. Sharikalov, M.V. Yakutin. The dynamics of wood ecosystems on territories with hydrocarbonic raw materials deposits in a northern taiga subzone in Western Siberia	66
G.A. Ivanova. Monitoring effects of fire on ecosystem components of scotch pine forests of Central Siberia.....	72
S.V. Zhila. The tree mortality under the influence of fire severity in scots pine forests of Lower Angara Region	77
N.V. Gopp. Research of influence of a relief on a soil and vegetation cover	82
M.A. Bizin, K.P. Kutsenogy. Results of simultaneous measurements of ground mass concentration submicronic atmospheric aerosol and atmospheric ozone (measurements of 2007–2010 years).....	87
K.P. Koutsenogii, E.N. Valendik, N.S. Bufetov, V.B. Baryshev. Emission of forest fire in Central Siberia.....	92
O.P. Korobeinichev, A.G. Shmakov, A.A. Chernov, V.M. Shvarts-berg, K.P. Koutsenogii, V.I. Makarov. Application of aerosol technology and non-volatile effective fire suppressants for fire-fighting of various types of fires	97
V.V. Safonov. Atmospheric air state in Novosibirsk (1998–2011).....	107
D.V. Panov, L.A. Chernovsky, A.A. Yudina. 3D city model application for analyzing atmospheric spatial pollution from car exhaust.....	114

A.F. Putilin, A.M. Shkaruba. Allocation of washed soils of catchment basin on the basis of GIS-technologies	119
M.V. Yakutin, A.G. Sharikalov, A.I. Shepelev. Anthropogenous press on the northern taiga ecosystems and soil microbiomass	124
V.A. Orlov, M.D. Parushkin. The phenomenon of diurnal noise excitation repeatability in laser deformograph signals	129
V.V. Golovko, V.L. Istomin, K.P. Koutsenogii. Determination of the masses of pollen grain of West Siberian arboreous plants and weeds.....	136
E.N. Kulik. Prompt space monitoring: yesterday, today and tomorrow	141
V.S. Andrievskiy, M.V. Yakutin, C. Lhagvasuren. The evolution of a soil zoo-microbial complex in depression of the Western Mongolia south.....	147
B.M. Klenov. Problem of environmental sustaiability in present-day soil humus studies.....	153
A.V. Egorina, A.N. Loginovskaya. Bariernye landscapes Kalbinskogo uplands	158
N.I. Mihailova, A.N. Loginovskaya. Problem of the destruction coast lake Alakoli	162
A.V. Ivanov, S.A. Moskalchenko. Estimating effect s of forest roads on fire danger of forest of the Lover Angara Region	168
E.V. Milyayeva, V.A. Stepanova, Y.K. Vishnyakova. Carbon and nitrogen reserves in marsh ecosystems of West Siberian taiga	173
D.V. Panov. Analysis of the techniques for determining ecological component in urban lands cadastre	178
N.P. Kosykh, N.P. Mironycheva-Tokareva. Biological productivity of the peatlands of Western Siberia	182
E.P. Yankovich, A.S. Yankovich. Information environment for ecogeochemical assessment of the underground hydrosphere	188
G.P. Martynov, A.Yu. Lugovskaya. Reliability of some statistical estimation in biological indication research	192
O.G. Nevidimova. The evolution of the lake systems and adaptation to the climatic changes in the holocene (for example the lake Chany, Barabinskaya lowland).....	197
A.S. Safatov, G.A. Buryak, S.E. Olkin, I.S. Andreeva, I.K. Rezniko-va, M.Yu. Arshinov, B.D. Belan, D.V. Simonenkov, V.I. Makarov, S.A. Popova, B.S. Smolyakov, M.P. Shinkorenko. Monitoring of atmospheric aerosols' biogenic components in the south of Western Siberia	203
L.K. Trubina. Methodological aspects of urban lands state ecological assessment	208
L.Yu. Anopchenko, M.V. Yakutin. Increase in dryness of a climate in the south of Western Siberia and increase of salinity in soils	212
A.V. Van. Criteria for ecological zoning of Upper-Ob territory	217

ПЛАНИРОВАНИЕ АЭРОСЪЁМКИ В ЭПОХУ ЦИФРОВОЙ ФОТОГРАФИИ ИЛИ ОТ ПОПЕРЕЧЕНОГО ПЕРЕКРЫТИЯ К УКЛОНУ ЗДАНИЙ

Юрий Григорьевич Райзман

Компания Visionmap, ул. Менахем Бегин, 7, Рамат-Ган, 52681, Израиль, зам. директора по науке, тел. +972 3 6091042, e-mail: yuri@visionmap.com

В статье приводится новый подход к планированию аэросъёмки в эпоху цифровой фотографии.

Ключевые слова: аэросъёмка, ортофотоплан, цифровая камера.

FLIGHT PLANNING FOR THE DIGITAL ERA

Yuri Raizman

Visionmap Ltd, 7 Menachem Begin Rd. Ramat-Gan. 52681, Israel, VP EMEA & Chief Scientist, tel. +972 3 6091042; e-mail: yuri@visionmap.com

The article describes a new approach for flight planning for the digital era.

Key words: aerial survey, orthophoto, digital camera.

В аналоговую эру аэросъёмки, которая продлилась довольно долго – около 100 лет, для обеспечения правильного выполнения аэросъёмки и обеспечения качества при производстве ортофотопланов использовались, в основном, такие параметры, как продольное и поперечное перекрытие между снимками и маршрутами и фокусное расстояние камеры. Причиной тому была однотипность используемых аэрокамер. Стандартные фотограмметрические камеры имели, в основном, два стандартных размера снимка – 24 x 24 см или 18 x 18 см, и стандартные фокусные расстояния – 150, 210, 300 мм для первого размера снимков и 70, 100, 140, 200, 250 и 350 для второго размера снимков.

В цифровую эпоху аэросъёмки, которая длится уже более 10 лет, ситуация изменилась. На аэросъёмочном рынке существуют различные камеры с разным размером кадра, разной разрешающей способностью CCD и разными фокусными расстояниями объективов.

В статье делается попытка выработать современный универсальный подход для планирования аэросъёмки и производства ортофотопланов в современную эпоху цифровой фотограмметрии.

На рис.1 представлена схема планирования полёта аэросъёмки.

FOV – угол поля зрения камеры поперёк линии полёта. Соответствует расстоянию W на местности.

2α – допустимый угол съёмки для ортофото поперёк линии полёта. Соответствует расстоянию W_0 на местности. Только эта часть снимка используется для производства ортофотопланов.

2λ – допустимый угол съёмки вдоль линии полёта (не показан на рисунке).
 Это обусловлено продольным перекрытием. Обычно, $2\lambda < 2\alpha$.
 D – расстояние между маршрутами.
 Q – поперечное перекрытие.

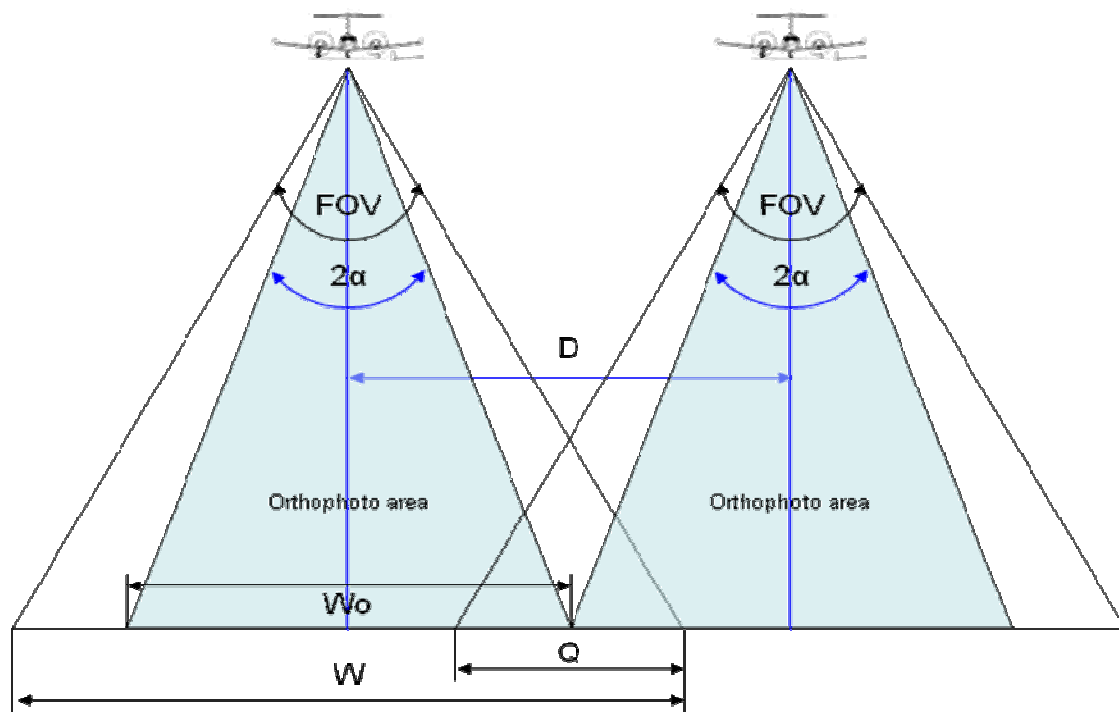


Рис. 1. Схема планирования полёта аэросъёмки

Здесь:

Эта схема, в принципе, справедлива для всех типов камер. Только значения параметров этой схемы будут меняться в зависимости от типов камер.

На рис. 2 представлено влияние допустимого угла съёмки на уклон («развал») зданий на ортофото и на размер скрытого изображения.

Здесь:

FOV – угол поля зрения камеры. Для современных камер варьируется в пределах 27° - 110° ;

$2\alpha_1, 2\alpha_2$ - допустимые углы съёмки для ортофото;

L_1, L_2 – скрытое изображение;

$K_u = \text{tg}(\alpha) \cdot 100\%$ - коэффициент уклона зданий на ортофото при максимально допустимом угле съёмки;

При одинаковой высоте здания сохраняется следующее условие: $2\alpha_2 > 2\alpha_1 \rightarrow L_2 > L_1$;

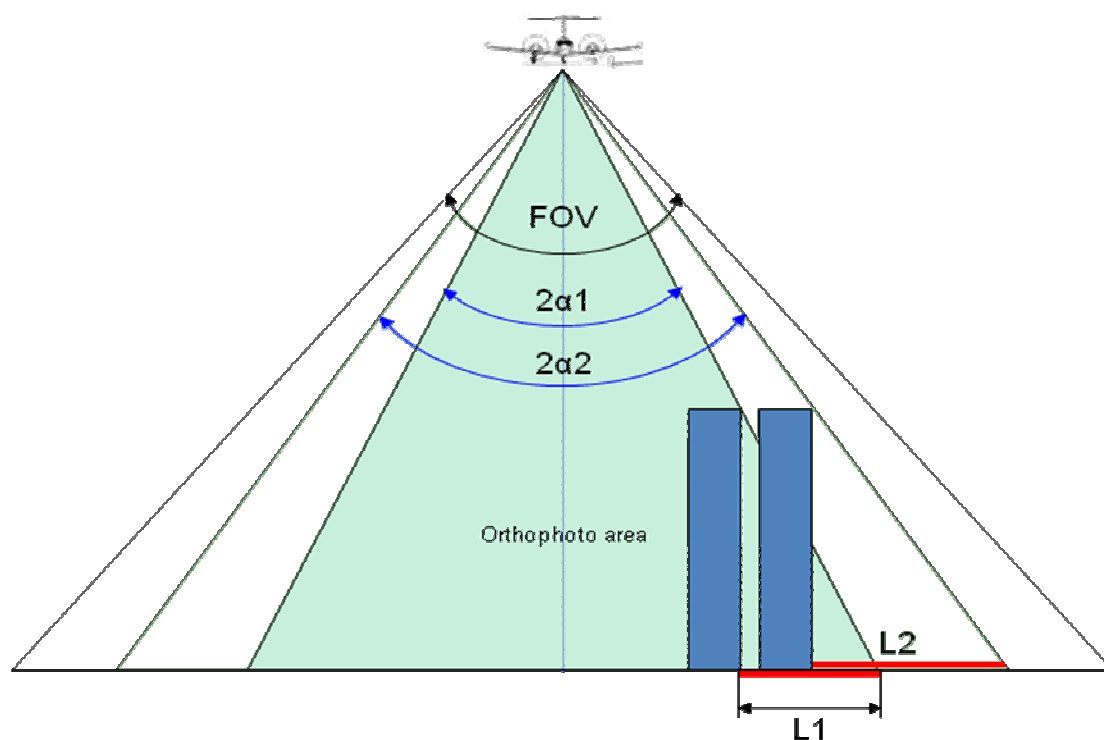


Рис. 2. Наклон зданий и скрытое изображение на ортофото

Как мы видим, чем больше допустимый угол съёмки, тем больше уклон зданий и тем больше скрытое пространство. На самом деле, именно допустимый угол съёмки и, как следствие, коэффициент уклона зданий, являются основными геометрическими параметрами определяющими измерительные качества и читабельность ортофотопланов.

Для дальнейшего рассмотрения возьмем за основу рекомендуемые значения поперечного и продольного перекрытия для аналоговых камер. Как мы все знаем из инструкций и из опыта, для городской съёмки и производства ортофото, рекомендуется использовать камеру с фокусным расстоянием 300 мм, в то время как для открытой местности можно использовать камеру с фокусным расстоянием в 150 мм. Продольное перекрытие P в обоих случаях предполагается 60%. Поперечное перекрытие Q задаётся 25-30% для открытой местности и 35-40% - для городской. Ортофото строится из части снимка (W_o), ограниченной линиями порезов, проходящими примерно в середине зон перекрытия.

Для проведения сравнительных вычислений для цифровых камер удобно перейти от метрических единиц измерения (мм и см) к пикселям. Для аналоговых камер предположим, что стандартный снимок сканирован с разрешением 15 мкм. В этом случае размер кадра в пикселях составит 16,000 на 16,000 пикселей. Фокусное расстояние в пикселях составит соответственно 10,000 пикселей (150 мм) и 20,000 пикселей (300мм). Зависимость между допустимым углом съёмки и перекрытием вычисляется по следующим формулам:

[1]

$$2\alpha = 2 * \arctan \left(Lq * \frac{1-Q}{2F} \right)$$

$$2\lambda = 2 * \arctan\left(Lp * \frac{1-P}{2F}\right)$$

[2]

Где:

2α и 2λ – допустимый угол съёмки поперек и вдоль линии полёта соответственно,

Q, P – поперечное и продольной перекрытие,

Lq, Lp - размер снимка в пикселях поперек и вдоль линии полёта,

F – фокусное расстояние в пикселях.

Основываясь на этих формулах и данных снимков различных камер, рассчитаем для этих камер значения допустимого угла съёмки и уклон зданий в зависимости от значения продольного и поперечного перекрытия (Табл. 1).

Таблица 1. Допустимый угол и уклон зданий

Аэрокамера	A3	UC EAGLE		UC- Xp	UC- Xp wa	DMCI I 250	ADS 80	RC-30 / RMK-TOP	
Фокусное расстояние (мм)	300	210	80	100	70	112	62,77	150	300
Размер пикселя (мкм)	9	5,2	5,2	6	6	5,6	6,5	15	15
Фокусное расстояние (пиксель)	33333	4038 5	15385	16667	11667	20000	9657	1000 0	2000 0
Поперечный размер снимка (пиксель)	62000	2001 0	20010	17310	17310	17216	1200 0	1600 0	1600 0
Продольный размер снимка (пиксель)	8000	1308 0	13080	11310	11310	14656	7530	1600 0	1600 0
Площадь снимка (Мега пискель)	496	262	262	196	196	252	90	256	256
Угол поля зрения (поперечный)	110°	27,8°	66,1°	54,9°	73,1°	46,6°	63,7°	77,3°	43,6°
Угол поля зрения (продольный)	13,4°	18,4°	46,1°	37,5°	51,7°	40,2°	42,6°	77,3°	43,6°
Продольное перекрытие	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%
Допустимый продольный угол (2λ)	5°	7°	19°	15°	22°	17°	18°	35°	18°
Уклон зданий при λ	5%	6%	17%	14%	19%	15%	16%	32%	16%

Аэрокамера	A3	UC EAGLE		UC- Xp	UC- Xp wa	DMCI I 250	ADS 80	RC-30 / RMK-TOP	
Поперечное перекрытие	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%
Допустимый попереченый угол (2α)	80°	17°	43°	35°	48°	29°	41°	51°	27°
Уклон зданий при α	84%	15%	39%	31%	45%	26%	37%	48%	24%
Поперечное перекрытие	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%
Допустимый поперечный угол (2α)	93°	21°	52°	43°	58°	36°	50°	62°	33°
Уклон зданий при α	105%	19%	49%	39%	56%	32%	47%	60%	30%

Результаты расчётов показывают, что при одинаковых значениях продольного и поперечного перекрытия, допустимый угол аэросъёмки и, как следствие, скрытое пространство и уклон зданий на ортофотоплане, варьируются в больших пределах.

Для стандартного продольного перекрытия 60% уклон зданий варьируется в пределах от 5% до 32%. Для поперечного перекрытия в 40% уклон зданий находится в пределах 15% - 84%. И для 25% поперечного перекрытия уклон зданий меняется от 19% до 105% для разных камер.

Чем меньше уклон зданий, тем больше обычный ортофотоплан приближается к «истинному» ортофотоплану, тем лучше читабельность и измерительные качества такого продукта.

Из таблицы 1 возьмём значения уклона зданий 60% и 24% (отмечены зелёным цветом) соответствующие 25% и 40% поперечного перекрытия для аналоговых камер и рассчитаем по ним поперечное перекрытие для цифровых камер (Табл.2).

Таблица 2. Поперечное перекрытие в соответствии с уклоном зданий

[illegible]

Аэрокамера	A3	UC EAGLE		UC-Xp	UC-Xp wa	DM C II 250	ADS 80	RC-30 RMK-TOP	
Поперечное перекрытие	80 %	3%	63%	54%	68%	44%	61%	70%	40%
Межселённая местность									
Требуемый уклон зданий на ортофото	60 %	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%
Допустимый угол для ортофото (2α)	62	62	62	62	62	62	62	62	62
Поперечное перекрытие	60 %	- 142%	8%	- 16%	19%	- 39%	3%	25%	- 50%

Как видно, для того, чтобы получить уклон зданий в 24%, поперечное перекрытие для разных камер меняется в пределах 3% - 80%. С уклоном зданий 60%, что типично для открытой плоско-равнинной местности, проводить аэросъёмку можно только с тремя камерами – A3 (Visionmap), RC-30 и RMK-TOP с F=150 мм. Остальные камеры из-за относительно небольшого поля зрения не позволяют проводить аэросъёмку с уклоном зданий 60%, что, в принципе, соответствует 25% поперечному перекрытию для аналоговых камер.

Проведём планирование аэросъёмки для открытой местности, задавая следующие параметры: продольное перекрытие – не меньше 60%, поперечное перекрытие – не меньше 25%, наземное разрешение – 25 см, допустимый угол аэросъёмки – не больше 60°, наземная скорость самолёта – 250 узлов (463 км/час):

Элементы Табл. 3 рассчитываются следующим образом:

1. Продольное перекрытие – по возможной частоте фотографирования (FPS) и скорости самолёта,

2. Поперечное перекрытие и допустимый угол аэросъёмки взаимосвязаны и вместе зависят от поля зрения камеры (см. Рис.1) – поперечное перекрытие не может быть меньше 25%, в то время как допустимый угол аэросъёмки не может быть больше 60°.

Таблица 3. Рассчёт параметров аэросъёмки

Аэрокамера	A3	UC EAGLE		DMC II 250	UC-Xp wa	UC-Xp	RC-30 RMK-TOP		ADS 80
Фокусное расстояние (мм)	300	210	80	112	70	100	300	150	62.77
Поперечный угол поля зрения	110°	27,8°	66,1°	46,6°	73,1°	54,9°	43,6°	77,3°	63,7°
Частота фотографирования (снимок/сек)	7,40	0,56	0,56	0,59	0,50	0,74	-	-	-

Наземное разрешение (см)	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Высота фотографирования (м)	8333	10096	3846	5000	2917	4167	5000	2500	2414
Продольное перекрытие	60%	93%	93%	94%	91%	94%	60%	60%	60%
Поперечное перекрытие	59%	25%	25%	25%	25%	26%	26%	28%	25%
Допустимый угол (2α)	60°	21°	52°	36°	58°	42°	33°	60°	50°
Площадь снимка (км ²)	63,5	16,4	16,4	15,8	12,2	12,2	16,0	16,0	5,6
Расстояние между маршрутами (м)	9 623	3 742	3 752	3 249	3 233	3 199	2 962	2 887	2 251

Как видно из расчетов, опять только три камеры (A3, RC-30, RMK-TOP) позволяют достичь максимально допустимого угла аэросъемки 60°. Камера UC-XP wa приближается к этому параметру.

Задание одинаковых геометрических ограничений на аэросъемку позволяет провести корректный сравнительный анализ между существующими на рынке аэрокамерами. График на рис. 3 построен по результатам расчета аэросъемки, представленным в Табл. 3.

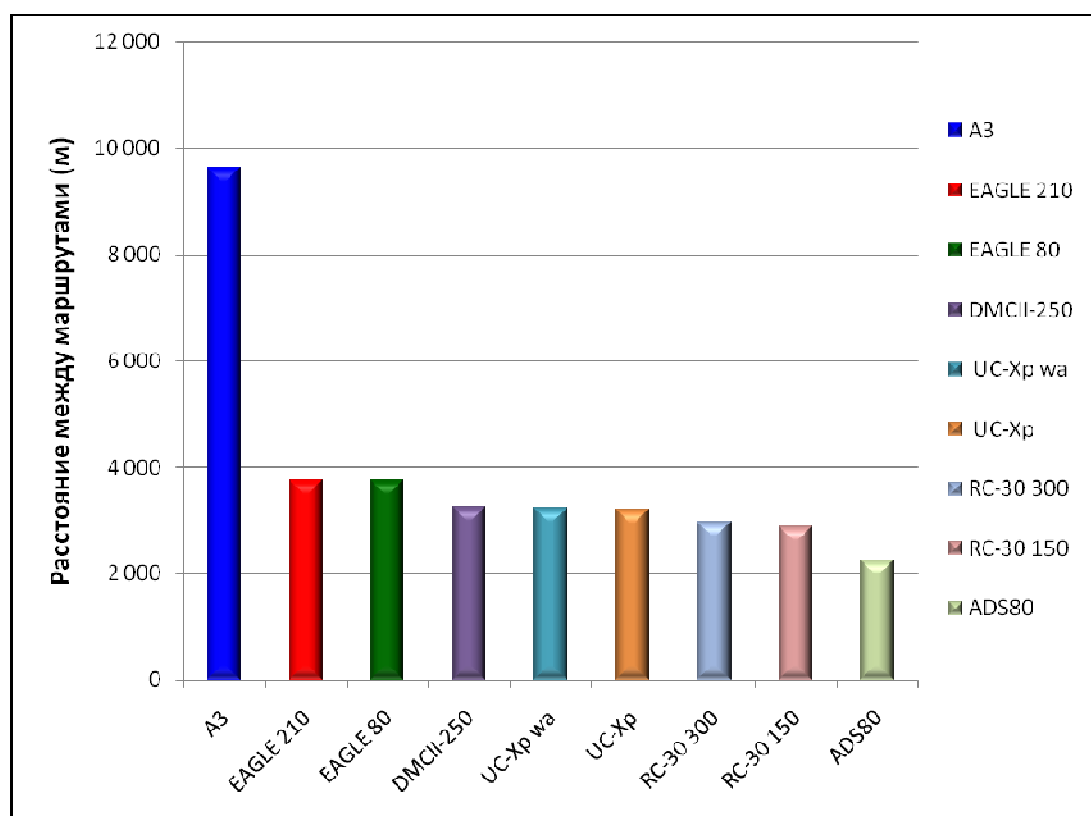


Рис. 3. Расстояние между маршрутами для разных камер

Заключение:

1. Задавая в техническом задании на производство ортофото такие параметры, как поперечное и продольное перекрытие и предполагая, что аэросъёмка будет выполнена одной из существующих сегодня цифровых или аналоговых камер, мы заведомо обрекаем себя, как пользователя этого ортофото, на неоднозначность относительно измерительных качеств и читабельности этого продукта.

2. Для получения ортофото одинакового измерительного качества от разных поставщиков, вместо продольного и поперечного перекрытия необходимо задавать допустимый угол аэросъёмки или уклон зданий.

3. Понимание геометрических законов планирования аэросъёмки позволяет провести корректный анализ существующих аэрокамер и, в конечном итоге, сделать правильный выбор для каждого конкретного проекта. Что, в свою очередь, всегда приводит к экономии материальных средств и времени.

© Ю.Г. Райзман, 2012

ЗИМНЯЯ ВНУТРИПОЧВЕННАЯ МИГРАЦИЯ ВЛАГИ И СОЛЕПЕРЕНОС В ЗАСОЛЕННЫХ ПОЧВАХ БАРАБЫ

Инесса Николаевна Белоус

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, аспирант кафедры экологии и природопользования, тел. (383)3610886

Оксана Григорьевна Быкова

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, доцент кафедры экологии и природопользования, тел. (383)3610886, e-mail: okgrig@mail.ru

Приводятся количественные данные перемещения и выноса водорастворимых солей на поверхность почв на примере засоленных почв в лесостепной зоне Барабинской равнины. Содержание ионов солей в снеговой воде в нижнем слое снега к концу зимы на контроле выше, чем в начальный период зимы. Четко это прослеживается для ионов натрия и сульфат-ионов, менее заметно для гидрокарбонат-ионов. Содержание ионов кальция и магния уменьшается, что возможно связано с выпадением карбонат-ионов на поверхность земли при перекристаллизации снега.

Ключевые слова: педогалогеохимические исследования, миграция почвенной влаги, почвенный профиль, глубинный иней, изморось, анионы, катионы.

WINTER INTRASOIL MOISTURE MIGRATION AND SALT TRANSPORT IN SALINE SOIL OF BARABA

Inessa N. Belous

A post-graduate student, Department of Ecology and Nature Management, Siberian, State Academy of Geodesy, 8 Plakhotnogo St., 630108 Novosibirsk, phone: (383) 361 08 86

Oksana G. Bykova

Assoc. Prof., department of Ecology and Land Management, Siberian, State Academy of Geodesy, 8 Plakhotnogo st., 630108 Novosibirsk, phone: (383)3610886, e-mail: okgrig@mail.ru

We present quantitative data of transfer and removal of soluble salts on the soil surface with saline soils in the forest-steppe zone of Baraba plain as an example. In the control the content of salt ions in the snow-water in the bottom layer of snow by the end of winter is higher than in the initial period of the winter. It is clearly seen for the sodium and sulfate ions and it is less pronounced for the hydrocarbonate ions. The content of calcium and magnesium ions decreases, probably due to the precipitation of carbonate ions to the surface during recrystallization of snow.

Key words: pedogalogeohimicheskie research, migration of soil moisture, soil profile, depth hoarfrost, rime, anions, cations.

Еще в начале прошлого столетия считалось, что почвенный профиль на протяжении всей зимы Современное рациональное природопользование предполагает обязательную экологическую оценку территории при проведении мелиоративных работ, так как необоснованное проведение мелиоративных

работ приводит к появлению вторично-засоленных территорий и образованию пустошей. Ведущими факторами для выделения природно-мелиоративных зон и подзон являются особенности показателей, определяющих свойства мелиорируемой толщи почв, в пределах которой движутся грунтовые воды, и соли.

На первых этапах изучения проблемы миграции влаги и содержащихся в ней солей зимой, интересовавшей с давних пор многих исследователей, были решены вопросы, касающиеся в основном общей оценки ее роли для различных типов почв и горных пород, в качественной форме выявлены возможные причины ее возникновения при промерзании, ее природа и механизмы. Более детальное изучение этих явлений, динамики процессов и особенно количественной доли выноса солей с почвенной влагой к поверхности промерзшей почвы задерживалось из-за отсутствия соответствующих технических средств и методов [1]. На данный момент также существует ряд факторов, сдерживающих исследования в данной области. Это климатические и сезонные особенности, методические и методологические, а также экспериментальные, ведь порой достаточно сложно и даже невозможно проведение полевых исследований в суровых условиях зимы.

Процесс зимнего солепереноса в верхние слои почв прослежен в Барабе, Забайкалье, в Якутии и Кулунде. Якутскими исследователями была произведена попытка выяснения возможности поступления солей из почвы в снег. Но их эксперимент нельзя назвать достаточно удачным, т. к. они не разграничили две основные статьи привноса солей – атмосферную и почвенную - в снег [1]

В. А. Казанцев (1998г.) в лабораторных условиях выяснил, что чем больше минерализован почвенный раствор, тем большее количество водорастворимых солей почва способна «вытолкнуть». Данный процесс он определил как «зимний выпотной режим почв».

Передвижение солей по почвенному профилю непосредственно в полевых условиях были прослежены на опытном участке, расположенном по профилю, который был заложен по трассе п. Здвинск – с. Верхний Урюм Новосибирской области. По ландшафтному районированию эта территория относится к Каргат-Чулымскому междуречью. Отбор проб производился на пашне и в колке. Был произведен также анализ глубинного инея, образующегося в процессе конденсации водяных паров, диффундирующих из подстилающей породы или льда, и в процессе сублимации.

Теоретически в почве в колке содержание любых солей должно быть выше, чем на пашне. Так как в колке участвует в круговороте веществ больше органических остатков за счет зеленой массы и перерабатывающих ее почвенных организмов, а при распахке и дальнейшей сельскохозяйственной обработке земли большое количество содержащихся в ней веществ выносятся эоловыми процессами за пределы территории.

Результаты анализов глубинного инея подтверждают вышесказанное. Содержание всех ионов в изморози на пашне заметно ниже, чем в колке. Причем нитратов в инее на пашне не обнаружено вообще, а в колке – 15,31 мг/дм³. Содержание гидрокарбонатов в инее в колке более чем в 2,7 раза

превышает их количество на пашне, хлоридов – в 2,2 раза, сульфатов – почти в 3 раза. В содержании катионов еще больший разрыв. Кальция больше в 8,3 раза, магния и калия – в 5,3 раза, натрия – в 2,5 раза, а аммония – в 9,4 раза меньше. Этот факт можно объяснить переходом NH_4^+ в NO_3^- в процессе постоянных сложных трансформаций поливалентных соединений азота в почве.

Соответственно, вынос солей происходит в колке интенсивнее из-за более высокого их содержания в ней, а значит предположение о том, что почва имеет способность к саморассолению, иначе говоря, «самоисцелению», находит свое фактическое подтверждение.

По результатам проведенных экспериментов был сделан вывод, что происходит активное передвижение в промерзшей почве тех водорастворимых солей, которые в ней находились в избытке [1]. Но для конца зимы зафиксированные данные по химическому составу почвенных слоев могут быть не достаточно достоверны, т. к. могла произойти миграция солей из почв в снег, и полученные цифры несколько занижены. Чтобы численно установить эту погрешность, были рассмотрены данные химического состава тех же слоев почвы и в тех же стационарных точках, но под пленкой. Пленка в начале зимы укладывалась на поверхность почвы, еще не покрытую снегом, чтобы удерживать мигрирующие соли из профиля в снежную толщу, и система на протяжении всей зимы оставалась герметичной.

По результату эксперимента удалось установить, что содержание некоторых ионов под пленкой превышает их количество в естественных условиях. Так HCO_3^- больше почти на 5 мг/дм³, Cl^- - примерно на 2 мг/дм³, а содержание Na^+ увеличивается почти в два раза. В снег в большей степени мигрируют хлориды калия и гидрокарбонаты натрия и калия. Остальные ионы содержатся в почве под пленкой в меньшем количестве, чем в естественных условиях, т. к. почва ими не перенасыщена. (Рис.1)

Таким образом можно сделать следующий вывод - соли выносятся относительно в небольших порциях, но в общей картине миграции могут играть существенную роль. Отмечается исключительно высокая разница в содержании ионов солей в начале зимы и в конце зимы под пленкой. Общая минерализация в слое почвы 0-2 см за весь период зимы изменилась с 120,87 до 207,73 мг/дм³, т.е. более, чем в 1,7 раза. Впоследствии «подтянутые» к поверхности соли будут вынесены снеготалыми водами и надмерзлотной верховодкой в понижения рельефа, тем самым очистив почвы от избытка накопившихся солей. Подобный механизм определен В.А. Казанцевым как зимний выпотной режим почв.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Казанцев В. А. Проблемы педогалогенеза: на примере Барабинской равнины // Новосибирск, 1998.- 279 с.

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРИРОДНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ И ПРИРОДНО-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Александр Викторович Ван

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, доктор геолого-минералогических наук, профессор-консультант кафедры кадастра, тел. (383) 344-31-73, e-mail: van.a.v @ mail.ru

В статье рассматриваются пути решения методологических проблем исследований природных экологических и природно-технических систем с целью установления наиболее эффективных способов добычи информации, обеспечивающих мероприятия по рациональному использованию природных ресурсов и охраны окружающей среды.

Ключевые слова: экосистемный анализ, экологические и природно-технические системы, экологические функции, информация, природные ресурсы.

METHODOLOGICAL PROBLEMS OF INVESTIGATING NATURAL ECOLOGICAL AND NATURAL-TECHNOGENIC SYSTEMS

Alexander V. Van

Ph.D., consulting professor, department of cadastre, Siberian State Academy of Geodesy, 10 Plakhotnogo st., 630108, Novosibirsk, phone: (383) 344-31-73, e-mail: van.a.v @ mail.ru

The author offers the ways of solving methodological problems of investigating natural ecological and natural- technogenic systems in order to find the most efficient way of obtaining information to facilitate efficient management of natural resources and environmental protection.

Key words: ecosystem analysis, ecological and natural- technogenic systems, ecological functions, information, natural resources.

Интенсивное нарастание и глобализация экологических исследований в последние годы с привлечением новейших достижений науки породили и обострили множество методологических проблем, связанных с разработкой и совершенствованием методов изучения функционального взаимодействия человека и окружающей природы. Для решения этих проблем создаются новые теории, концепции и учения о научном познании естественных территориальных комплексов, представленных экологическими системами, которые образованы такими основообразующими компонентами, как литосфера, гидросфера, атмосфера и биосфера. На этом фоне возник ряд новых научных дисциплин экологической направленности – геоэкология, экологическая геология, инженерная экология, геомедицина и др.

В последние годы одним из главных направлений исследований рассматриваемой проблемы стал экосистемный анализ с признанием экологических функций геологической среды основным природоформирующим фактором и важным источником информации, обеспечивающим рациональное использование природных ресурсов. Разработаны новые методы и технологии

изучения природных объектов и явлений, следовательно, возникли и новые подходы к интерпретации полученных данных, сформировались другие акценты в методологии исследований взаимодействия человеческого общества и окружающей его природы.

Прежде всего, методология современных экологических исследований ориентирована на обеспечение научно-обоснованной информационной базы, обеспечивающей рациональное природопользование, под которым подразумевается наиболее экономные, эффективные и безопасные для природы способы ее освоения. Именно системный анализ обеспечивает целевое изучение последствий производственно-хозяйственной деятельности человека и получение достоверных данных, необходимых для разработки мероприятий по рациональной эксплуатации природных ресурсов, для оценки экологической емкости природных территориальных объектов, их стойкости к техногенному воздействию и направления практического использования с учетом требований охраны окружающей среды. При этом предусматривается создание наиболее благоприятного режима для воспроизводства утраченного с целью обеспечения перспективных интересов дальнейшего производственно-хозяйственного развития, комфортности проживания и сохранения здоровья людей.

В сложившейся обстановке наиболее приоритетным направлением исследований является установление экологического состояния, ресурсоемкости и пределов хозяйственных возможностей территории, которые выявляются анализом и выделением природных экологических систем и природно-технических систем для районов, трансформированных под воздействием человеческой деятельности.

Принципиальное начало рационального использования природных ресурсов заключается в познании взаимосвязи природных экосистем, каждая из которых характеризуется вполне определенными естественными показателями, служащими информационной основой хозяйственной деятельности человека, перспективного планирования и прогнозирования дальнейшего развития. Поэтому экосистемный анализ является главным методом получения нужных сведений по всестороннему изучению природных и природно-технических объектов эксплуатации.

Практический опыт экосистемных исследований показывает, что для получения наилучших и достоверных результатов следует использовать методы экологической геологии, изучающей главный составляющий компонент природных экологических систем – литосферу со своими ресурсной, геодинамической, геохимической и другими функциями, в значительной степени определяющей экологическую обстановку окружающей среды. В таком случае объектом изучения становится эколого-геологическая система (подсистема экосистемы), которая согласно В.Т. Трофимову и др. [2] является определенным объемом литосферы с находящейся с ней во взаимосвязи биотой. Целью экологической геологии является создание таких методов и технологий исследований, которые обеспечивали бы раскрытие экологических функций каждой отдельной экосистемы и их влияние на процессы саморегуляции биосферы и естественного баланса составляющих ее

компонентов на определенной территории. Многообразие функциональных взаимосвязей между природной и техногенно преобразованной литосферой и биотой позволяет проводить типизацию эколого-геологических систем по их экологической емкости – хозяйственной пригодности, видам и характеру экологических функций, которые используются для обоснования мероприятий по рациональному использованию природных ресурсов и охране окружающей среды.

Главным критерием выделения и оценки природных экосистем являются экологические функции литосферы и состояние эколого-геологических условий поверхностной части земной коры, входящей в зону жизнеобеспечения и взаимодействующей с биотой.

Экологическая геология выделяет природную эколого-геологическую и природно-техническую системы [2]. Первая эколого-геологическая система исследуется на неосвоенной территории, не затронутой человеческой деятельностью и где отсутствуют признаки техногенной трансформации окружающей обстановки. Системный анализ в этом случае заключается в установлении состава, состояния и свойств литосферы определенного территориального объекта и взаимодействующей с ней биотой.

Природно-техническая эколого-геологическая система включает в себя уже существующие промышленные и жилые строения, инженерные сооружения и их комплексы, которые нарушают сложившуюся природную обстановку, преобразуют рельеф, гидросеть, растительность и животный мир, загрязняет окружающую среду промышленными и бытовыми отходами. Такая система изучается с целью установления ее современного состояния с мониторингом изменений под воздействием человеческой деятельности.

Наблюдения за трансформацией природных экологических и природно-технических систем обеспечивают перспективное планирование использования неосвоенных территорий и прогнозирование дальнейшего развития хозяйственной деятельности, согласно реальному состоянию выделенных экосистем и с учетом требований по охране окружающей среды.

Методика исследований природно-технических систем включает в себя кроме общих методов для всех природных экологических систем, еще и специфические способы, ориентированные на изучение их преобразования в условиях антропогенеза. Мониторинг изменений природных экологических систем под воздействием человеческой деятельности играет важную роль в экологической оценке территории, результаты которого являются основой научного прогноза ее дальнейшего развития, для решения проблем сохранения природы и ее воспроизводства.

Территория юго-востока Западной Сибири является зоной развитой промышленности и интенсивного сельскохозяйственного производства. Размещение производственно-хозяйственных объектов неравномерное и в местах их сгущения происходит значительная трансформация природной среды под влиянием техногенных факторов. В то же время здесь еще имеются значительные пространства неосвоенных площадей. Сравнительный анализ экологического состояния природных экологических и природно-технических

систем является одним из методов оценки трансформации природной среды в условиях антропогенеза.

В отличие от неосвоенных территорий районы, входящие в природно-технические системы, характеризуются наличием искусственных рукотворных объектов, которые находятся во функциональной взаимосвязи с природоформирующими компонентами окружающей среды, притерпевающими разрушительную трансформацию под воздействием человеческой деятельности. Получается, что природные и искусственные элементы, взаимодействуя между собой, образуют новые, с иными функциональными показателями системы. Такие системы возникают и существуют на фоне естественных экологических систем, а их взаимосвязь определяется масштабом и формой производственно-хозяйственной деятельности человека на этой территории.

Трансформация природных территориальных комплексов под воздействием производственно-хозяйственной деятельности человека проявляется в преобразовании окружающей среды, вызываемом совокупностью физических и химических процессов, порожденных производственно-хозяйственной активностью людей по освоению новых территорий, по использованию природных ресурсов. Степень изменения природной среды в условиях антропогенеза определяется интенсивностью и видом практической деятельности человека.

Исходя из вышеизложенного, становится понятным целесообразность использовать более детальные целевые (отраслевые) подразделения природно-технических систем [1]. На локальном уровне при более подробном описании параметров природно-технических систем есть смысл отражать в наименовании системы конкретную принадлежность ее техногенного компонента, например, в таком виде - агросистема, урбаносистема и др.

Агросистема состоит из пространственно и функционально единого объекта, представленного ландшафтом, где естественная растительность на большей части территории вытеснена агроценозом, образованным взаимосвязью земледельческих мероприятий и почвенного покрова и созданным человеком для получения сельскохозяйственных продуктов. С этой системой связана территория сельскохозяйственной практики, использующей научные приемы возделывания сельскохозяйственных культур, включая агротехнику, агрофизику, агрохимию на определенном участке, покрытом слоем плодородной почвы. Наиболее выразительной локальной агросистемой является Приобское плато (восточная часть Новосибирской области по обе стороны р. Оби), составленное лесостепным ландшафтом возвышенного плато с приречными склонами, разнотравно-злаковыми лугами, где сконцентрированы наиболее продуктивные земли, состоящие из мощных (до 0,5 м покровов обыкновенного чернозема, иногда выщелоченных. Сельскохозяйственная ценность почв относится к высоко- и очень высококачественной категории. Под сельскохозяйственные угодья заняты 80 % территории. Отмечается полная распашка пахотнопригодных земель, которые занимают 50 % территории. Из них 10 % подвержено дефляции, и до 20 % - водной эрозии. Заболоченность достигает 25 %. Состояние экосистемы близко к критическому, что обусловлено

интенсивной хозяйственной эксплуатацией. Агроценозы на месте распаханых зональных степей находятся на различных стадиях деградации. Сильно нарушен почвенный покров, который нуждается в усиленной охране.

Урбаносистема представлена природно-антропогенным комплексом, состоящий из архитектурно-строительных объектов со сложившейся инфраструктурой на фоне в разной степени нарушенной природной среды. Рост и развитие городского хозяйства, сопровождающиеся увеличением удельного веса городского населения, приводит к полной утрате первичных природных черт. При достижении критической степени урбанизации территория теряет природные системные связи и приобретает новые антропогенные функции.

Типичной урбаносистемой в пределах юго-востока Западной Сибири является г. Новосибирск со своим почти полуторамиллионным населением, которое занято трудом в сферах промышленности, управления, науки, культуры, торговли и обслуживания. Сельскохозяйственное производство имеет только подсобное значение.

Социальными признаками такого большого мегаполиса как Новосибирск служит концентрация многоэтажных строений, широкое развитие общественного и частного транспорта, каналов связи, значительное превышение застроенной и окультуренной части территории города над природными зелеными и садово-парковыми пространствами, а также большое количество производственных и бытовых отходов. Большая концентрация промышленных объектов – главных загрязнителей атмосферы, гидросферы и литосферы – значительно повышает экологический риск для здоровья проживающего здесь населения.

Обобщая вышеизложенное, можно констатировать, что методологические проблемы исследований природных экологических и природно-технических систем наиболее эффективно решаются методами экологической геологии, результаты которых видны на конкретных примерах.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Жарников В.Б., Ван А.В. Природно-технические системы Новосибирского Приобья как объекты кадастра // Вестник СГГА. 2010. № 1 (12).- С.83-93.
2. Экологические функции литосферы / В.Т. Трофимов, Д.Г. Зилинг Т.А. Барабошкина и др. – М.: МГУ, 2000.-432 с.

© А.В. Ван, 2012

АНАЛИЗ ИЗМЕНЧИВОСТИ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СОСНЫ НА КЛОНОВОЙ ЛЕСОСЕМЕННОЙ ПЛАНТАЦИИ

Юлия Юрьевна Иванова

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Новосибирск, ул. Плеханова, 10, старший преподаватель кафедры экологии и природопользования, тел: (383)361-08-86, e-mail: iuu@ngs.ru

В статье представлен результат анализа изменчивости морфометрических характеристик клонов сосны обыкновенной на примере одной из экспериментальных лесосеменных плантаций в Алтайском крае. Для определения морфометрических характеристик деревьев, разработана технология наземной стереофотосъемки. По результатам обработки материалов стереофотосъемки получены следующие характеристики: высота дерева, ежегодные приросты за весь период жизни дерева, а также угол ветвления для 80 деревьев. Приведён результат статистического анализа полученных данных.

Ключевые слова: клонная плантация, сосна, морфометрические характеристики, стереопара, наземная стереофотосъемка.

ANALYSIS OF PINE MORPHOMETRIC CHARACTERISTICS VARIABILITY ON CLONAL SEED-FOREST PLANTATION

Yuliya Yu. Ivanova

Senior lecturer, department of ecology and nature management, phone: (383)361-08-86, e-mail: iuu@ngs.ru

The paper presents analysis results for Scotch pine clones morphometric characteristics variability by the example of one of the experimental seed-forest plantations in Altai region. To determine the trees morphometric characteristics terrestrial stereo photographic survey techniques have been developed. On the basis of the survey results the following characteristics were determined: tree height, annual height increment over the whole period of the tree life, branching angle for 80 trees. The results of the given characteristics analysis are presented.

Key words: clone plantation, pine, morphometric characteristics, stereopair, terrestrial stereo photographic survey.

В лесном хозяйстве страны осуществляется комплекс различных мероприятий по эффективному использованию, охране и воспроизводству лесов, повышению их продуктивности и устойчивости. Ведущее место среди лесохозяйственных мероприятий отводится лесному селекционному семеноводству. Одной из наиболее эффективных форм организации лесного семеноводства является закладка лесосеменных плантаций, с использованием плюсовых деревьев, отобранных в лучших насаждениях. Так, в Озерском лесхозе Алтайского края с целью сохранения генетического потенциала сосны обыкновенной созданы такие плантации. Для выявления генетически лучших особей проводятся многолетние наблюдения. При этом анализируется изменчивость признаков различной природы по большому набору

морфометрических показателей, в том числе, измеряются высота и диаметр ствола, ширина кроны, длина и диаметр осевых и боковых побегов, размер хвои и генеративных органов и др. Традиционно такие показатели получают в процессе обмера каждого дерева, иногда для этого производят их спиливание. Главными признаками, определяющими строение кроны деревьев, являются: длина и толщина сучьев, угол ветвления и число ветвей в одной мутовке.

Поскольку размер исследуемой площадки небольшой и посадки разрежены по сравнению с естественными лесными массивами, целесообразнее для определения морфометрических характеристик сосны использовать материалы цифровой наземной стереофотосъемки. Методика проведения такой съемки была представлена в работе [1]. Стереофотосъемка выполнялась цифровыми фотокамерами Canon 30D, снабженными матрицей $22,5 \times 15,0$ мм (3504×2336 пикселей) и вариобъективом с фокусным расстоянием $17 \div 40$ мм. На расстоянии до объекта съемки порядка 6 м размер пикселя в пространстве объекта составлял порядка $2,1 \times 1,4$ мм. Точность построения модели оценивалась по контрольным отрезкам на тестовых стойках, а также измеренным лазерным дальномером DISTO A5 межмутовочным расстояниям. Средняя квадратическая погрешность, вычисленная по расхождениям с контрольными отрезками, составила 2,4 см.

Для обработки материалов использовался программный продукт PhotoModeler. Функциональные возможности программы позволяют построить 3D – модель как по одной стереопаре, так и по большому числу снимков. В свою очередь построенная модель позволяет определить пространственные размеры объектов.

Рассмотрим методику измерения угла ветвления (отхождения) ветки – угол, под которым она отходит от ствола у своего основания – клонов сосны обыкновенной, произрастающих на экспериментальной лесосеменной плантации. Ветвление – это способ увеличения надземной массы и площади поверхности растения. Из верхушечной почки зародышевого стебля развивается главный стебель – ось первого порядка, а из его боковых почек – боковые стебли (оси второго порядка), которые, в свою очередь, ветвятся, образуя оси третьего порядка и т.д. У древесных растений главный стебель начинает ветвиться на определенной высоте. Неветвящаяся часть стебля называется стволом. В результате ветвления у древесных растений формируется крона. Крону составляют разновозрастные ветви. В строении дерева выделяют скелетные ветви – крупные, долговечные разветвления. Они и составляют каркас кроны, на котором развиваются более слабые полускелетные ветви и многочисленные мелкие менее долговечные ветки и веточки.

Процесс измерения угла отхождения ветки по стереопаре заключается в идентификации точек, определяющих длину осевого побега (ось первого порядка) и длину бокового побега (ось второго порядка) за исследуемый период, при этом отмечаются соответственные точки на левом и правом снимках. Идентификация этих точек осуществляется опцией, соответствующей построению графического линейного объекта. Вычисление угла ветвления реализуется по пространственным координатам замаркированных точек. Из рис. 1 видно, что это угол образованный отрезками АВ и АС.

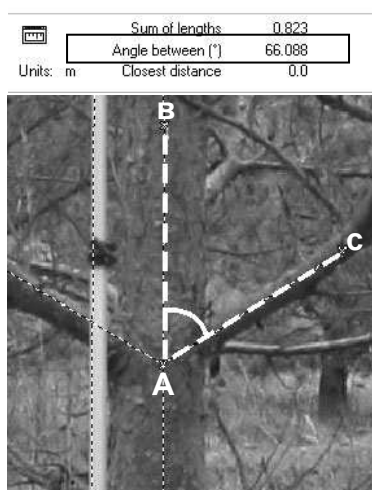


Рис. 1. Измерение угла ветвления

Поскольку в процессе формирования ветви меняется вектор направления её роста в пространстве, то угол отхождения ветви, измеренный на разных стадиях её развития, будет различный. Поэтому, при измерениях на боковом побеге маркировали по три точки с последующим построением по ним трёх различных углов, их измерением и определением среднего значения.

Для оценки точности измерения угла ветвления по стереоснимкам, был проведён дополнительный эксперимент. Были получены стереопары тест-объекта (прямоугольная рамка), проведена их обработка и измерены углы. Отклонение от реальных размеров не превысило 0,1 градуса.

В результате статистического анализа были рассчитаны такие показатели как, средняя арифметическая величина, дисперсия, среднее квадратическое отклонение, стандартная ошибка средней арифметической, коэффициент вариации. Расчёт показателей выявил различный уровень изменчивости разных клонов. Оценка уровня изменчивости оценивалась по шкале, предложенной С.А. Мамаевым. Согласно данной шкале уровень изменчивости у одних клонов был определён как «очень низкий», у других – как «средний».

Подводя итоги, можно отметить, что предлагаемый метод определения количественных характеристик, в частности угла ветвления древесных насаждений, является достаточно эффективным и может служить средством информационного обеспечения исследователей лесных ресурсов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Трубина Л.К., Иванова Ю.Ю. Определение количественных характеристик древесных насаждений по материалам наземной стереофотосъёмки [Текст] / Л.К. Трубина, Ю.Ю. Иванова // «Известия ВУЗов. Геодезия и аэрофотосъемка». – Москва, 2010, № 1, - С. 23-26.

ПРИМЕНЕНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ В АЭРОГЕОФИЗИЧЕСКОЙ РАЗВЕДКЕ

Михаил Иванович Эпов

Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук, 630090, г. Новосибирск, пр. ак. Коптюга, 3, академик РАН, директор, тел. 8 383 333 29 00, e-mail: EpovMI@ipgg.nsc.ru

Игорь Николаевич Злыгостев

Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук, 630090, г. Новосибирск, пр. ак. Коптюга, 3, старший научный сотрудник, тел. 8 383 333 30 12, e-mail: Zligostev@ipgg.nsc.ru

В статье рассмотрен процесс и особенности применения аэрогеофизических технологий с использованием в качестве носителя беспилотных летательных аппаратов, предложена малогабаритная комплексная автоматизированная геофизическая информационно-измерительная система и рассмотрены возможные аспекты её применения.

Ключевые слова: малодоступные и особо охраняемые природные территории, БПЛА, аэрогеофизическая разведка.

THE USE OF UNMANNED AIR VEHICLES FOR AERO GEOPHYSICAL SURVEY

Michail I. Epov

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics of Siberian Branch Russian Academy of Sciences (IPGG SB RAS) Akademika Koptyuga Prsp., 3, Novosibirsk, 630090, Russian Federation, academician RAS, director, tel. +7 (383) 333-29-00, e-mail: EpovMI@ipgg.nsc.ru

Igor N. Zlygostev

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics of Siberian Branch Russian Academy of Sciences (IPGG SB RAS) Akademika Koptyuga Prsp., 3, Novosibirsk, 630090, Russian Federation, senior research scientist, tel. +7 (383) 333-30-12, e-mail: Zligostev@ipgg.nsc.ru

The paper covers the process and peculiarities for the use of aero geophysical technologies with unmanned flying vehicles. A small-sized computer-assisted data measurement system is suggested and possible fields of its application are considered.

Key words: hard-to-reach and specially protected natural areas, UAV, aero geophysical survey.

Аэрогеофизические технологии отличаются от других геолого-исследовательских технологий высоким темпом обследования труднодоступных территорий, экономичностью, возможностью комплексирования различных геофизических методов дистанционного зондирования и высокой статистической представительностью данных.

Использование для привязки результатов измерений спутниковых навигационных систем обеспечивает высокую точность плановой и высотной привязки результатов измерений.

Последнее десятилетие характеризуется системным увеличением доли аэрогеофизических работ в общей структуре геологоразведки, однако рост объёмов аэрогеофизических съёмок в России меньше среднего мирового уровня примерно в 5 раз.

Одна из причин этого состоит в высокой стоимости эксплуатации носителей геофизических платформ (это вертолеты МИ-8, КАА-226, самолеты АН-24, АН-26, АН-30, ТУ-204-330 и др.), сложности привлечения авиационной инфраструктуры, наличие или создание специальных взлетно-посадочных площадок в районах проведения исследований и, как следствие, ограничение доступа широкого круга исследователей к этой технологии.

Применение беспилотных летательных аппаратов для реализации аэрогеофизических технологий позволит снять вышеупомянутые ограничения для решения широкого класса задач.

Первоначально беспилотные технологии представляли собой сложные и дорогостоящие комплексы, разработанные для применения исключительно в военных целях: в качестве воздушных мишеней (для имитации дозвуковых маневрирующих целей типа «крылатая ракета», «планирующая бомба»), разведчиков (для ведения наблюдения за местностью, оперативного поиска, обнаружения наземных объектов, уточнения метеоусловий в районе цели, ретрансляции спецсвязи) и ударных комплексов, предназначенных для ведения воздушной разведки с возможностью нанесения ударов по отдельным целям в условиях сильного противодействия зенитных средств противника.

В течение последнего десятилетия в развитии гражданских беспилотных систем произошел настоящий прорыв, обусловленный резким снижением габаритов и стоимости электронного обеспечения (систем связи, вычислительных систем, приёмников спутниковой навигации, микромеханических датчиков инерциальных систем навигации, фото- и видеоаппаратуры в видимом и ИК диапазонах) и появлением нового поколения двигательных установок и аккумуляторов.

В настоящее время беспилотные технологии по доступности приближаются к уровню бытовых технологий.

Практический опыт применения беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) ведущими странами выявил широкий набор гражданских задач, при решении которых они показывают высокую эффективность. К ним относятся мониторинг ЛЭП, нефте- и газопроводов, выявление очагов возгорания в лесах, мониторинг земной поверхности, обеспечение телекоммуникаций, охрана и патрулирование границ.

В России имеется значительный опыт применения БПЛА для решения ряда задач лесоохраны: обнаружения очагов возгорания и мониторинга лесных пожаров, выявления ветровалов, незаконных рубок леса, мест поражения лесов вредителями и т.п.

В качестве носителей аппаратуры наблюдения использовались БПЛА легких и сверхлегких классов: «Дозор-2», «Элерон» и «ZALA 421-04М» [1].

В прогнозе компании Teal Group (США) от 2004 г. отмечено, что в ближайшее десятилетие самыми крупными рынками для гражданской беспилотной авиации будут пограничная охрана, лесное хозяйство и те виды деятельности, где требуется регулярный осмотр линейных и площадных объектов. Ожидается, что к 2014 году половина всех летательных аппаратов будут беспилотными и большую часть составят БПЛА легких и сверхлегких классов.

Направление развития БПЛА идет от универсальности в сторону специализации беспилотных аппаратов и самих комплексов на унифицированных платформах управления, т.е. комплексы, в перспективе, должны создаваться исключительно под целевые требования заказчика. При этом унификация платформы управления позволит формировать один комплекс с набором аппаратов разного класса и типа. Данный подход позволяет снизить стоимость как самого комплекса, так и удельные затраты в период его эксплуатации за счет оптимизации выполнения полетов путем выбора типа аппаратов и полезной нагрузки под конкретные задачи.

Конструктивно БПЛА состоит из летающей платформы (ЛП), системы управления, обеспечивающей управление в дистанционном или в автономном режиме, полезной целевой нагрузки и оборудования для высокоскоростной защищенной передачи цифровой информации.

В легких классах доминирует самолетный тип летающей платформы, как наиболее простой в изготовлении и эксплуатации. В микро и малом классе российским производителем предлагается широкий выбор комплексов [2].

Беспилотные вертолетные типы ЛП представлены во всех классах. Однако стоимость вертолетного БПЛА превышает стоимость самолетного БПЛА аналогичного класса в 2-4 раза и имеет большую сложность эксплуатации. При этом самолет значительно превосходит вертолет по основным рабочим характеристикам.

В последние годы началось бурное развитие нового класса небольших беспилотных мультироторационных летательных аппаратов. Мультикоптеры, в отличие от БПЛА вертолетного типа традиционной продольной схемы с несущим и рулевым винтами и аппаратов осевой схемы, обладают рядом достоинств, таких, как простота и надежность конструкции и схемы стабилизации, а также малую взлетную массу при существенной массе полезной нагрузки, компактность, высокую маневренность и низкую стоимость.

Например, БПЛА типа MD4-1000 фирмы Microdrones GmbH, представляет собой автономный квадрокоптер, предназначенный для выполнения задач в области мониторинга, координации действий, разведки, геодезии, связи и контроля. Обладает модульной концепцией установки полезной нагрузки, которая может состоять из самых разнообразных фото-, видео- и специализированных измерительных систем. Взлетная масса 5,5 кг, масса полезной нагрузки до 2,3 кг, скорость полета до 15 м/с, скорость набора высоты 7,5 м/с, высота полета до 1000 м, время полета 70 минут.

Для использования в области аэрогеофизических исследований наиболее перспективными являются лёгкие БПЛА малого и среднего радиуса действия с взлетной массой от 5 до 100 кг, полезной нагрузкой от 1 до 20 кг, и радиусом действия до 150 км. При использовании БПЛА малых классов повышается гибкость организации проведения исследований, снижаются удельные затраты, работы могут выполняться согласно оперативным планам в любое время.

Лучшие технические и экономические характеристики имеют летающие платформы самолетного типа, выполненные по схемам "летающее крыло", биплан и мультикоптерные БПЛА с массой полезной нагрузки от 1 до 20 кг.

Создание многоцелевой комплексной аэрогеофизической информационно-измерительной системы на базе БПЛА представляет большой интерес для компаний, занимающихся исследованием геологического строения Земли и добычей полезных ископаемых, экологией, решением специальных задач (особенно в труднодоступных регионах: арктический и субарктический районы, труднопроходимые лесные зоны, пустынные, экваториальные леса, беспокойные геополитические зоны).

Применение БПЛА в аэрогеофизике предоставляет следующие преимущества по сравнению с пилотируемыми носителями:

- Снижение стоимости работ;
- Возможность использования нового, ранее не практически не используемого, высотного диапазона проведения геофизических съёмок: от единиц до сотен метров;
- Возможность оперативного проведения разновысотной съемки на заданном маршруте;
- Получение более подробной и качественной информации, необходимой для выделения малоконтрастных аномалий;
- Отсутствие необходимости в специальных взлетно-посадочных площадках;
- Обслуживание БПЛА не требует высококвалифицированного летного и технического персонала;
- Возможность оснащения этой системой полевых отрядов и экспедиций, что позволит резко увеличить объемы и качество выполнения исследовательских работ.

Регистрация на борту БПЛА геофизических данных (съемка в оптическом и инфракрасном диапазонах, магнитная съемка, дистанционная электроразведка, гамма-спектрометрия) позволяет использовать эту систему для решения широкого круга геофизических задач, а также для наблюдения за состоянием лесов, ледников, нефте- и газопроводов, естественных водоемов, состоянием поливных земель и водохранилищ, проводить антиселевую и противопожарную разведку, производить контроль тепловых загрязнений, контролировать работу на карьерах, состояние хранилищ отходов, пылящих поверхностей и многое другое. Такой комплекс востребован в геологии,

экологии, землеустроительстве, для предупреждения ЧС, наблюдения за работой горных предприятий.

В настоящее время в Институте нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН разрабатывается малогабаритная комплексная автоматизированная геофизическая информационно-измерительная система (АГИИС), предназначенная для установки на летающие платформы самолетного типа БПЛА малых и сверхмалых классов

АГИИС спроектирована как система открытого типа, состоящая из унифицированных модулей. Такое построение системы позволяет быстро производить её расширение и создавать оптимизированную конфигурацию для решения конкретных задач.

Основной набор разрабатываемых унифицированных модулей включает в себя спутниковую систему навигации (модуль GPS), бесплатформенную инерциальную навигационную систему на основе блока микромеханических гироскопов и акселерометров (модуль БИНС), высокоскоростную (до 30 мб/с) систему передачи цифровой информации с борта ЛП по радиоканалу (модуль СПД), видеокамеры оптического (модуль ТВ) и дальнего инфракрасного (модуль ИК) диапазонов, цифровой фотоаппарат (модуль Ф), магнитометрический канал на базе трехкомпонентных феррозондовых датчиков (модуль ММК) и автоматизированную систему сбора, предварительной обработки и гарантированного хранения полученной информации.

Совместно с Институтом физики им. Л.В. Киренского СО РАН ведется разработка нового класса малогабаритных датчиков слабых магнитных полей, основанных на применении нанокристаллических пленок кобальта и пермаллоя с высокой магнитной проницаемостью в СВЧ диапазоне, которые позволяют произвести измерение вектора напряженности магнитного поля в диапазоне частот от 1 Гц до 200 МГц с разрешающей способностью в десять раз превосходящей лучшие феррозондовые измерители, не имеющих аналогов за рубежом. Применение этих датчиков открывает уникальную возможность создания ранее не применявшегося в традиционной аэрогеофизике автоматизированного канала высокочастотной электроразведки, использующего метод радиокомпарации и пеленгации (РадиоКИП), который дает дополнительную информацию для поиска месторождений и структурного картирования.

Способность БПЛА выполнять полет на малых высотах с огибанием рельефа открывает возможность создания малогабаритного гамма-спектрометра с высокими техническими характеристиками, что значительно расширяет круг решаемых задач разведочной геофизики.

В качестве носителей разрабатываемой АГИИС будут использованы комплексы БПЛА разработанные в Сибирском федеральном университете.

СФУ с 2008 года осуществляет разработку полномасштабных комплексов БПЛА для решения задач дистанционного зондирования Земли, рассматривая геофизическое направление в качестве приоритетного. На данный момент доведена до опытной эксплуатации летающая платформа БПЛА "Дельта" ("летающее крыло"), с максимальной взлётной массой 6кг. Комплекс

используется для аэрофотосъёмочных работ. Создан и отработан бортовой комплекс управления, способный масштабироваться для платформ взлётной массой до 100кг. В настоящее время закончены проектные работы по созданию новой летающей платформы БПЛА «Гамма» (биплан) с максимальной взлётной массой 50кг, производится изготовление опытного образца.

Выполнение в течение полета непрерывного контроля основных параметров всех бортовых систем позволит оптимизировать алгоритмы фильтрации геофизических данных от наведённых помех.

В заключение необходимо отметить, что основным препятствием для широкомасштабного использования гражданских БПЛА является отсутствие нормативно-правовой базы по определению порядка и правил использования воздушного пространства при полетах БПЛА.

В настоящее время применение БПЛА сталкивается с необходимостью преодоления ряда методических и технических барьеров, ограничивающих использования БПЛА в общем воздушном пространстве.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Н.А. Ковалев, В.В. Коносевиц и др. Отчет о научно-исследовательской работе " Разработка научно-методических подходов и технологии использования беспилотных летательных аппаратов в лесном хозяйстве"106 с. Пушкино, Государственный контракт № Р-7К-10/12, Федеральное агентство лесного хозяйства, ФГУ «Авиалесоохрана»
2. 1-й Российский сайт о ракетной технике и технологии:missiles.ru

© М.И. Энов, И.Н. Злыгостев, 2012

ВОССТАНОВЛЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА НА РЕКУЛЬТИВИРОВАННОМ ПЕСЧАНОМ КАРЬЕРЕ В СЕВЕРНОЙ ТАЙГЕ

Наталья Геннадьевна Коронатова

Институт почвоведения и агрохимии Сибирского отделения Российской Академии наук, 630099, Новосибирск, ул. Советская, 18, кандидат биологических наук, научный сотрудник, тел. (383)2225415, e-mail: koronatova@issa.nsc.ru

Нина Петровна Миронычева-Токарева

Институт почвоведения и агрохимии Сибирского отделения Российской Академии наук, 630099, Новосибирск, ул. Советская, 18, кандидат биологических наук, заведующая лабораторией биогеоценологии, тел. (383)2225415; Сибирская государственная геодезическая академия, кафедра экологии и природопользования, Новосибирск, ул. Плеханова, 10, тел. (383)3610886, e-mail: nina@issa.nsc.ru

В работе приводятся данные многолетних наблюдений по развитию растительного покрова на выработанном песчаном карьере в подзоне северной тайги Западной Сибири. Показано, что отсыпка поверхности карьера торфом приводит к более интенсивному развитию растительности не сразу, а спустя десять лет. Посадка саженцев деревьев не представляется эффективным методом рекультивации карьеров. При решении вопроса биологической рекультивации выработанных песчаных карьеров севера необходимо искать пути увеличения плодородия и влагоудерживающей способности грунтов с целью создания условий для интенсивного развития растительности.

Ключевые слова: техногенный ландшафт, рекультивация, растительный покров, продуктивность.

REVEGETATION IN THE RECLAIMED SAND QUARRY IN THE NORTHERN TAIGA

Natalya G. Koronatova

Ph.D., researcher, the Institute of Soil Science and Agrochemistry, Siberian branch of Russian Academy of Sciences, 18 Sovetskaya, Novosibirsk 630099, phone: (383)2225415, e-mail: koronatova@issa.nsc.ru

Nina P. Mironycheva-Tokareva

Ph.D., Head of Biogeocenology Laboratory, the Institute of Soil Science and Agrochemistry, Siberian branch of Russian Academy of Sciences, 18 Sovetskaya, Novosibirsk 630099, phone: (383)2225415, Department of Ecology and Nature Management, Siberian State Academy of Geodesy, 10 Plakhotnogo St., 630108 Novosibirsk, phone: (383)3610886, e-mail: nina@issa.nsc.ru

The paper presents data on the long-term observations of development of vegetation on post-mined sand quarry in the northern taiga subzone of West Siberia. It was found out that the covering the quarry with peat leads to a more intensive development of vegetation not once, but ten years later. Planting of trees was not an effective method of reclaiming. For biological reclamation of post-mined quarries in north, it is necessary to look for ways to increase fertility and water-holding capacity of sand soils in order to create the conditions for intensive development of vegetation.

Key words: technogenic landscape, reclamation, plant cover, productivity.

Введение. В северных регионах Западной Сибири нефтегазодобывающие предприятия и связанная с ними инфраструктура оказывают наибольшее воздействие на природные экосистемы и иногда значительно трансформируют их. Здесь для отсыпки дорог и кустовых оснований добывается песок карьерным способом. После выработки карьеры как правило подвергаются технической рекультивации, которая заключается в планировке поверхности и выполаживании бортов. Биологическая рекультивация, целью которой является быстрое задернение открытой поверхности, проводится значительно реже. В то же время суровый климат региона, бедность грунтов карьеров элементами питания растений и недостаточная влагообеспеченность препятствуют быстрому восстановлению растительного покрова. Поэтому в карьерных выработках на севере Западной Сибири длительное время не зарастают.

Исследования по восстановлению почвенно-растительного покрова в техногенных ландшафтах, обладающих нетоксичными породами, на севере России выявили следующие особенности. На карьерах севера Западной Сибири повсеместно встречались представители семейств *Рoaceae*, *Asteraceae*, которые являются ведущими семействами при зарастании, а также *Salicaceae*, *Cyperaceae*, *Juncaceae*, *Polygonaceae*, *Onagraceae*, *Empetraceae*, *Equisetaceae* [8, 9]. В то же время в составе растительности велика доля видов с единичной встречаемостью, что определяет специфичный видовой состав для каждого карьера [9]. Проективное покрытие растительности в техногенных ландшафтах севера прямо зависит от влагозапаса в почве, а недостаток увлажнения создает неблагоприятные условия для ее восстановления [1, 5, 8]. На хорошо дренированных песках поселяется сосна, а при лучшей влагообеспеченности на первом этапе поселяется травянистая растительность [2, 10]. Кроме условий увлажнения, естественное зарастание песков зависит от рельефа, характера окружающей растительности, площади обнажений, механического состава грунтов, их подвижности, залеживания снега [6, 8, 10]. Зарастание техногенных ландшафтов севера сопровождаются поселением на субстрате мхов, которые закрепляют поверхность песка [9, 10], и лишайников, которые появляются не ранее, чем через 10 лет зарастания [5].

Целью работы было исследовать значение проводимой биологической рекультивации для восстановления растительного покрова в карьерных выработках в северной тайге Западной Сибири и сравнить растительный покров рекультивированных и нереккультивированных территорий.

Объекты и методы. Работа проводилась в карьерных выработках, расположенных в северотаежной подзоне, в центральной части Сибирских Увалов близ г. Ноябрьска (63°с.ш., 75°в.д.). Здесь в ходе рекогносцировочного обследования были посещены 14 карьеров. Большая часть из них после выработки подвергалась технической рекультивации. На одном карьере, имеющим наибольшую площадь (100 га) по распоряжению городской администрации проводилась также биологическая рекультивация. Она заключалась в том, что после выработки карьер был частично присыпан торфом слоем 10-40 см, а спустя 10 лет на не заросших участках открытого песка были высажены древесные породы – сосны и ивы. Данный карьер имел возраст один

год на момент начала исследований в 1999 г., в северной части на его дне образовались водоемы площадью 5-25 м² из-за выхода грунтовых вод.

В ходе полевой работы проводилось геоботаническое описание, устанавливался видовой состав, общее проективное покрытие (ОПП) фитоценозов и отдельных видов, отбирались образцы для определения запасов растительного вещества и чистой первичной продукции.

Результаты и их обсуждение. На открытом песке рекультивированного карьера через год после его образования появились единичные экземпляры видов нарушенных местообитаний – *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth и *Chamerion angustifolium* (L.) Holub. На второй год на некоторых песчаных бортах в северной части карьера стало заметно формирование катен, включающих транзитную и аккумулятивную позицию. На транзитной позиции доминировали эти же виды, а на аккумулятивной возле водоемов – влаголюбивые *Equisetum arvense* L., *Juncus alpino-articulatus* Chaix, *Poa supina* Schrad., *Rorippa palustris* (L.) Bess, с ОПП 15%. Другие склоны были лишены растительности. На третий год зарастания катена разделилась на первую, вторую и третью транзитные позиции, и также включала аккумулятивную позицию. Каждая из них отличалась по видовому составу, проективному покрытию и запасам растительного вещества, ОПП на наиболее заросшей второй транзитной позиции возросло до 40%. В этот же год было отмечено появление проростков древесных видов – ив и берез. Площадь формирования катен не превысила 10% от общей площади бортов карьера.

Зарастание торфяных участков имело свои особенности. В первый год они были более заросшими по сравнению с песчаной поверхностью, здесь были отмечены виды *Carex lapponica* O. Lang, *Cicuta virosa* L., *Equisetum sylvaticum* L., *Rorippa palustris* (L.) Bess., *Rumex acetosella* L., с ОПП 5%. Данные виды, будучи болотными гигрофитами, очевидно, возобновились из семян и вегетативных органов, сохранившихся в торфе. На второй год большинство из них выпали, остались *Rorippa palustris* и *Carex lapponica*, который увеличил свое проективное покрытие. Доминировать стали те же типичные виды нарушенных местообитаний, что и на открытом песке: *Calamagrostis epigeios* и *Chamerion angustifolium*, ОПП растительности увеличилось в 4 раза и составило 20%. На третий год ОПП снизилось на торфе до 10%, доминанты остались те же. Число видов в течение трех лет было относительно постоянно, однако видовой состав изменялся.

Через 10 лет внешний облик карьера значительно изменился. Отдельные участки полностью заросли, но сохранилась мозаичность распределения растительности - были участки с лесом, с луговой растительностью и остались обширные пустые участки, приуроченные к более крутым склонам бортов карьера. На участках, отсыпанных торфом, его слой уменьшился в результате деструкции, а степень разложения торфа возросла, ОПП трав здесь стало 30-40% (*Calamagrostis epigeios*, *Chamerion angustifolium*, *Antennaria dioica* (L.) Gaertn., *Calamagrostis lapponica*, *Artemisia* sp., *Rumex acetosella*), на поверхности торфа поселились зеленые мхи, покрывающие 20% поверхности и появились лишайники. На участках с развивающимся древесным ярусом средняя высота

сосен составила 1м, численность 6,5 тыс. шт. на га, средняя высота берез была 2,5 м, численность 0,5 тыс.шт. на га. Встречались также единичные ивы и проростки елей.

Через 10 лет на участках открытого песка ОПП растительности составило от 5 до 20% (*Calamagrostis epigeios*, *Chamerion angustifolium*, *Equisetum arvense*, *Rumex acetosella*, проростки *Salix caprea*), зеленые мхи занимали 2% поверхности. На катенах, сформировавшихся на открытом песке, за 10 лет видовой состав доминирующих растений существенно не изменился, но среди них появились древесные виды – сосны и единичные березы, а также поселился лесной кустарничек (*Vaccinium vitis-idaea* L.). На аккумулятивной позиции возросло число видов влаголюбивых растений, появились *Eriophorum gracile* и *Carex lapponica* O. Lang. ОПП на катене было следующим: первая транзитная позиция 15%, вторая транзитная – 50%, третья транзитная – 10%, аккумулятивная – 20%. Всего за время наблюдений было отмечено 22 вида растений, из которых постоянно присутствовали *Calamagrostis epigeios*, *Calamagrostis lapponica* (Wahlenb.) C.Hartm., *Chamerion angustifolium*, *Rorippa palustris* и доминировали два первых вида.

Таблица. Запасы надземного растительного вещества (г/м²) и надземной продукции (г/м² в год) на торфяной отсыпке и на открытом песке в первые годы зарастания

Год зарастания	Запас	Продукция
	Торф	
второй	25	44
третий	16	24
	Песок	
	Запас	Продукция
второй	19	32
третий	25	34

Для выяснения роли торфяной отсыпки в естественном зарастании были сравнены величины запаса и первичной продукции растительности на торфе и на песке (табл.). Полученные величины на торфе оказались ниже на третий год зарастания по сравнению с предыдущим в связи с выпадением из состава фитоценоза многих болотных видов, не способных выжить на сухом субстрате. Запасы и продукция на песке увеличивались в первые три года, и на третий год оказались выше, чем на торфе. Однако, через 10 лет участки, отсыпанные торфом, оказались более продуктивны по сравнению с песчаными участками.

На участках карьера, которые через 10 лет естественного зарастания все еще оставались пустыми, были проведены работы по посадке саженцев ивы и сосны. При этом молодые сосны прижились, а 95% саженцев ив погибли. Этот результат обусловлен тем, что не были учтены особенности физических свойств грунтов и биологические особенности растений. Установлено, что песчаные грунты карьеров имеют низкую влажность в течение летнего периода в связи с их низкой водоудерживающей способностью [3]. В таких условиях может

выживать сосна, которая чрезвычайно нетребовательна к эдафическим условиям, а ивы, будучи влаголюбивыми, погибают.

Заключение. Таким образом, на относительно пологих песчаных склонах и дне карьера травянистые растения достаточно быстро захватывали свободное пространство, и в течение первых трех лет здесь наблюдалось постепенное увеличение запасов и продукции. В то же время в течение всего времени наблюдений оставались площади открытого песка, на которых не восстанавливался растительный покров. На торфе на третий год естественного зарастания произошло снижение запасов растительного вещества и продукции. Однако, через 10 лет участки, отсыпанные торфом, оказались более продуктивны по сравнению с песчаными. То есть отсыпка поверхности выработанных песчаных карьеров торфом способствует развитию растительного покрова, однако, не сразу, а спустя несколько лет, когда торф подвернется деградации, в результате чего улучшатся физические свойства грунтов и увеличится запас доступных элементов питания.

Посадка саженцев деревьев не представляется результативным способом рекультивации карьерных выработок по следующим причинам. Саженцы ивы погибают в условиях недостатка влаги и элементов минерального питания, и использовать их для рекультивации выработанных карьеров не целесообразно. Саженцы сосен, будучи нетребовательными к обеспечению элементами питания и влагообеспечению, выживают. Однако, было установлено, что в данных условиях они растут чрезвычайно медленно [4], что ставит под сомнение необходимость применения такого способа рекультивации. Для проведения успешной биологической рекультивации карьеров необходимо улучшать водно-физические свойства песчаных грунтов и обеспечить растения элементами питания, что будет способствовать быстрому задернению поверхности песка. Таким образом, биологическая рекультивация песчаных карьеров на севере является комплексной задачей, которая требует дальнейшего изучения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Васильевская В.Д. Биологические показатели деградации и самовосстановления почвенно-растительного покрова тундр / В.Д. Васильевская, В.Я. Григорьев // Сибирский экологический журнал. - 2002. - № 3. - Том IX. - С. 355-370.
2. Коронатова Н.Г. Сукцессия фитоценозов при зарастании выработанных карьеров в подзоне северной тайги Западной Сибири / Н.Г. Коронатова, Е.В. Миляева // Сибирский экологический журнал. – 2011. – № 5. – С. 697-705.
3. Коронатова Н.Г. Инициальное почвообразование на выработанных карьерах северной тайги Западной Сибири / Н.Г. Коронатова // Сибирский экологический журнал – 2007. - № 5. – С. 829-836.
4. Коронатова Н.Г. Особенности и условия восстановления почвенно-растительного покрова на карьерах Западной Сибири / Н.Г. Коронатова // Вестник Томского гос. ун-та. - Приложение № 7. - Томск, 2003 - С. 135-141.
5. Магомедова М.А. Оценка перспектив естественного восстановления растительности на техногенно-нарушенных территориях полуострова Ямал / М.А. Магомедова, Л.М. Морозова // Освоение севера и проблемы рекультивации: Докл. III междунар. конф. 27-31 мая 1997 г. - Сыктывкар, 1997 - С. 108-114.

6. Миронова С.И. Техногенные сукцессионные системы растительности Якутии (на примере Западной и Южной Якутии). / С.И. Миронова // Техногенные сукцессионные системы растительности Якутии (на примере Западной и Южной Якутии). - Новосибирск: Наука. Сибирская издательская фирма РАН, 2000. - 152 с.
7. Миронычева-Токарева Н.П. Динамика растительности при зарастании отвалов (на примере КАТЭКа) / Н.П. Миронычева-Токарева // Динамика растительности при зарастании отвалов (на примере КАТЭКа). - Новосибирск: Наука, Сиб. предприятие РАН, 1998. - 172 с.
8. Сумина О.И. К анализу разнообразия растительности карьеров (На примере карьеров севера Западной Сибири) / О.И. Сумина // Освоение севера и проблемы рекультивации: Докл. III междунар. конф. 27-31 мая 1997 г. - Сыктывкар, 1997 - С. 76-87.
9. Сумина О.И. Активность цветковых растений при заселении техногенных местообитаний Чукотки (на примере карьеров щебня) / О.И. Сумина, В.В. Яцкевич // Вестник Ленинградского университета - 1990 - Сер. 3, вып. 4 - С. 51-54.
10. Шилова И.И. Первичные сукцессии растительности на техногенных песчаных обнажениях в нефтегазодобывающих районах Среднего Приобья / И.И. Шилова // Экология. - 1977. - № 6. - С. 5-14.

© Н.Г. Коронатова, Н.П. Миронычева-Токарева, 2012

ОБ ИНТЕГРАЦИИ ДДЗ В ГИС ДЛЯ ФОРМАЛИЗОВАННОЙ ИНВЕНТАРИЗАЦИИ ПРИРОДНО-РЕСУРСНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК РЕГИОНА

Ольга Николаевна Николаева

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Новосибирск, ул. Плеханова, 10, кандидат технических наук, доцент кафедры экологии и природопользования, тел. (383) - 361-08-06, e-mail: onixx76@mail.ru

В статье обоснована актуальность процессов интеграции ДДЗ в региональные ГИС широкого пользования и формализации пользовательских запросов в этих ГИС. Рассмотрены принципиальные схемы реализации этих процессов. Обоснована последовательность формализации пользовательских запросов в ГИС для инвентаризации природных ресурсов.

Ключевые слова: данные дистанционного зондирования, региональные ГИС, интеграция данных дистанционного зондирования в ГИС, формализация пользовательских запросов, природные ресурсы, инвентаризация природных ресурсов.

TECHNIQUES OF REMOTE SENSING DATA INTEGRATION IN GIS FOR FORMALIZED INVENTORY OF REGIONAL NATURAL RESOURCES CHARACTERISTICS

Olga N. Nikolayeva

Ph.D., Assoc Prof, department of Cartography and Nature Management, Siberian State Academy of Geodesy, 10 Plakhotnogo st.. 630108, Novosibirsk, phone: 8 (383)361-08-86, e-mail: onixx76@mail.ru

The urgency of integrating remote sensing data in regional general-purpose GIS and formalization of user queries in these GIS is considered. Schematic diagrams of these processes are presented. The user queries formalization succession in GIS for natural resources inventory is substantiated.

Key words: remote sensing data, regional GIS, integrating remote sensing data in GIS, formalization of user queries, natural resources, inventory of natural resources.

В настоящее время в России, как и во всем мире, наблюдается процесс демократизации доступа пользователей к данным дистанционного зондирования (ДДЗ). Высокая популярность ДДЗ объясняется не только их полезностью для узкоспециальных научных исследований и оперативных задач мониторинга, но и их информационной ценностью для ведения народного хозяйства конкретного региона с позиций его устойчивого развития. И в связи с этим становится актуальным вопрос об интеграции ДДЗ и основных процессов их обработки в региональные ГИС (РГИС).

Главенствующая роль РГИС в управлении территориями была предсказана ведущими российскими географами и картографами еще в конце 80-х годов [1,2]. В наши дни, благодаря совершенствованию методов получения, обработки и анализа данных о Земле, именно РГИС становятся основным инструментом для

эффективного планирования и ведения природопользования в пределах конкретных территорий. Они предназначены для управления, планирования, мониторинга, инвентаризации и прогноза состояния ресурсов, и рассчитаны на пользователей, не имеющих специальной аэрофотогеодезической и картографической подготовки (административные кадры, хозяйствующие субъекты, общественные организации и пр.). Во многих регионах России уже созданы и функционируют подобные программные продукты [3,4,5,6]. Однако при их детальном анализе выделяется ряд несовершенств:

1. Многие из этих программных продуктов более близки к СКС, чем к ГИС, - то есть они предоставляют пользователям лишь возможность ознакомления и несложных манипуляций с рядом заранее подготовленных цифровых слоев, но не позволяют осуществлять пространственный анализ информации, представленной на этих слоях. Это объясняется рядом причин:

- Неподготовленность пользователя к работе с ГИС в силу особенностей полученного им образования;

- Непривычность терминологии, в которой реализован инструментарий пространственного анализа в современных многофункциональных ГИС, зачастую используемых как основа для проектирования РГИС;

- «Престижность» внедрения компьютерных технологий и ГИС-технологий, в результате чего использование компьютера становится самоцелью для пользователя, и ему не столь важно, насколько полно он использует функциональные возможности ГИС.

2. Информационная база большинства существующих РГИС формируется из цифровых карт, созданных разово и по разновременным данным (современные научные исследования, данные мониторинга и статистики, оцифровка ранее созданных бумажных тематических карт региона). Возможность и сроки обновления созданных карт отнесены в отдаленную перспективу.

Таким образом, складывается противоречие: с одной стороны, пользователи РГИС нуждаются в массиве современных обновляемых пространственных данных и в удобном, интуитивно понятном инструментарии для их анализа. С другой стороны - им предоставляется массив разновременных и отчасти устаревших данных, а инструментарий для работы с ним либо весьма скуден, либо пользователи вынуждены осваивать соответствующие опции работы в ГИС самостоятельно.

Разрешение этого противоречия представляется возможным через комплексное решение двух следующих задач:

- а) Интеграция ДДЗ в РГИС;
- б) Повышение уровня формализации информационных процессов в РГИС.

Это обеспечило бы современность информационной базы РГИС, облегчило принятие управленческих решений и способствовало успешному решению

задач, требующих комплексного анализа с учетом взаимосвязей природных и социально-экономических процессов.

На осуществление интеграции ДДЗ и ГИС сейчас направляется много усилий [7,8,9] но по большей части предложения основаны на совершенствовании взаимодействия между программными продуктами, один из которых ориентирован на обработку ДДЗ, а второй - на моделирование цифровой векторной информации (ГИС или САПР). Этот подход вполне рационален, и обоснован тем, что с точки зрения аэрофотогеодезистов и картографов дешевле и быстрее реализовать небольшой модуль, который будет оптимизировать процесс переноса результатов дешифрирования из одного программного продукта в другой. Но с позиций администраторов, предпринимателей и прочих пользователей РГИС гораздо удобнее иметь единственный программный пакет, который позволит им получать своевременную информацию о природных и социально-экономических показателях региона, используя ДДЗ.

Принципиальная схема интеграции ДДЗ в ГИС представляется следующей:

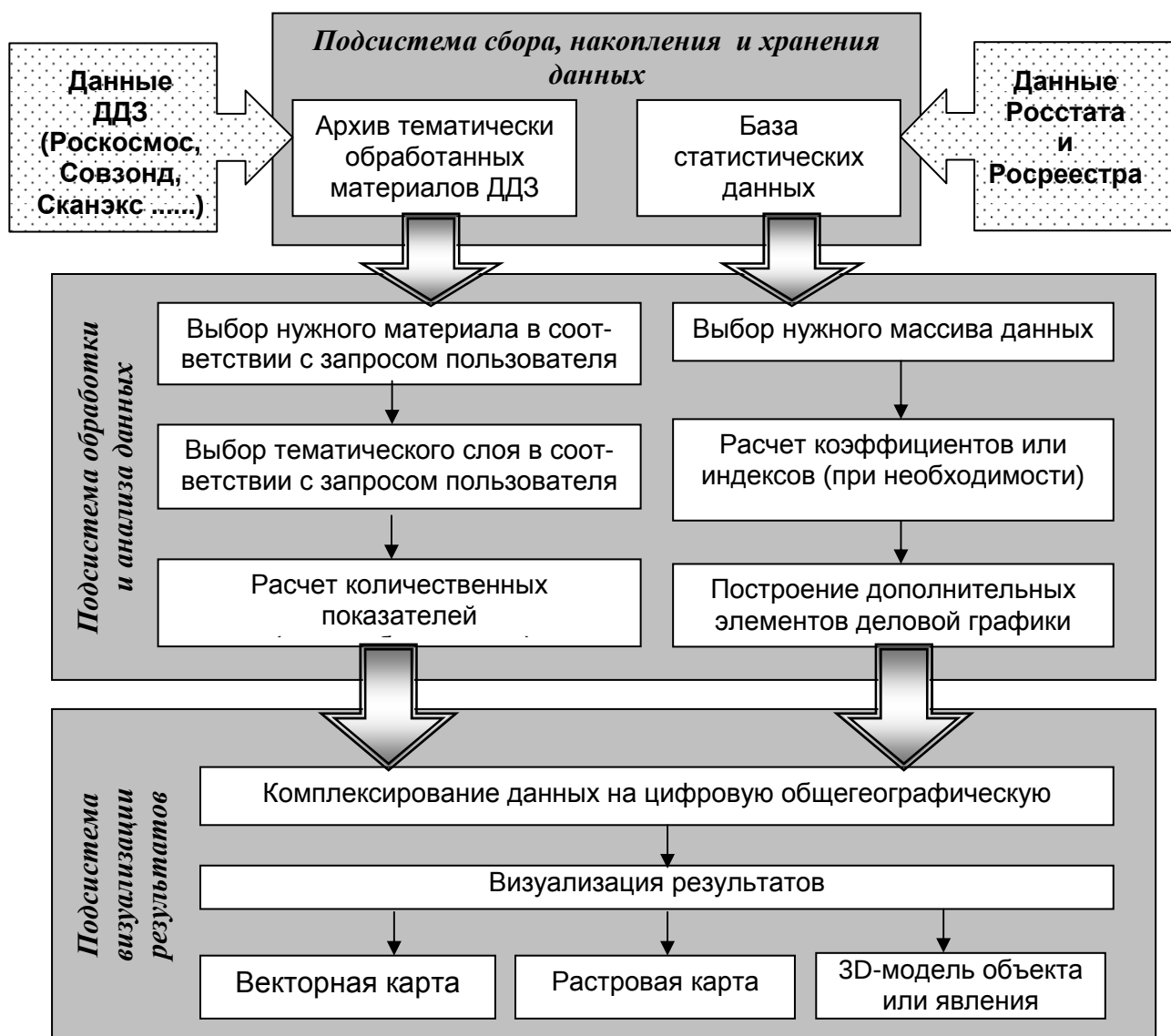


Рис. 1. Принципиальная схема интеграции ДДЗ в РГИС

Сегодня в решении проблемы формализации запросов в РГИС для широкого круга пользователей, участвуют различные исследовательские организации. В частности, в СГГА ведутся работы по формализованному созданию цифровых картографических произведений в информационно-справочной аналитической ГИС [10, 11, 12]. Однако задача формализации процессов дешифрирования ДДЗ особенно сложна в силу большого разнообразия видов ДДЗ, показателей, определяемых по ним, и применяемых технологий дешифрирования. Но следует заметить, что пользователи РГИС для решения своих задач не нуждаются в столь широком спектре узкоспециальных показателей, которые обычно определяются по снимкам для научных исследований и мониторинга окружающей среды. Для них более важны основные показатели состояния природных ресурсов, а информация такого рода легко может быть получена с тематически интерпретированных ДДЗ, благо услуги по тематической обработке снимков сейчас предоставляются всеми ведущими поставщиками ДДЗ, действующими в России. И разумеется, массив показателей, используемых в РГИС, необходимо формировать с учетом статистических характеристик, которые используются Росстатом в официальной отчетной документации. Это обеспечит легкость обновления информационной базы РГИС и сопоставимость данных по разным регионам.

Основой экономического и социального развития любого региона является его природно-ресурсный потенциал. Поэтому ниже будут изложены подходы к формализации использования ДДЗ для инвентаризации природных ресурсов средствами РГИС.

Принципиальная последовательность выполнения пользовательского запроса в РГИС приведена на рис. 2.

Исходя из вышеизложенного, успешная и эффективная интеграция ДДЗ в РГИС для широкого круга пользователей требует решения следующих задач:

1. Определить периодичность получения ДДЗ для формирования информационной базы РГИС.

2. Определить перечень показателей, получаемых с ДДЗ для выполнения пользовательских запросов.

3. Определить детальность и спектральные характеристики используемых ДДЗ.

4. Формализовать пользовательские запросы к архиву материалов ДДЗ, сформулировать их в терминах, понятных и привычных пользователю.

5. Предложить технологию интеграции тематических слоев ДДЗ и статистических данных, адаптированную для конкретного вида природных ресурсов.

6. Предложить технологию визуализации ответа на пользовательский запрос в виде векторной цифровой карты, растровой электронной карты или 3D-модели объекта (явления), совмещающей в себе результаты дешифрирования ДДЗ и результаты картографического отображения данных статистики.

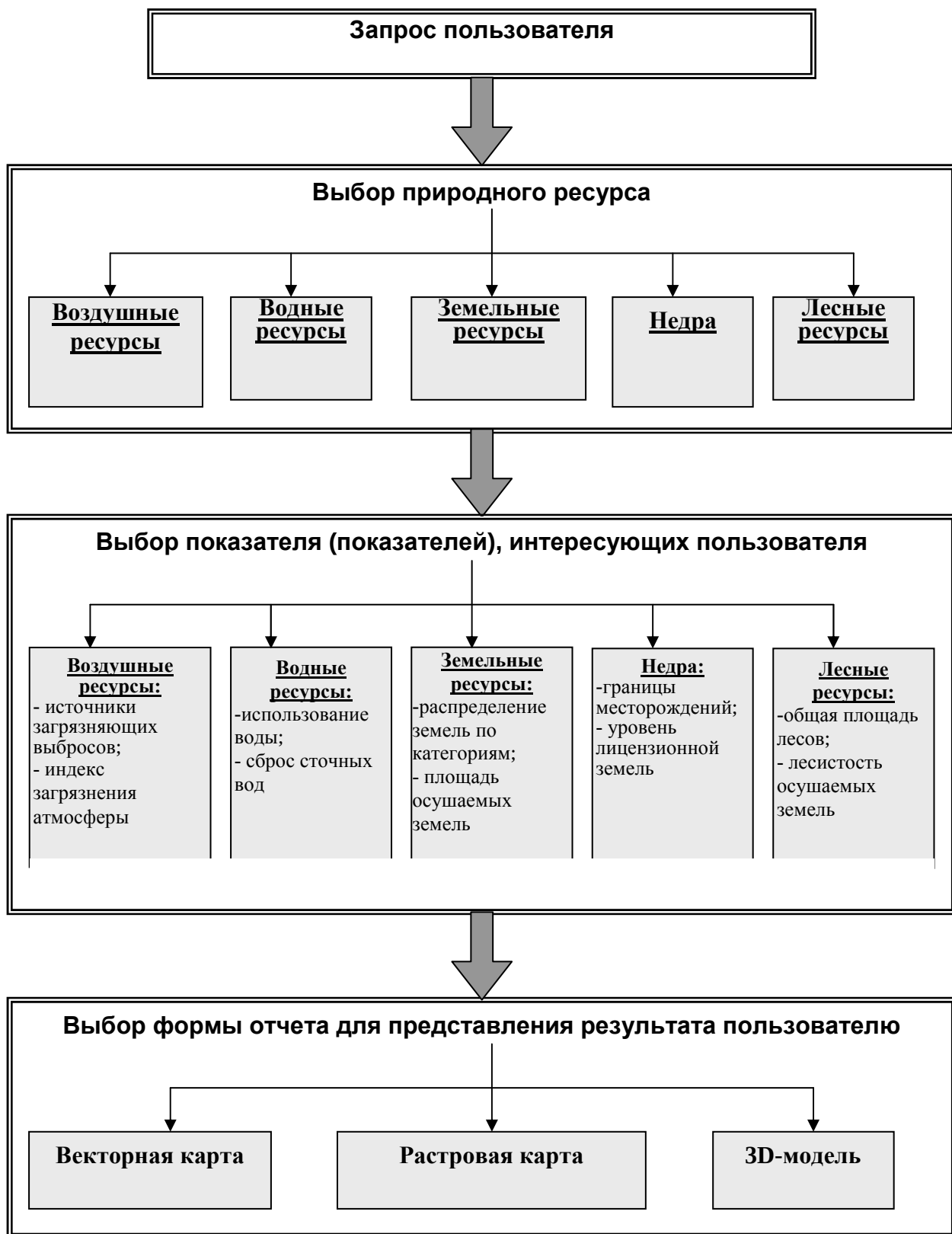


Рис. 2. Принципиальная последовательность выполнения формализованного пользовательского запроса в РГИС

Решению перечисленных задач будут посвящены дальнейшие исследования.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кошкарёв А.В., Каракин В.П. Региональные геоинформационные системы. - М.: Наука, 1987, 126 с.
2. Берлянт А.М., Кошкарёв А.В., Тикунов В.С. Картография и геоинформатика / Итоги науки и техники. Сер. Картография. – М.: ВИНТИ. – 1991. – 14. – С.1-178.
3. ГИС-регион. Иркутская область [Электронный ресурс]– Режим доступа: <http://gisregion.ru/> - Загл. с экрана.
4. Разработка ГИС района дельты реки Селенги (Кабанский район Республики Бурятия) [Электронный ресурс]– Режим доступа: <http://ecologyserver.icc.ru/selenga-gis/> - Загл. с экрана.
5. Геопортал электронного правительства Самарской области [Электронный ресурс]– Режим доступа: <http://geoportal.samregion.ru/> - Загл. с экрана.
6. Ворошин С., Мельник В., Зинкевич А. Региональные геоинформационные системы по геологии и полезным ископаемым в Магаданской области [Электронный ресурс]– Режим доступа: <http://www.dataplus.ru/Industries/4NEDRA/Magadan.htm> - Загл. с экрана.
7. Интеграция ArcGIS и ENVI [Электронный ресурс]– Режим доступа: <http://sovzond.ru/software/90/184700/> - Загл. с экрана.
8. Колесникова О. Н. Интеграция программных комплексов обработки данных ДЗЗ ИТТ VIS и ГИС-приложений компании ESRI [Электронный ресурс]– Режим доступа: <http://www.gisa.ru/60720.html> - Загл. с экрана.
9. Geomatica 10 – что нового? [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://geo-alliance.ru/index.php?area=1&p=static&page=soft2&PHPSESSID=3773267171331f0b4512379a4cd57a73> - Загл. с экрана.
10. Дышлюк С.С., Николаева О.Н., Ромашова Л.А., Сухорукова С.А. Научно-методические основы формализации процессов составления тематических карт для реализации ГИС / Изв. вузов: геодезия и аэрофотосъемка, № 5. - 2011. - С. 91-93.
11. Лисицкий Д. В., Дышлюк С. С., Писарев В. С., Николаева О. Н., Утробина Е. С., Сухорукова С. А. Разработка методики создания инструментальной справочно-аналитической географической системы на территорию социально-экономического комплекса. - Отчет о НИР (промежуточный), № темы НИР 2010-1.1-154-048-006 - 136 с.
12. Лисицкий Д. В., Дышлюк С. С., Писарев В. С., Николаева О. Н., Утробина Е. С., Сухорукова С. А. Разработка методики интегральных форм социальных характеристик расчета по данным статистического учета. - Отчет о НИР (промежуточный), № темы НИР 2010-1.1-154-048-006. - Инв. № 13. - 135 с.

© О.Н. Николаева, 2012

БД И ГИС ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНОЙ ТЕМАТИКИ ПО РЕГИОНАМ СИБИРИ И ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА: АНАЛИЗ ИНФОРМАЦИОННОГО МАССИВА

Валентина Викторовна Рыкова

Государственная публичная научно-техническая библиотека Сибирского отделения Российской академии наук, 630200, Новосибирск, ул. Восход, 15, старший научный сотрудник отдела научной библиографии, тел. (383)2661093б e-mail: onbryk@spsl.nsc.ru

Юлия Давыдовна Горте

Государственная публичная научно-техническая библиотека Сибирского отделения Российской академии наук, 630200, Новосибирск, ул. Восход, 15, библиограф отдела научной библиографии, тел. (383)2661093б e-mail: onbryk@spsl.nsc.ru

Проведен краткий наукометрический анализ информационного массива из БД «Природа и природные ресурсы Сибири и Дальнего Востока» собственной генерации ГПНТБ СО РАН по региональным ГИС и БД естественно-научной тематики.

Ключевые слова: геоинформационные системы, базы данных, информационное обеспечение, Сибирь, Дальний Восток.

DB AND GIS ON NATURAL SCIENCES FOR SIBERIAN AND FAR EASTERN REGIONS: THE INFORMATION MASSIVE ANALYSIS

Valentiva V. Rykova

The State Public Scientific-Technological Library of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 15 Voskhod St., Novosibirsk, 630200, senior researcher of the Department of Scientific Bibliography, tel. (383)2661093, e-mail: onbryk@spsl.nsc.ru

Yuliya D. Gorte

The State Public Scientific-Technological Library of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 15 Voskhod St., Novosibirsk, 630200, bibliographer of the Department of Scientific Bibliography, tel. (383)2661093, e-mail: onbryk@spsl.nsc.ru

A brief scientometric analysis of the information massive devoted regional DBs and GIS on natural sciences from DB “Nature and natural resources of Siberia and the Far East” of SPSTL SB RAS own generation.

Key words: geoinformation systems, data bases, information support, Siberia, Far East.

ГИС и БД упрощают и ускоряют поиск информации, расширяя возможности статистического и пространственного анализа природных объектов, используя преимущества визуализации.

Отдел научной библиографии ГПНТБ СО РАН занимается информационным сопровождением научных исследований ученых и специалистов Сибирского отделения РАН путем создания региональных библиографических БД различной тематики. Материалы по региональным географическим информационным системам широко представлены в БД

собственной генерации «Природа и природные ресурсы Сибири и Дальнего Востока», которая начитывает более 250 000 документов (с 1988 года) по геологии, полезным ископаемым, разведочной и промысловой геофизике, климату, гидрологии суши и моря, гляциологии, почвам, растительному и животному миру, ландшафтной экологии, наземным и водным экосистемам. Здесь же рассматривается широкий спектр экологических проблем: загрязнение и влияние человека на отдельные компоненты географической оболочки, охрана природы и рациональное использование природных ресурсов, экология человека, экологическая экспертиза и мониторинг, экобезопасные технологии, правовые и социальные вопросы экологии, заповедное дело. Записи в БД структурированы по тематическим и географическим рубрикам, что облегчает поиск релевантных материалов по региону.

Нами был выделен информационный массив (ИМ), составивший более 1500 записей по вышеозначенной теме, и проведен краткий наукометрический анализ: временная, видовая, тематическая, географическая структура.

Во временной структуре ИМ (Рис. 1) четко видно, что создание БД и разработка ГИС-технологий получила активное развитие в конце прошлого - начале нынешнего века. За последние 5 лет количество материалов, посвященных данной тематике удвоилось (поскольку публикации 2010 и 2011 гг. издания еще продолжают поступать в фонды библиотеки и вошли в ИМ лишь частично). Это позволяет нам прогнозировать увеличение потока документов в будущем.

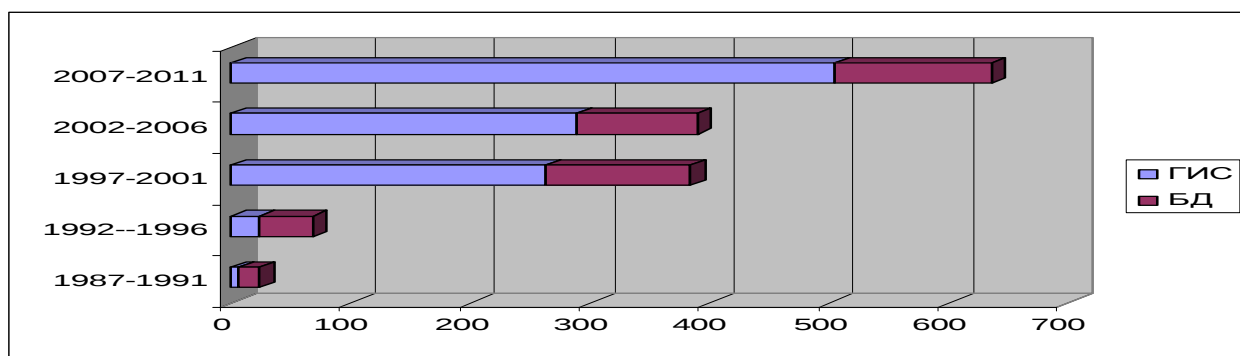


Рис. 1. Динамика информационного массива за 20 лет

Географическая структура потока документов показана на Рис. 2, где отчетливо видно преобладание публикаций по ГИС для регионов Западной и Восточной Сибири, количество ГИС по Дальнему Востоку значительно меньше. Материалы, характеризующие БД, распределены почти равномерно по регионам Сибири и Дальнего Востока, но в количественном отношении уступают документам по ГИС.

В видовой структуре документов преобладают материалы конференций, составляющие почти 65% потока. Следует отметить, что научные форумы, посвященные информационным и ГИС-технологиям, проводятся на постоянной основе: международные конференции «ИнтерКарто/ИнтерГИС»,

«Геоинформатика», Распределенные информационные и вычислительные ресурсы», «ENVIROMIS», «Гео-Сибирь». 30% документопотока составляют статьи из периодики и научных сборников. Наибольшей публикационной активностью по теме выделяются следующие журналы: «Геоинформатика», «Информационный бюллетень ГИС-ассоциации», «Горный информационно-аналитический бюллетень», «Известия вузов. Геодезия и аэрофотосъемка», «Вестник СГГА». Монографические издания (монографии и авторефераты) составляют лишь 4%. Необходимо отметить, что половина монографий, авторефератов диссертаций и журнальных статей, формирующих документальный поток, опубликованы в 2009-2011 гг., хотя как уже отмечалось, издания этих лет еще не полностью поступили в библиотеку. Это свидетельствует об активном развитии данного направления научных исследований на современном этапе, накоплении материалов по вышеозначенной проблеме, поэтому в будущем можно ожидать выхода в свет монографий, посвященных региональным БД и ГИС.

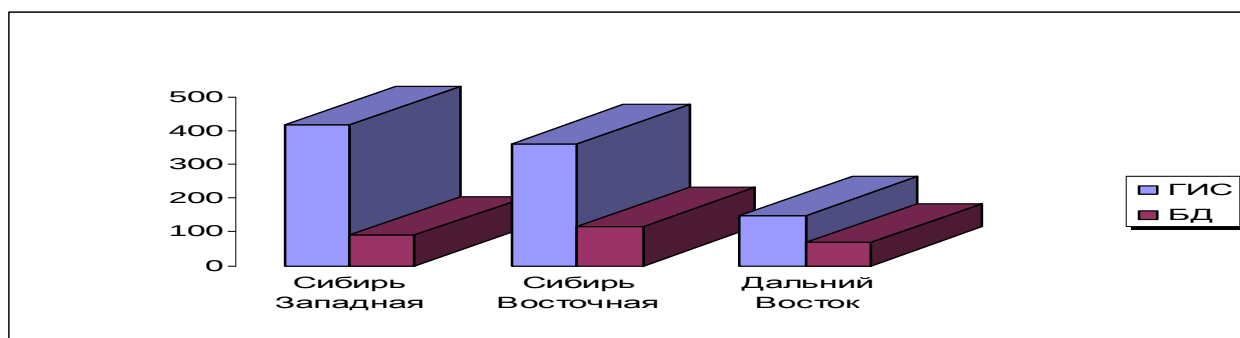


Рис. 2. Географическая структура ИМ

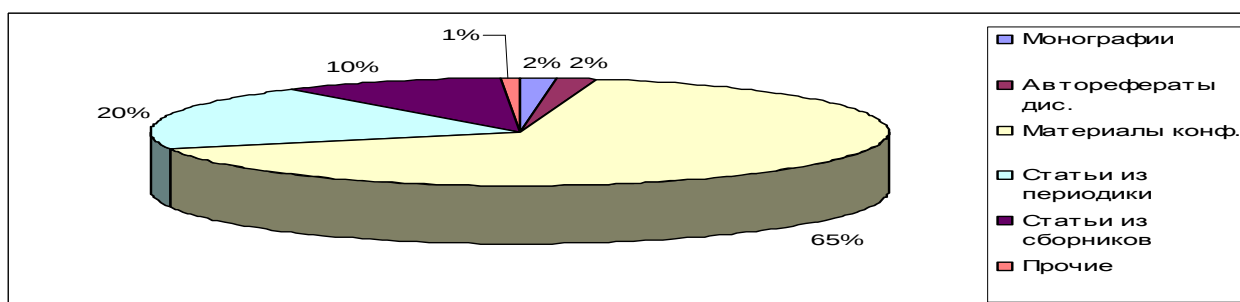


Рис. 3. Видовая структура ИМ

На Рис. 4 показана тематическая структура ИМ, в которой процентное соотношение документов, отражающих информацию по ГИС и БД, совпадает лишь по географии (20 и 22% соответственно). Геологии и геофизике посвящено 32% документов, относящихся к БД и 22% - к ГИС. В экологии наблюдается противоположная картина – 32% материалов по ГИС и только 16%

- по БД. По биологии публикаций, описывающих БД почти в 2 раза больше, чем ГИС (24% и 13 %).

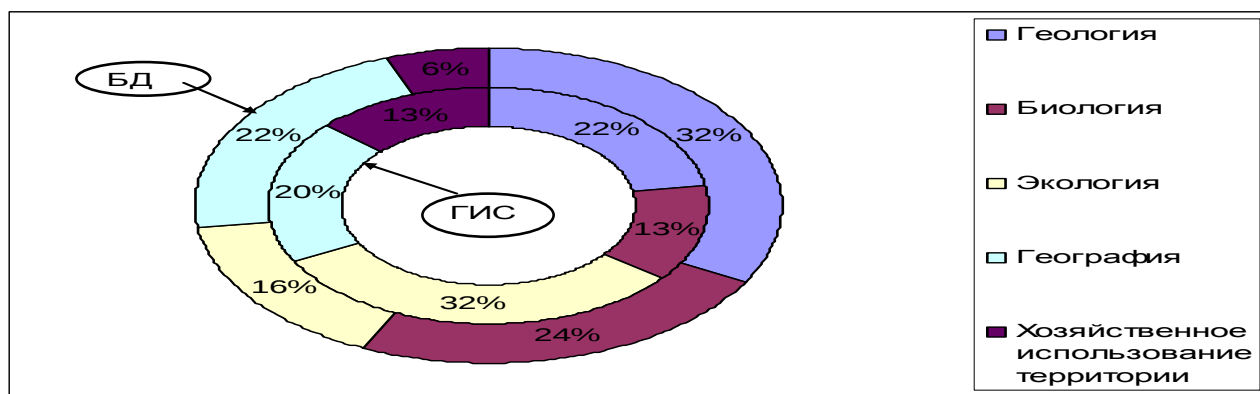


Рис. 4. Тематическая структура ИМ

В заключении хотелось бы отметить, что информационные массивы ГПНТБ СО РАН формируются на основе обязательного экземпляра отечественной литературы и иностранных изданий, поступающих по Международному книгообмену и покупаемых за валюту институтами СО РАН. Из зарубежных изданий хотелось бы отметить монографии из серий «Lecture notes in geoinformation and cartography» и «Geographical information systems series», поступающие в фонды библиотеки. Самые свежие отечественные и зарубежные монографии приведены в Приложении. Все БД находятся в свободном доступе для пользователей Интернета на сайте библиотеки по адресу www.spsl.nsc.ru. Обратившись к опциям «Базы данных» или «Электронная библиотека», далее следует выбрать рубрику «Библиографические БД ГПНТБ СО РАН», где они расположены в алфавитном порядке. Выбрав нужную БД и сформулировав запрос, пользователь получает информацию, которая может быть представлена в виде библиографического описания или полного формата документа. Материалы, содержащиеся в наших БД, хранятся в фондах ГПНТБ СО РАН или библиотеках сети, поэтому их можно легко получить по межбиблиотечному абонементу в электронной или традиционной форме.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Abdul-Rahman, A. Spatial data modelling for 3D GIS / A. Abdul-Rahman, M. Pilouk. - Berlin [et al.] : Springer, 2008. - 289 p.
2. Integration of GIS and remote sensing / ed. V. Mesev. - Chichester : Wiley, 2007. - 296 p. - (Mastering GIS: technology, applications and management series).
3. McCloy, K. R. Resource management information systems: remote sensing, GIS and modelling / K. R. McCloy. - 2nd ed. - Boca Raton [et al.] : Taylor & Francis : CRC, 2006. - 575 p. + CD-ROM.
4. Remote sensing and GIS technologies for monitoring and prediction of disasters / eds.: S. Nayak, S. Zlatanova. - Berlin ; Heidelberg : Springer, 2008. - 270 p. - (Environmental science and engineering. Subseries: Environmental science).

5. Андрианов, Д. Е. Разработка систем ввода и обработки информации о пространственно-распределенных объектах в муниципальных ГИС / Д. Е. Андрианов, В. Г. Выскуб, В. С. Титов. - Москва : ВНИИГеосистем, 2010. - 211 с.
6. Андрианов, Д. Е. Теоретические основы описания и анализа плоских пространственно-распределенных объектов в ГИС / Д. Е. Андрианов, С. В. Еремеев, С. С. Садыков ; Владимир. гос. ун-т. - Владимир : Изд-во Владимир. гос. ун-та, 2007. - 109 с.
7. Булгаков, С. В. Защита информации в ГИС : учеб. пособие / С. В. Булгаков [и др.] ; Моск. гос. техн. ун-т им. Н. Э. Баумана, Межотраслевой ин-т повышения квалификации кадров по новым направлениям развития техники и технологий. - М. : Изд-во МГОУ, 2007. - 183 с. - (Геоинформационные системы).
8. Горбатенко, С. А. Использование ГИС технологий в системе непрерывного мониторинга радиоактивных элементов, как аспект повышения промышленной безопасности / С. А. Горбатенко, Р. В. Глаголев, С. В. Крапивка ; Рос. гос. социал. ун-т, Курс. ин-т социал. образования. - Курск : Мечта, 2009. - 122 с.
9. Гузев, М. М. Комплексный мониторинг особо охраняемых природных территорий : геоинформ. подход к реализации / М. М. Гузев, А. В. Плякин, Д. В. Золотарев, Волгогр. гос. ун-т, Волж. гуманитар. ин-т. - Волгоград : Волгогр. науч. изд-во, 2007. - 101 с.
10. Дулина, Н. Г. Проектирование прототипа репозитория ГИС / Н. Г. Дулина, В. И. Уманский ; Рос. акад. наук, Вычисл. центр им. А. А. Дородницына. - М. : ВЦ РАН, 2011. - 23 с. - (Сообщения по прикладной математике).
11. Елисеев, В. М. Формирование пространственно-привязанных локальных ГИС для целей картографирования [Электронный ресурс] / В. М. Елисеев. - М. : [б. и.], 2008. - 1 эл. опт. диск (CD-ROM).
12. Зольников, И. Д. Основы использования технологий ГИС и ДЗ при решении типовых задач геологии и геоэкологии : учеб. пособие / И. Д. Зольников, В. А. Лямина, Н. В. Глушкова. - Новосибирск : НГУ, 2011. - 83 с.
13. Коровин, Е. Н. Методология исследования и анализа физического состояния призывников в территориально распределенной системе региона с применением ГИС-технологий / Е. Н. Коровин, О. В. Родионов, В. Н. Ушакова. - Воронеж : Воронеж. гос. техн. ун-т, 2006. - 168 с.
14. Латышова, М. Г. Практическое руководство по интерпретации данных ГИС : [учеб. пособие] / М. Г. Латышова, В. Г. Мартынов, Т. Ф. Соколова ; Инновац. образоват. программа РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина "Развитие инновац. проф. компетенций в новой среде обучения-виртуал. среде проф. деятельности". - М. : Недра [и др.], 2007. - 326 с. - (Приоритетные национальные проекты. Образование).
15. Лебедев, С. В. Цифровая модель карты эколого-геологического содержания в ГИС ArcGIS : учеб. пособие / С. В. Лебедев ; С.-Петерб. гос. ун-т. - СПб. : Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2008. - 196 с.
16. Левченко, С. В. Анализ рельефа и гидросети средствами ГИС [Электронный ресурс] : учеб. пособие / С. В. Левченко. - Ростов н/Д : [б. и.], 2010. - 1 эл. опт. диск (CD-ROM).
17. Матвеев, С. И. Координатная среда ГИС : [учеб. пособие] / С. И. Матвеев, Моск. гос. ун-т путей сообщ. - М. : МИИТ, 2009. - 151 с.
18. Мурзинцев, П. П. Инженерное управление территориями (использование ГИС MapInfo в зонировании городов) : учеб.-метод. пособие / П. П. Мурзинцев, Чахлова А.П. - Новосибирск : [б. и.], 2008. - 105 с..
19. Наумова, В. В. Концепция создания региональных геологических ГИС (на примере ГИС "Минерал. ресурсы, металлогенезис и тектоника Сев.-Вост. Азии") / В.В. Наумова ; Рос. акад. наук, Дальневост. отд-ние, Дальневост. геол. ин-т. - Владивосток : Дальнаука, 2008. - 136 с.
20. Пиньковский, М. Д. Научное обоснование ГИС "Сочинский национальный парк" / М. Д. Пиньковский, [и др.] ; под ред. Ивонина В. М. ; М-во природ. ресурсов и экологии Рос.

Федерации, Науч.-исслед. ин-т горного лесоводства и экологии леса. - Сочи : Кривлякин С. П., 2011. - 234 с.

21. Пищальник, В. М. Моделирование природных процессов на основе ГИС "Сахалинский шельф" : учеб. пособие / В. М. Пищальник, А. О. Бобков. - Южно-Сахалинск : [б. и.], 2008. - 103 с.

22. Пьянков, С. В. ГИС и математико-картографическое моделирование при исследовании водохранилищ : (на примере камских) / С. В. Пьянков, В. Г. Калинин ; Перм. гос. ун-т. - Пермь : ПГУ, 2011. - 157 с.

23. Работа с ГИС-сервисами и репликация пространственных данных [Электронный ресурс] : лаб. практикум: учеб. электрон. пособие. - Уфа : [б. и.], 2009. - 1 эл. опт. диск (CD-ROM).

24. Раклов, В.П. Картография и ГИС : [учеб. пособие для вузов] / В. П. Раклов ; Гос. ун-т по землеустройству. - Киров : Константа ; Москва : Академический проект, 2011. - 212 с.

25. Симакова, М. С. Руководство по среднемасштабному картографированию почв на основе ГИС / М. С. Симакова [и др.] ; Рос. акад. с.-х. наук, Почв. ин-т им. В. В. Докучаева. - М. : Почв. ин-т, 2008. - 241 с.

26. Страхов, В. Н. Новое в геофизике и геоинформатике / В. Н. Страхов ; Рос. акад. наук, Ин-т физики Земли им. О. Ю. Шмидта. - М. : ИФЗ, 2005. - 133 с.

27. Суровегин, А. М. Основы геоинформатики и ГИС-технологий : учеб. пособие / А. М. Суровегин. - СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2008. - 154 с.

28. Шамова, В. В. ГИС водоемов и водотранспортных объектов / В. В. Шамова ; Новосиб. гос. акад. вод. трансп. - Новосибирск : Новосиб. гос. акад. вод. трансп., 2010. - 409 с.

© В.В. Рыкова, Ю.Д. Горте, 2012

ХАРАКТЕРИСТИКА ДЫМОВОЙ ЭМИССИИ И ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА ЗОЛЫ ПРИ ЛАБОРАТОРНОМ ГОРЕНИИ ЛЕСНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Светлана Анатольевна Попова

Институт химической кинетики и горения СО РАН, 630090, г. Новосибирск, ул. Институтская, 3, младший научный сотрудник, тел. (383) 3330787, e-mail: popova@kinetics.nsc.ru

Ольга Васильевна Чанкина

Институт химической кинетики и горения СО РАН, 630090, г. Новосибирск, ул. Институтская, 3, научный сотрудник, тел. (383) 3330787, e-mail: chankina@kinetics.nsc.ru

Валерий Иванович Макаров

Институт химической кинетики и горения СО РАН, 630090, г. Новосибирск, ул. Институтская, 3, к.х.н., старший научный сотрудник, тел. (383) 3330787, e-mail: makarov@kinetics.nsc.ru

Горение биомассы является важным источником аэрозоля в атмосфере. Дымовая эмиссия оказывает сильное влияние на химический состав, радиационный баланс атмосферы и на здоровье человека. В работе представлены экспериментальные данные о продуктах горения, полученных в лабораторных условиях, коры и хвои сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*). Изучен многоэлементный состав растительных субстратов, характерных для лесных экосистем Центральной Сибири.

Ключевые слова: горение биомассы, дымовая эмиссия, элементный состав, лесные материалы.

CHARACTERIZATION OF SMOKE EMISSION AND ELEMENTAL COMPOSITION OF ASH FROM LABORATORY BURNING OF FOREST MATERIALS

Svetlana A. Popova

Institute of Chemical Kinetics and Combustion SB RAS, 630090, Novosibirsk, Institutskaya str., 3, junior researcher, tel. (383) 3330787, e-mail: popova@kinetics.nsc.ru

Olga V. Chankina

Institute of Chemical Kinetics and Combustion SB RAS, 630090, Novosibirsk, Institutskaya str., 3, researcher, tel. (383) 3330787, e-mail: chankina@kinetics.nsc.ru

Valerii I. Makarov

Institute of Chemical Kinetics and Combustion SB RAS, 630090, Novosibirsk, Institutskaya str., 3, senior researcher, tel. (383) 3330787, e-mail: makarov@kinetics.nsc.ru

Biomass burning is known as a powerful source of environmental pollution. Smoke emission can produce effect on the chemical, optical, and radiative properties of atmosphere, forest ecosystems, and various biological media (soil, water, plants, etc.). The chemical composition of the combustion products of bark and needles of a pine (*Pinus sylvestris*) is presented. The multielement composition of various plants of the Central Siberian wood ecosystems is studied.

Key words: biomass burning, smoke emission, elemental composition, forest materials.

Горение биомассы (природные пожары и контролируемые выжигания) является мощным источником загрязнения окружающей среды. Выделяемая при горении биомассы дымовая эмиссия может влиять на химические, оптические и радиационные свойства атмосферы, на процессы облакообразования [1, 2]. Лесные пожары являются главным фактором, вносящим существенные изменения в лесные экосистемы. В России сосредоточено около 23 % лесов планеты, примерно 40 % которых находятся в Сибири [3]. По оценкам [4], ежегодно на территории России пожарам подвергаются свыше 10 млн га бореальных лесов в результате которых в атмосферу выделяется 3-10 млн т аэрозольного вещества.

При лесных пожарах, когда горит растительный покров, подстилка, почвенный гумус, трудно сделать вывод о связи исходного состава лесных горючих материалов с химическим составом образующейся эмиссии, т.к. мощность и состав продуктов горения зависят от типа горючего материала, режима горения (пламенное или тлеющее), метеорологических условий и т.д. Поэтому, возникает необходимость в проведении экспериментов по горению индивидуальных растительных материалов.

Цель данной работы - представить экспериментальные данные о химическом составе дымовой эмиссии веток и хвои сосны обыкновенной на примере тлеющего горения, проведённого в лабораторных условиях. Получить данные о многоэлементном составе некоторых растительных материалов характерных для лесных экосистем Центральной Сибири – багульника болотного, лишайника, древесины сосны и лиственницы, хвои и веток сосны в исходном субстрате и зольном остатке.

Отбор проб проводился с использованием лабораторной установки. Суть отбора состоит в том, что образец измельчённого растительного материала нагревается до температуры тлеющего горения (300-500°C), и выделяемая дымовая эмиссия сначала осаждается на фильтре (дисперсная фаза), а затем вымораживается при – 50°C (парообразные продукты). Определение химического состава продуктов тлеющего горения лесных горючих материалов проводилось методом хромато-масс-спектрометрии. Содержание оксида углерода, диоксида углерода, метана не определяли. Многоэлементный состав лесных материалов до и после сжигания измерялся рентгенофлуоресцентным методом с использованием синхротронного излучения (РФА СИ). В результате анализа получены значения концентраций следующих элементов: K, Ca, Ti, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Br, Rb, Sr, Zr, Mo, Pb.

Экспериментально показано, что в качественном составе дымовой эмиссии хвои и веток сосны не наблюдается существенных различий. Однако, мощность эмиссии по ряду органических соединений различна. В качестве примера на рис. 1 представлен состав дымовой эмиссии, содержание веществ которой составляет более 50 %. Следует отметить, что присутствие бенз(а)пирена (считающегося вредным для здоровья человека) в эмиссиях тлеющего горения лесных материалов не обнаружено.

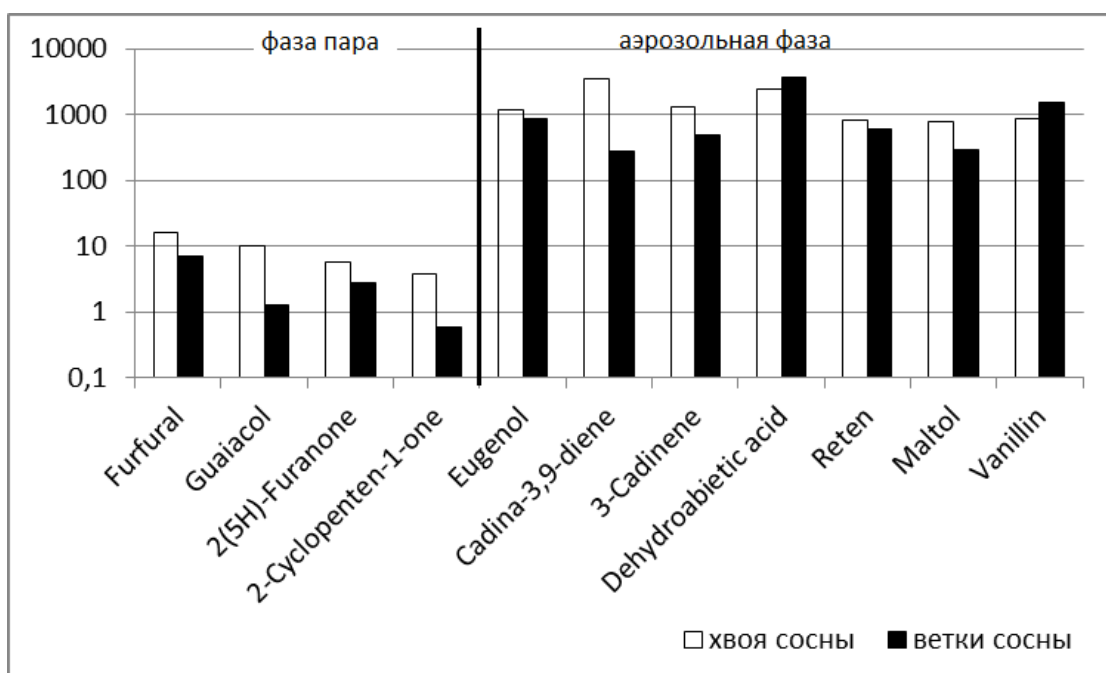


Рис. 1. Состав дымовой эмиссии (мкг/г)

В табл. 1 приведены данные о многоэлементном составе различных видов растительности, взятых до выжигания. Анализ данных свидетельствует о различии в содержании элементов в зависимости от вида материала. Отметим, что все представленные в табл. 1 лесные субстраты обогащены К, Са, Мп.

Таблица 1. Элементный состав растительных образцов до сжигания (мкг/г)

	Багульник	Лишайник	Древесина лиственницы	Древесина сосны	Хвоя сосны	Ветки сосны
К	6377	1491	1378	1632	3412	2771
Ca	6208	917	1616	1613	6761	5378
Ti	90	242	17	13	н.о.	11
Mn	2029	50	303	51	2279	596
Fe	219	944	76	197	81	88
Co	0,1	0,27	н.о.	0,04	0,005	0,034
Ni	1,2	0,70	0,67	0,65	1,5	2,0
Cu	4	2,0	10,2	2,2	2,5	6,2
Zn	32	18	13	16	88	65
Br	1,1	1,01	0,37	0,13	1,1	2,9
Rb	25	4,5	0,5	0,5	5,2	3,3
Sr	9	16	8	7	13	17
Zr	13	138	0,29	0,14	0,015	0,034
Mo	0,01	0,18	0,08	0,06	0,076	0,085
Pb	0,3	4,6	0,4	1,2	1,2	5,2

В табл. 2 отражено изменение содержания элементов в золе тех же субстратов. Показано увеличение концентраций определяемых элементов в зольном остатке. Это связано с выгоранием органической составляющей растительных материалов и концентрированием элементов минеральной части.

Однако, при пересчёте содержания элементов в золе относительно сгоревшего материала (по массе), концентрация элементов практически не меняется. Это подтверждает выводы представленные в работе [4] о незначительной эмиссии элементного состава (порядка 3-5 %).

Таблица 2. Элементный состав зольного остатка после сжигания (мкг/г)

	Багульник	Лишайник	Древесина лиственницы	Древесина сосны	Хвоя сосны	Ветки сосны
K	63540	6021	7391	11279	21727	17741
Ca	101544	8977	18076	43172	57962	45533
Ti	551	3212	222	204	21	50
Mn	24983	442	4261	1842	18672	5952
Fe	2390	6781	845	2368	648	755
Co	0,3	2,1	0,2	0,8	н.о.	0,28
Ni	39	44	16,3	30,9	9,1	37
Cu	68	27	37	30	17	32
Zn	306	75	60	220	436	345
Br	7,1	4,9	3,4	13	216	159
Rb	104	8,7	1,3	3,8	14	12
Sr	57	37	26	52	35	48
Zr	5,8	55	0,9	4,5	0,605	1,6
Mo	0,03	0,08	0,16	0,11	0,046	0,18
Pb	14	28	14	18	4,2	24

Таким образом, в работе представлены экспериментальные данные о продуктах горения, полученных в лабораторных условиях, коры и хвои сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*). Показан многоэлементный состав растительных субстратов, характерных для лесных экосистем Центральной Сибири.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Simoneit B.R.T., Rogge W.F., Mazurek M.A., Standley L.J., Hildemann L.M., Cass G.R. Lignin pyrolysis products, lignans, and resin acids as specific tracers of plant classes in emissions from biomass combustion // *Environ. Sci. Technol.* – 1993. – №12. – P. 2533-2541.
2. Рахимов Р.Ф., Макиенко Э.В., Шмаргунов В.П. Вариации оптических постоянных и спектра размеров дымовых аэрозолей, образованных при термическом разложении разнородных древесных материалов // *Оптика атмосферы и океана* – 2010. – №4. – С. 248-258.
3. Долгодворова С.Я., Черняева Г.Н. Биологические ресурсы лесов Сибири. Красноярск: Институт леса и древесины СО РАН, 1980. С. 137-143.
4. Самсонов Ю.Н., Беленко О.А., Иванов В.А. Дисперсные и морфологические характеристики дымовой аэрозольной эмиссии от пожаров в бореальных лесах Сибири // *Оптика атмосферы и океана* – 2010. – №6. – С. 423-431.

ПЕСТИЦИДНЫЕ ПОЛЛЮТАНТЫ В ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ И ИХ ФОТОХИМИЧЕСКОЕ РАЗЛОЖЕНИЕ ПОД ДЕЙСТВИЕМ СОЛНЕЧНОГО СВЕТА

Юрий Николаевич Самсонов

Институт химической кинетики и горения, Сибирское отделение Российской академии наук, 630090, г. Новосибирск, ул. Институтская, 3, старший научный сотрудник лаборатории дисперсных систем, тел. (383)333-07-87, e-mail: samsonov@kinetics.nsc.ru

Пестицидные химикаты поступают в окружающую среду вследствие их применения для защиты агрокультур и лесных территорий от вредных насекомых (в т. ч. кровососущих) и болезней растений, для уничтожения «сорных» растений, препятствующих росту «целевых» растений. Желательно, чтобы после оказания заданного биологического эффекта пестицидные химикаты разлагались бы в природе на экологически безопасные вещества. Фотохимическое разложение под действием солнечного излучения является одним из таких процессов.

Ключевые слова: пестицидное загрязнение, пестицидные аэрозоли, окружающая среда, фотохимическое разложение.

PESTICIDE POLLUTANTS IN THE ENVIRONMENT AND PHOTOCHEMICAL DECOMPOSITION UNDER SOLAR RADIATION

Yuri N. Samsonov

Institute of Chemical Kinetics and Combustion, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 630090, Novosibirsk, Institutskaja st., bldg. 3, senior researcher, laboratory of dispersal systems, phone: (383)333-07-87, e-mail: samsonov@kinetics.nsc.ru

Pesticide contaminants enter the environment due to application of pesticides at the agricultural and forest areas. Pesticides are used against pest insects (including the blood-sucking ones), fungus diseases of plants, and the weeds, which impede the specific-purpose plants. Pesticides should persist on plants for the period required for pest control but then they should decompose into harmless compounds. Photochemical decomposition under solar radiation is the resource for pesticide decomposition.

Key words: pesticide contamination, pesticide particulates, environment, photochemical decomposition.

Введение

Высокодисперсное состояние вещества - распространенное в природе явление. Сотни миллионов и миллиарды тонн аэрозольного вещества ежегодно поступают в атмосферу. Их источником служит природная эмиссия аэрозольных частиц и их газовых предшественников в виде продуктов метаболизма земной растительности, от пожаров в лесах и саваннах, от извержения вулканов и из морских брызг, от пыльных бурь в пустынях. Антропогенный вклад связан с химической промышленностью и теплоэнергетикой, с автотранспортными выхлопами, а также с применением пестицидов в сельском и лесном хозяйстве.

Полное количество пестицидных химикатов, используемых в мировом сельском хозяйстве, оценивается в 1-2 млн. тонн ежегодно. Пестициды используются для борьбы с вредными насекомыми сельскохозяйственных и лесных растений, против комаров и насекомых-переносчиков болезней (малярия, клещевой энцефалит), против болезней агрокультур, против сорняков на полях. Технология применения пестицидных препаратов заключается в том, что некое техническое устройство (генератор аэрозольных частиц, наземный и авиационный опрыскиватель) движется вдоль, над или непосредственно по обрабатываемому полю, диспергируя препарат на частицы/капли тех или иных дисперсных размеров. Часть образовавшихся частиц (обычно самых малых по размерам, 1-10 мкм) переносится приземным ветром на значительные расстояния (несколько километров) и рассеивается в атмосфере. Большая часть капель осаждается на растительных листьях, растекается по их поверхности, формируя остаточные «пятна» («пленки») пестицидного вещества размером 400-600 мкм (0.4- 0.6 мм) и толщиной менее 1 мкм (0.001 мм!). Как пестицидные частицы с размерами в несколько микрон, так и тонкие пестицидные пленки на листьях относятся к категории высокодисперсных веществ (тот факт, что поперечные размеры «пятен/пленок» весьма велики, не имеет значения, поскольку именно малые толщины этих пленок придают им высокодисперсные свойства).

Считается, что пестициды являются экологически опасными загрязнителями атмосферы, растительности, почвы и воды. Негативные последствия от применения пестицидов часто связаны с их персистентностью, т.е. устойчивостью в природных условиях. В идеале пестицидные химикаты должны находиться на поверхности растений только в течение периода, необходимого для проявления требуемого биологического эффекта (обычно 1-5 дней), после чего они должны бы разлагаться на неопасные вещества. Представляется, что фотохимическая деструкция пестицидов солнечным светом могла бы приводить к быстрой детоксикации окружающей среды от пестицидных загрязнений. Однако большинство пестицидов поглощают активный УФ-свет с длинами волн короче 300 нм, в то время как весь такой солнечный свет поглощается стратосферным озоновым слоем и не доходит до земли. Поэтому большинство пестицидов являются довольно устойчивыми в окружающей среде. Возможным способом ускорения деструкции могло быть добавление в пестицидный препарат специального химического вещества (т.н. фотосенсибилизатора), который поглощал бы солнечный свет с длинами волн более 300 нм и затем передавал бы энергию возбуждения на пестицидные молекулы (т.е. сенсибилизировал бы разложение самого пестицида). Хотя эта идея высказывалась в литературе неоднократно, но, несмотря на ряд интересных результатов, нет сведений о практическом использовании сенсибилизаторов при проведении пестицидных обработок в сельском хозяйстве.

Особенности фотохимических реакций в высокодисперсных веществах

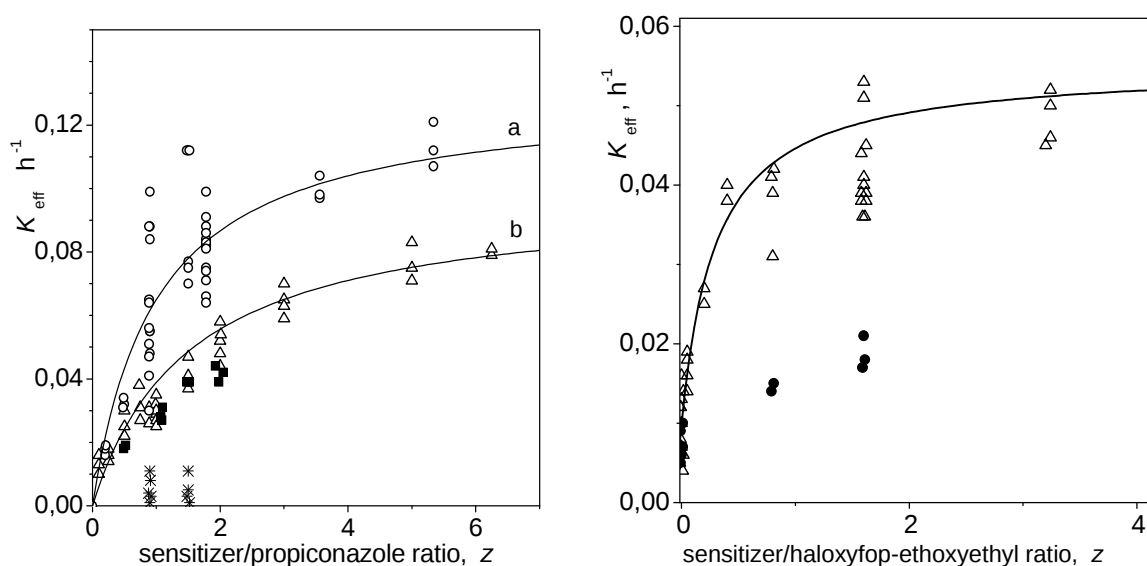
Поглощенный аэрозольной частицей или тонкой пленкой свет инициирует химические реакции непосредственно в теле объекта. Об исследованиях, связанных с внутри-аэрозольным поглощением света и с предшествующим или последующем протеканием внутри частицы физико-химических конверсий и химических реакций, в литературе известно мало. В какой-то степени к этому примыкают работы по фотодеструкции полимерных пленок. Здесь также протекают реакции в объеме пленки, важную роль играют химические примеси (например, фотосенсибилизаторы) и диффундирующий по материалу пленки кислород. Существенное отличие от изучаемых нами процессов заключается в том, что полимерная пленка является весьма «толстым» объектом (толщиной 5-10 мкм и более) с известным химическим составом и фиксированной объемной структурой. Как будет показано ниже, химическая и объемная структуры пестицидных тонкодисперсных объектов изменчивы и трудно предсказуемы. В свою очередь необходимо отметить, что данные, получаемые при изучении фотолиза вещества в виде обычных жидких или твердых образцов (условно говоря, в «пробирке») нельзя распространять на процессы, протекающие в тонкодисперсных частицах и пленках. Это же относится и к «толстым» частицам и пленкам размером/толщиной в десятки и сотни микрон. Это связано с тем, что высокодисперсное состояние само по себе может критическим образом влиять на скорость и механизмы физико-химических и химических трансформаций в веществе. *Во-первых*, скорости испарения разных химических веществ из частицы/пленки пропорциональны давлениям их насыщенных паров, но обратно-пропорциональны квадрату диаметра частиц (обратно-пропорционально толщине пленки). В ходе испарения летучих компонентов (например, растворителей) из системы химически многокомпонентных полидисперсных частиц, как химические составы, так и размеры частиц будут постоянно изменяться, причем самые быстрые изменения будут происходить в самых малых частицах. Следовательно, текущие химические составы в частицах разных размеров будут изменчивыми и непредсказуемо отличающимися от состава исходного препарата. *Во-вторых*, после испарения растворителя оставшаяся частица/пленка может изменить своё фазовое состояние от исходного жидкого до конечного твердого (точнее говоря, до полутвердого вещества, т.е., пористого, растрескавшегося, аморфно-вязкого). Твердое/вязкое состояние может уменьшать скорость диффузии реагирующих молекул (например, кислорода) по объему частицы на несколько порядков по сравнению с жидкостью. С другой стороны, пористая структура отвердевших частиц ускоряет диффузию кислорода и иных газовых реагентов (радикалы ОН, NO, O₃ и другие) непосредственно внутрь частицы. Такие противоположно направленные зависимости диффузии от фазового состояния и объемной структуры частиц непредсказуемо усложняют механизмы диффузионно-контролируемых химических реакций. *В-третьих*, после испарения растворителей оставшаяся частица может состоять из небольшого числа малолетучих компонентов препарата. Например, в случае

сенсibilизированного фотолиза эта финальная композиция могла бы состоять только из вещества-сенсibilизатора (донор энергии возбуждения) и фотолизируемого компонента (акцептор возбуждения). В такой композиции молекулы донора и акцептора находятся в постоянном контакте друг с другом. Непосредственный контакт промотирует перенос возбуждения от донора к акцептору. Следует отметить, что прямой контакт не может происходить в обычных «пробирочных» растворах, поскольку неизбежно присутствующий там растворитель служит буфером, препятствующим прямому донор-акцепторному контакту. Более того, прямой контакт практически недостижим в «толстых» частицах в десятки-сотни микрон диаметром. Дело в том, что скорости испарения растворителей (иногда они могут быть не слишком летучими!) быстро уменьшаются для «толстых» частиц (обратно-пропорционально квадрату диаметра!). Поэтому в «толстых» объектах может не успеть сформироваться конечный «донор-акцепторный» состав, который благоприятствует переносу возбуждения. В-четвертых, в ходе испарения растворителей из частицы и её последующего отвердевания может произойти объемное расслоение оставшихся в ней компонентов. Действительно, в исходной жидкой частице эти компоненты (будем полагать их твердыми веществами) были растворены в каком-то общем для них растворителе. Однако после испарения растворителя оставшиеся твердые вещества не обязаны быть взаимно-растворимыми друг в друге. Термодинамически, эти компоненты должны бы сформировать внутри частицы индивидуальные твердые фазы, т.е. объемно отделиться друг от друга и прекратить химические реакции между ними. Однако может случиться так, что эта сепарация не произойдет фактически, причем также по термодинамическим причинам. Дело в том, что формирование объемных фаз должно сопровождаться образованием межфазных поверхностей, разделяющих компоненты друг от друга. Образование этих поверхностей требует затраты энергии, т.е. преодоления энергетических барьеров. Из-за этих барьеров отвердевающие компоненты могут оставаться в виде гомогенной смеси. Такие неравновесные смеси называются метастабильными растворами, они хорошо известны в физической химии, и наблюдаются даже в сравнительно больших объектах (в «пробирке»!). Однако легко понять, что образование метастабильных растворов наиболее вероятно именно в высокодисперсных аэрозолях и очень тонких пленках. Действительно, энергетический барьер, который благоприятствует сохранению метастабильных состояний, пропорционален поверхности частицы, т.е. квадрату её диаметра. В тоже время энергетический выигрыш, связанный с объемной сепарацией вещества, пропорционален объему частицы, т.е. кубу её размера. Отношение «поверхностная энергия/объемная энергия» будет увеличиваться при уменьшении размеров частиц (пленок), в силу чего высокодисперсные объекты могут длительно оставаться в метастабильном состоянии. Таким образом, мы приходим к выводу, что многие химические реакции в дисперсных объектах происходят благодаря тому, что вещество остается в неравновесном метастабильном состоянии. Если же метастабильный раствор спонтанно или

принудительно трансформируется к равновесию, то химические реакции могут затормозиться или прекратиться совсем из-за сепарации реагентов.

Таким образом, механизмы и скорости химических реакций в тонких частицах и пленках имеют такие специфические свойства, которые не могут наблюдаться в «обычных» условиях. Однако проявление этих особенностей может быть спонтанным и варибельным в разных условиях, иногда невоспроизводимым. Некоторая степень спонтанности и невоспроизводимости химических и структурных состояний является отличительной характеристикой высокодисперсного вещества, тем более применительно к натурным условиям.

Мы исследовали как в натуральных, так и в лабораторных условиях фотохимическое взаимодействие нескольких пестицидных химикатов и сенсibilизаторов в форме тонкодисперсных аэрозольных частиц и пленок [1-3]. Подбирая концентрацию сенсibilизаторов в этих объектах, мы могли регулировать «времена жизни» пестицидных веществ под действием солнечного света в пределах от нескольких часов до нескольких дней. На фигурах 1 и 2 показаны зависимости констант скоростей фотохимического разложения двух пестицидных химикатов (пропиконазол и галоксифоп-этоксиэтил) от количества добавленного сенсibilизатора Ширванол 2 (представленные на фиг. 1 и 2 результаты еще не опубликованы). Видим, что константы скоростей регулируются в пределах от 0.01 до 0.1 час⁻¹, что соответствует времени полураспада пестицидов 100-10 часов, что вполне подходит для экологически допустимого применения пестицидов. Отметим, что большой разброс данных («по вертикали») при $z = 1 - 2$ связан не с экспериментальными неточностями измерений, а со спонтанным проявлением объемной сепарации реагирующих пестицидов и сенсibilизатора.



БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Samsonov Y.N., Pokrovskii L.M. Sensitized photodecomposition of high disperse pesticide chemical exposed to sunlight and irradiation from halogen or mercury lamp// *Atmospheric Environment*.- 2001. -V. 35. – P. 2133-2141.
2. Samsonov Y.N. Physicochemical transformation and photochemical reactions in high-disperse substance state: Chemical decomposition in aerosols and thin films made from pesticide fipronil (Adonis)// *Journal of Atmospheric Chemistry*. – 2007. – V. 56. – P. 127-147.
3. Самсонов Ю.Н. Физико-химические трансформации и кинетика фотохимических реакций при высокодисперсном состоянии вещества// *Химия в интересах устойчивого развития*. – 2008. - Т. 16. – С. 351-359.

© Ю.Н. Самсонов, 2012

ДИНАМИКА ЭКОСИСТЕМ УЛУГ-ХЕМСКОЙ КОТЛОВИНЫ РЕСПУБЛИКИ ТЫВА ПО ДАННЫМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

Дмитрий Сергеевич Дубовик

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, старший преподаватель кафедры экологии и природопользования, тел. (383)361-08-86, e-mail: d.d@ngs.ru

Михаил Владимирович Якутин

Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, 630099, г. Новосибирск, ул. Советская, 18, доктор биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории Биогеоценологии, тел. (383)222-54-15, e-mail: yakutin@issa.nsc.ru; СГГА, Новосибирск, профессор кафедры экологии и природопользования

Цель исследования состояла в создании ландшафтно-экологической карты Улуг-Хемской котловины республики Тыва. В работе использовались данные космических снимков Landsat 7. Делается вывод о современном состоянии и основных тенденциях изменения экосистем Улуг-Хемской котловины на протяжении последних тридцати лет.

Ключевые слова: Тыва, Улуг-Хемская котловина, экосистемы, динамика, дистанционное зондирование.

THE ECOSYSTEMS DYNAMIC IN THE ULUG-HEM DEPRESSION OF REPUBLIC TUVA ACCORDING TO REMOTE SOUNDING

Dmitry S. Dubovik

Siberian State Academy of Geodesy, 10 Plakhotnogo, Novosibirsk, 630108, senior teacher, department of ecology and wildlife management, tel. (383)361-08-86, e-mail: d.d@ngs.ru

Mikhail V. Yakutin

Institute of Soil Science and Agrochemistry SB RAS, 18 Sovetskaya., Novosibirsk, 630099, ScD, senior researcher, laboratory of biogeocenology, tel. (383)222-54-15, e-mail: yakutin@issa.nsc.ru; SSGA, Novosibirsk, prof. of department of ecology and wildlife management

The main task of the research consisted in creation of a landscape-ecological map of the Ulug-Hem hollow depression of republic Tuva. The data of space pictures Landsat 7 was used in that work. The conclusion about a current state and the main tendencies of change of ecosystems in the Ulug-Hem depression throughout last thirty years is becomes.

Key words: Tuba, Ulug-Hem depression, ecosystems, dynamics, remote sounding.

Главное отличие степного типа ландшафтов от всех других заключается в том, что он практически на сто процентов (за исключением селитьбы и промышленных зон) занят сельскохозяйственными угодьями. Структура этих земель образуют две категории агроландшафтов – пашня и пастбищно-сенокосные угодья. Доля степных территорий с заповедным режимом ни в одном регионе северной Евразии не превышает 1% всей территории [1].

Как правило, техногенные нарушения экосистем в результате строительства и эксплуатации жилых помещений, производственных объектов и дорог имеют в сухостепной зоне довольно локальный характер, занимая не более 10 % всей территории региона. Несколько большую площадь занимают участки, прилегающие и окружающие населенные пункты, где происходят изменения экосистем, вплоть до их полного уничтожения, в результате одновременного воздействия факторов, связанных как с концентрацией населения и развитием промышленности, так и с бессистемным выпасом скота вблизи поселков. Свалки бытовых отходов иногда дополняются отбросами местной промышленности, базирующейся в поселке. Такие участки, включая нерационально расширенную дорожную сеть, занимают уже значительно большую площадь, в ряде мест в 2–3 раза превышающую площадь того или иного населенного пункта. Значительный ущерб естественным экосистемам нанесен распашкой целинных степей. На таких участках не только уничтожен коренной растительный покров, но нарушен и почвенный. На таких участках уменьшается гумусированность почвы в результате нарушения ее структуры и плоскостного смыва. Освоение целинных земель, начавшееся в 50-60-е годы, привело к водной и ветровой эрозии большей части распаханых земель [2].

За последние 20 лет в Тыве произошли значительные изменения в характере хозяйственного использования территории: резко сократились площади пахотных земель, увеличилась площадь залежей, изменились площади деградированных пастбищ.

Цель данной работы состояла в анализе соотношения площадей природных и антропогенно-трансформированных объектов в равнинной части Улуг-Хемской котловины Республики Тыва. С этой целью была составлена ландшафтно-экологическая карта котловины в масштабе 1 : 200 000.

В качестве основы для картографирования территории были использованы снимки Landsat 7. Были выбраны два снимка ETM+ 2002 года, близкие по дате съёмки (2002-07-16 и 2002-08-08), с приемлемым облачным покрытием, вместе покрывающие всю котловину. Снимки были тщательно визуально изучены в различных комбинациях каналов, после чего было окончательно решено синтезировать снимки в комбинацию RGB 7 5 3, а затем, путём объединения с панхроматическим каналом, их разрешение было увеличено до 15 м.

Исходные изображения были получены из архива геологической службы США (USGS). Предварительно они уже были единым образом систематически скорректированы радиометрически и трансформированы в проекцию Меркатора на WGS 84 (уровень обработки 1G).

Перед объединением этих снимков (создание мозаики изображений) было изучено, на сколько совпадают контуры объектов в зоне перекрытия снимков. Было установлено, что данная операция не внесла дополнительных искажений, оцениваемых в масштабе работы. В процессе создания мозаики, был вырезан и сохранён участок местности, приблизительно соответствующий Улуг-Хемской котловине.

Для повышения точности полученного растрового изображения созданная мозаика была трансформирована в Erdas по точкам, опознаваемым на ней, и на

топографических картах масштаба 1 : 200 000. В процессе дешифрирования, для опознания некоторых объектов дополнительно использовались: топокарта, программа google earth, имеющиеся снимки просматривались в других комбинациях каналов, изучались полученные по снимкам растительные индексы). В частности, при выделении отдельных участков горной местности, покрытых хвойными лесами, дополнительно использовались изображения в комбинациях каналов 7, 4, 2, а также 5, 3, 2. При отнесении степных территорий к классу «выбитых пастбищ» и, в некоторых случаях при выделении участков луговой растительности в равнинных частях котловины, просматривались и изучались изображения индекса NDVI [3].

Граница котловины проведена по горным склонам, где участки равнинной местности уже практически отсутствуют, и начинает доминировать хвойная лесная растительность. С запада граница проведена по хребту Адар-Даш, с юга граница котловины проходит по склонам хребтов Западный и Восточный Тану-Ола, с севера по склонам Куртушибинского и Уюкского хребтов.

Уменьшенное изображение карты Улуг-Хемской котловины представлено на рисунке (линии прямоугольной сетки проведены через 10 км).



Резко континентальный климат, сложные сочетания различных по масштабам форм рельефа, а также значительная протяжённость котловины, создают условия для существования большого разнообразия не только локальных природно-территориальных комплексов, но и нескольких закономерных их сочетаний.

В таблице представлено соотношение площадей различных природных и антропогенно-трансформированных территорий Улуг-Хемской котловины (по состоянию на 2002 г.).

Выдел		Площадь, км ²	Доля от площади котловины, %
1	Населённые пункты, дороги, карьеры	146,0	0,82
2	Водные объекты	383,0	2,16
3	Болота	209,0	1,18
4	Солончаки	6,3	0,04
5	Пашни	330,5	1,86
6	Залежи	2770,1	15,6
7	Пески и каменистые участки	157,0	0,88
8	Пойменные экосистемы	1150,2	6,48
9	Лесные экосистемы на склонах гор	2442,8	13,76
10	Травяные экосистемы на склонах гор	6186,9	34,85
11	Лесные экосистемы на равнине	273,8	1,54
12	Степные экосистемы на равнине	3432,2	19,33
13	Нарушенные травяные экосистемы,	264,4	1,49
	в том числе сильно деградированные	(21,29)	(0,12)

Площади нарушенных травяных экосистем в Улуг-Хемской котловине в 2002 году составляли 264,4 км². Подавляющая часть таких экосистем – это степи в равнинной части котловины, находящиеся под сильной пастбищной нагрузкой. Естественный растительный покров в них нарушен: изменен состав доминантных видов растений, уплотнена почва. При уплотнении почвы, как правило, уменьшается количество влаги в экосистеме, и она становится более ксерофитной [4]. На отдельных же площадях, в пределах указанного выдела (в основном в непосредственной близости от населённых пунктов и водных объектов), экосистемы деградировали значительно сильнее – произошло резкое уменьшение проективного покрытия, вместо естественных фитоценозов почва зачастую покрыта сорными видами растений. Площадь таких сильно деградированных пастбищ в 2002 году составляла 21,29 км или около 8 % от всей площади нарушенных травяных экосистем.

Площадь пашни в Улуг-Хемской котловине в 1991 году составляла 1618 км², а к 2010 году эта площадь сократилась в 22 раза до 70,7 км². В 1991 году площадь деградированных пастбищ составляла 180,5 км², наибольшей площади они достигли в 2002 году, а к 2010 году площадь нарушенных травяных экосистем уменьшилась почти на 9 % и составила 240,9 км².

Несмотря на то, что площадь нарушенных экосистем в Улуг-Хемской котловине в 2010 году составила 240,9 км² (2,6 % от площади равнинной части котловины), значительная часть территории занята песками и выходами щебня

(1,7 % от площади равнинной части котловины), которые образовались во многом вследствие чрезмерной антропогенной нагрузки на территорию. При этом 2 770,1 км² наиболее удобных с сельскохозяйственной точки зрения территорий в равнинной части котловины занимают залежи, большинство из которых до сих пор не представляет существенной кормовой ценности, и нуждается в активных мероприятиях для восстановления. Кроме того, многие участки залежей не покрыты растительностью, эти участки покрывает песок или щебень.

Таким образом, в период наибольших социальных и экономических изменений (1991–2002 гг.) в Улуг-Хемской котловине произошло резкое сокращение площади используемой пашни и заметное изменение площадей деградированных пастбищ. К 2010 году часть нарушенных экосистем восстановилась, их общая площадь постепенно уменьшается. Пашня в центральной части Улуг-Хемской котловины исчезла полностью. Пастбищные угодья используются со значительной нагрузкой, что ведет к деградации травостоя, изменению его структуры, к процессам вторичного антропогенного опустынивания, появлению малопродуктивных производных сообществ и даже к превращению пастбищных массивов в бесплодные земли. Рациональное использование пастбищ предусматривает определение пастбищесемкости каждого пастбищного массива, предоставление отдыха пастбищным участкам для обсеменения и укрепления растений, проведение мероприятий по уходу и строгое соблюдение сезонности использования. Рациональное использование имеющихся фондов естественных угодий требует строгого соблюдения сезонного пастбищеоборота [4].

На основе созданных карт, при участии соответствующих специалистов и поддержке населения, можно провести районирование всех кормовых угодий по продуктивности и назначению, определить оптимальные нагрузки и сроки перекочёвки скота. Это создаст не только предпосылки для оптимизации пастбищного хозяйства в регионе, но также позволит вести жёсткий оперативный контроль за состоянием угодий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Чибилёв, А.А. Степи Северной Евразии (эколого-географический очерк и библиография). / А.А. Чибилёв. – Екатеринбург: УрО РАН, 1998. – 192 с.
2. Гунин, П.Д. Охрана экосистем Внутренней Азии. / П.Д. Гунин, Е.А. Востокова, Е.Н. Матюшкин. – М.: Наука, 1998. – 219 с.
3. Савиных, В.П. Информационные технологии в системах экологического мониторинга / В.П. Савиных, В.Ф. Крапивин, И.И. Потапов / М.: ООО Геодезкартиздат, 2007. – 392 с.
4. Куминова, А.В. Растительный покров и естественные кормовые угодья Тувинской АССР / А.В. Куминова, В.П. Седельников, Ю.М. Маскаев, В.А. Шоба, Э.А. Ершова, Б.Б. Намзалов, Г.Г. Павлова, Т.В. Мальцева, Л.П. Паршутина. – Новосибирск: Наука, 1985. – 256 с.

ДИНАМИКА ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ НА ТЕРРИТОРИЯХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ В ПОДЗОНЕ СЕВЕРНОЙ ТАЙГИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Андрей Геннадьевич Шарикалов

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, аспирант кафедры экологии и природопользования, тел. (383)361-08-86, e-mail: sharikalov.andrey@gmail.com

Михаил Владимирович Якутин

Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, 630099, г. Новосибирск, ул. Советская, 18, доктор биологических наук, старший научный сотрудник лаб. Биогеоценологии, тел. (383)222-54-15, e-mail: yakutin@issa.nsc.ru; СГГА, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, профессор кафедры экологии и природопользования

С использованием дистанционных методов зондирования земли построены ландшафтно-экологические карты нефтяных и газовых месторождений, расположенных в Пуровском районе ЯНАО. На основании построенных карт оценено состояние экосистем и делаются выводы о тенденциях изменения площадей различных экосистем в северной тайге в процессе нефтегазодобычи.

Ключевые слова: Западная Сибирь, Ямало-Ненецкий автономный округ, Пуровский район, северная тайга, почва, нефтегазодобыча, антропогенный пресс, дистанционное зондирование земли, ландшафтно-экологические карты, мониторинг.

THE DYNAMICS OF WOOD ECOSYSTEMS ON TERRITORIES WITH HYDROCARBONIC RAW MATERIALS DEPOSITS IN A NORTHERN TAIGA SUBZONE IN WESTERN SIBERIA

Andrei G. Sharikalov

Siberian State Academy of Geodesy, 10 Plakhotnogo, Novosibirsk, 630108, post graduate student, department of ecology and wildlife management, tel. (383)361-08-86, e-mail: sharikalov.andrey@gmail.com

Mikhail V. Yakutin

Institute of Soil Science and Agrochemistry SB RAS, 18 Sovetskaya, Novosibirsk, 630099, ScD, senior researcher, laboratory of biogeocenology, tel. (383)222-54-15, e-mail: yakutin@issa.nsc.ru; SSGA, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo, professor of department of ecology and wildlife management

The landscape-ecological maps of the oil and gas deposits located in Purovskiy area JNAO are constructed with use of remote methods of sounding of the earth. The conditions of ecosystems is estimated and the conclusions about tendencies of change of the various ecosystems areas in northern taiga during process mineral oil and gas extraction is become on the basis of the constructed maps.

Key words: Western Siberia, Yamal-Nenets autonomous region, Purovsky area, northern taiga, soil, oil and gas recovery, anthropogenous press, remote sounding of the earth, landscape-ecological maps, monitoring.

Цель настоящей работы состояла в анализе особенностей антропогенного воздействия, связанного с нефтегазодобычей, на экосистемы северной тайги Западной Сибири. В качестве объектов исследования были выбраны месторождения углеводородного сырья в Пуровском районе ЯНАО.

Пуровский район расположен между 62-67° с.ш. и 73-81° в.д. и является территориальным «промузлом» восточного экономического района Ямало-Ненецкого автономного округа. Очертания района практически совпадают с границами бассейна р. Пур, ограниченного с юга Сибирскими Увалами, с востока водоразделом реки Таз, с запада водоразделом реки Надым.

Площадь района 108,6 тыс. км² (1/6 часть ЯНАО), протяженность с севера на юг 600 км, с запада на восток – 350 км. Значительная протяженность района от Тазовской губы до Сибирских увалов предопределяет разнообразие ландшафтно-климатических условий. Центральную часть района занимает Пуровская низменность с отметками 5-25 м над уровнем моря. От пониженной центральной части к границам района местность повышается до небольших возвышенностей. На востоке это Пур-Тазовская возвышенность с высотными отметками 150-200 м; на западе – возвышенность Сятты, на 120 м поднимающаяся над уровнем моря; на юге – Сибирские увалы, достигающие 100-155 м над уровнем моря [1].

В пределах Пуровского района выделяются природные зоны: тундра, лесотундра и лесная таежная зона, внутри которых прослеживаются подзоны и провинции. Распространены многолетнемерзлые породы разнообразного характера распространения. На территории Пуровского района находится огромное количество озер. Общее число их составляет 85035 с площадью водной поверхности 11,1 тыс. км². Озера составляют около 10 % площади района, при этом 98,2% общего количества озер относится к малым с площадью водного зеркала менее 1 км² [2].

Зона тундры, занимающая 22% общей площади района, представлена преимущественно песчаными пологоволнистыми равнинами с плоскобугристыми мерзлотными болотами, лишайниковыми и ерниковыми тундрами и приречными лиственничными редколесиями. В западной части района преобладают лиственничные и сосново-лиственничные редкостойные древостои. К востоку от реки Пур к ним добавляются елово- и березово-лиственничные леса. На юге района, на территории подзоны средней тайги, преобладают лиственнично-сосновые леса с участием кедра.

По данным учета на 1 января 2001 года земли лесного фонда в Пуровском районе занимают 8458,25 тыс. га или 78% общей площади района. Лесистость района составляет 29%. Из данных распределения лесного фонда по категориям земель видно, что практически половина его площади занимают болота (37,9%) и воды (8,5%). На долю покрытых лесом территорий приходится всего 37% общей площади лесного фонда. Анализ материалов государственного учета лесного фонда на 1 января 2001 года показал, что на территории района преобладают низкополнотные (0,3-0,5) малопродуктивные насаждения (средний класс бонитета – Va), представленные хвойными и смешанными хвойно-мелколиственными древостоями. Основными лесобразующими

породами является сосна, лиственница, кедр, ель, береза, осина и ива древовидная [3].

Площадь 108 лицензионных участков месторождений углеводородного сырья, разведанных на территории района и находящихся на разных стадиях освоения, составляет 9684,4 тыс. га или 90,1% территории района. В данной работе проводилось исследование нефтегазопромысловых территорий Пуровского района, находящихся в пределах лесной таёжной зоны [4].

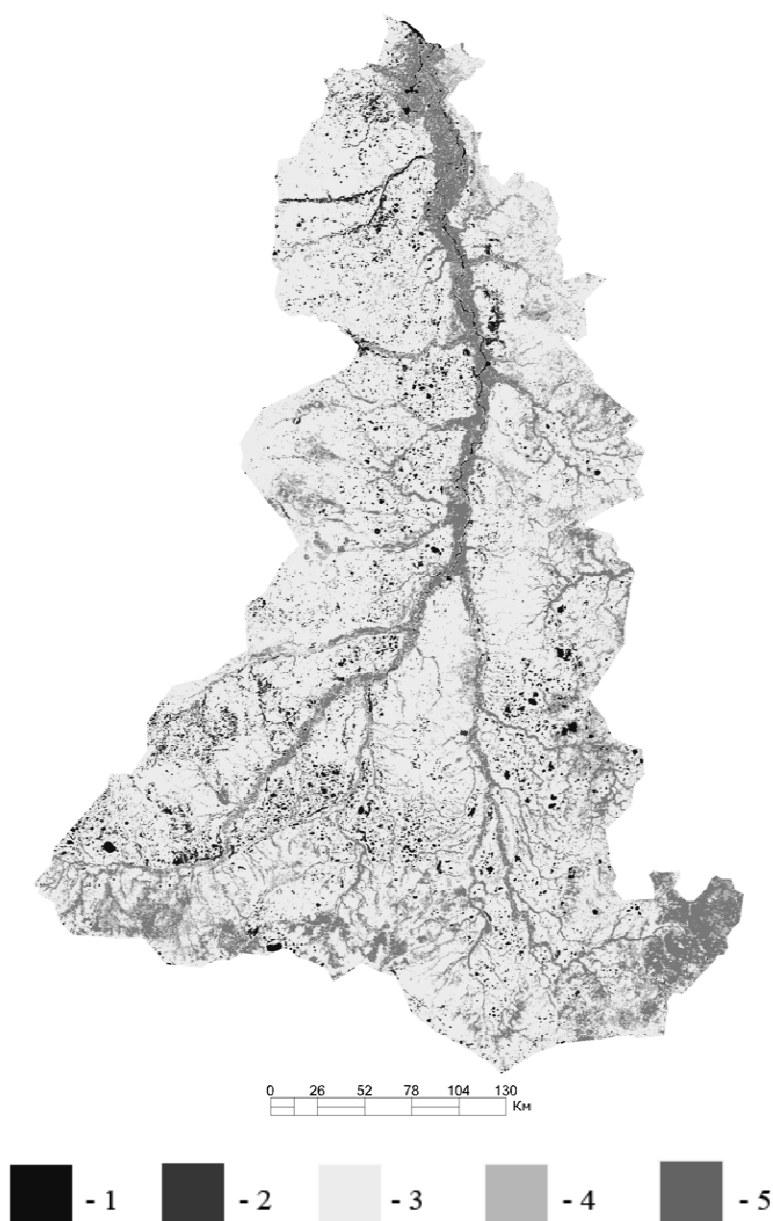
Всего было проанализировано 55 месторождений. На территории 19 месторождений добыча углеводородного сырья не ведется (идет разведка и подготовка к добыче), на 8 месторождениях добыча осуществляется в течение менее 5 лет, на 3 месторождениях – от 5 до 10 лет и на 20 месторождениях – более 10 лет. В законсервированном состоянии в настоящее время находятся 5 месторождений. Исследованные месторождения открыты с 1965 (Губкинское) по 2000 год (Южнотарасовское) и имеют различный характер использования (нефтяные, нефте-газовые, нефте-газо-конденсатные, газо-конденсатные, газовые). Площади изученных месторождений варьируют от 600 га (Ручьевское) до 230617 га (Харампурское).

Для оценки степени воздействия нефтегазодобывающей промышленности на исследуемую территорию сравнивались данные, полученные со спутника Landsat 5 (тип сенсора Thematic Mapper) двадцатипятилетней давности, и в настоящее время. При этом главным критерием в выборе космических снимков являлся летний период съемки, а также отсутствие облачности над исследуемой территорией. В случае необходимости сшивки снимков использовались наиболее близкие по датам и условиям съемки снимки. На первом этапе все каналы снимка собирались в единый многоканальный файл. В случае если контур месторождения выходил за пределы снимка, производилась сшивка пары снимков. После этого проводилась вырезка прямоугольной области снимка по контуру месторождения. Далее с использованием каналов спутниковых снимков с длинами волн 0,66 мкм и 0,83 мкм строился нормализованный вегетационный индекс NDVI [5], и по алгоритму, заложенному в программный комплекс ENVI 4.8, проводилось преобразование Tasseled Cap [6]. Результат преобразования Tasseled Cap (каналы brightness, greenness и wetness), а также индекс NDVI собирались в единый многоканальный файл для анализа.

Анализ данных проводился методом дерева решений (decision tree) в программном комплексе ENVI. Пороговые значения критериев разделения типов угодий подбирались для каждого снимка индивидуально с учетом периода вегетации, условий освещенности, ландшафтных особенностей и др. Результат классификации оценивался визуально, в случае необходимости проводилось редактирование критериев разделения типов угодий и повторный анализ. По контуру месторождения строилась маска снимка. Вычислялась доля замаскированной площади территории P_s . зам., проводился перерасчет доли площадей выделов без маски P_s . выд. = P_s . выд. маск. / (1 – P_s . зам.).

По результатам работы были составлены по две ландшафтно-экологические карты для каждого месторождения (состояние экосистем 25 лет

назад и в настоящее время), с помощью которых стало возможно определить площади основных классов экосистем на изученных территориях и оценить их динамику. Для каждого класса экосистем определялся процент от общей площади территории месторождения. Затем полученные выборки анализировались с использованием методов вариационного и дисперсионного анализов [7, 8]. Несмотря на то, что изученные участки имеют неодинаковую общую площадь, стало возможным оценить на большом массиве данных некоторые тенденции в изменении доли различных экосистем, происходящих в процессе освоения территории и нефтедобычи. На рисунке в качестве примера приведен черно-белый вариант ландшафтно-экологической карты Пуровского района. (В условных обозначениях 1 – водные объекты; 2 – деградированные земли, территории населенных пунктов, дороги, трубопроводы и территории, занятые инфраструктурой нефтегазодобывающих предприятий; 3 – тундра, луга и заболоченные земли (земли, не покрытые древесной растительностью); 4 – лиственные и смешанные леса; 5 – хвойные леса).



В процессе освоения территории месторождений со сроками добычи углеводородов более 10 лет до 13,3% площади месторождения занимают объектами промышленности и транспорта, и до 11,9% территории занимают в той или иной степени нарушенные экосистемы (средние значения 3,1% и 3,2%, соответственно). Это чаще всего территории, лишенные растительности. Предположительно, важный вклад в появление таких территорий вносит критический износ оборудования и, как следствие, периодические масштабные разливы нефти [9].

Деградированные земли на территориях месторождений появляются уже на стадии разведки и обустройства (площадь таких земель за время освоения составила в среднем 0,43% от площади месторождений). К 5-летнему сроку добычи углеводородного сырья площади деградированных земель увеличиваются до 0,54%, а к 10-летнему сроку добычи – до 0,74% от площади месторождения.

В среднем 8,6% территории месторождений занимают водные объекты, и 52% – болота и тундры. Достоверного изменения площадей водных объектов на территориях месторождений не отмечено. Площади, занятые тундрой или заболоченными землями, в целом по всем месторождениям практически не изменяются за время разведки, но заметно увеличиваются уже в первые 5 лет добычи углеводородов (прирост 0,9% от площади месторождений).

Лиственные леса занимают на территориях месторождений от 7,8 до 23% (в среднем 13,3%). Хвойные леса, являющиеся наиболее ценными и подлежащими охране, на территориях месторождений занимают от 8,1 до 49,5% площади (в среднем – 19,8%). Уже на стадии освоения и подготовки к добычи площади хвойных и лиственных лесов снижаются в среднем на 0,48% по всем месторождениям. А к 10-летнему сроку эксплуатации месторождений площади, занятые лиственным лесом уменьшаются в среднем на 0,52%, а занятые хвойным лесом – на 0,73%.

Таким образом, уже на данном этапе выполнения работы можно сделать выводы о тенденциях изменения площадей различных экосистем на территориях месторождений на разных стадиях их освоения. Наблюдается достоверное снижение доли именно хвойных лесов на территориях месторождений разного возраста. Очевидно, требуется активизация природоохранной деятельности для сохранения и восстановления наиболее ценных хвойных лесов на территориях месторождений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бакулин В.В. / Ямал: Энциклопедия Ямало-Ненецкого автономного округа: в 3 т. / В.В. Бакулин, А.Ю. Солодовников. – Салехард-Тюмень: Издательство Тюменского государственного университета, 2004. Т. 2. – С.341-343.
2. Природа Ямала / [Под ред. Л.Н. Добринского]. – Екатеринбург: УИФ: Наука, 1995. – 435 с.
3. Администрация Ямало-Ненецкого автономного округа [Электронный ресурс] / отдел «Экономика». «Лесной план ЯНАО (проект)». – Электрон. дан. – Салехард, 2010. – Режим доступа: <http://adm.yanao.ru/>

4. Исаченко А.Г. Ландшафты СССР / А.Г. Исаченко. – СПб.: Изд-во. Ленингр. ун-та, 1985. – 320 с.
5. Kriegler F.J. Preprocessing transformations and their effects on multispectral recognition / F.J. Kriegler, W.A. Malila, R.F. Nalepka, W. Richardson // Proceedings of the Sixth International Symposium on Remote Sensing of Environment. – 1969. - P. 97-131.
6. Schowengerdt R.A. Remote sensing: models and methods for image processing / R.A. Schowengerdt. – San Diego: Academic Press, 2007. – P. 202-206.
7. Плохинский Н.А. Биометрия / Н.А. Плохинский. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1970. – 367 с.
8. Сорокин О.Д. Прикладная статистика на компьютере / О.Д. Сорокин. – Краснообск: ГУП РПО СО РАСХН, 2004. – 162 с.
9. Васильев С.В. Воздействие нефтегазодобывающей промышленности на лесные и болотные экосистемы / С.В. Васильев. – Новосибирск: Наука, 1998. – 136 с.

© А.Г. Шарикалов, М.В. Якутин, 2012

МОНИТОРИНГ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПОЖАРОВ НА КОМПОНЕНТЫ ЭКОСИСТЕМЫ СОСНЯКОВ СРЕДНЕЙ СИБИРИ

Галина Александровна Иванова

Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, 660036, г. Красноярск, Академгородок 50/28, ведущий научный сотрудник лаборатории лесной пирологии, доктор биологических наук, тел. (391)2495429, e-mail: gaivanova@ksc.krasn.ru

Проведен мониторинг воздействия пожаров разной интенсивности на компоненты экосистемы сосняков Средней Сибири. Получены экспериментальные данные по параметрам горения, изменению биомассы, воздействию пожаров на древостой и нижние яруса растительности, трансформации свойств почв, микробоценозов и почвенных беспозвоночных после пожаров в зависимости от их интенсивности.

Ключевые слова: лесной пожар, интенсивность пожара, компоненты экосистемы, сосняки, Средняя Сибирь.

MONITORING EFFECTS OF FIRE ON ECOSYSTEM COMPONENTS OF SCOTCH PINE FORESTS OF CENTRAL SIBERIA

Galina A. Ivanova

V.N. Sukachev Institute of Forest SB RAS, 660036, Krasnoyarsk, Akademgorodok 21-120, leader researcher, department of forest fire, PhD, tel. (391)2495429, e-mail: gaivanova@ksc.krasn.ru

Monitoring of forest ecosystem components after varying-intensity fires was carried out in Scotch pine forests of Central Siberia. Remote sensing methods were used to quantify and qualify fire severity in forest areas burned by either controlled or wildfires of varying intensity. We developed experimental information on combustion parameters, amount of changes of biomass, trees and ground living cover, soil properties, soil micro biota and invertebrate depending on fire intensity.

Key words: forest fire, fire intensity, ecosystem components, Scotch pine forest, Central Siberia.

Воздействие лесных пожаров на растительность тесно связано с особенностями лесорастительных условий. Во-первых, лесорастительные условия определяют возможность возникновения, распространение и силу огня, во-вторых, изменение лесной растительности и водно-теплого режима почв в результате пожара также зависит от условий произрастания (Попов, 1982). В настоящее время существует целый ряд различных моделей для описания отдельных последствий пожаров для североамериканских лесов (Ryan and Reinhardt, 1988; Keane et al., 1989, 1998; Reinhardt et al., 2001 и др.). Для российских лесов также разработаны модели отпада деревьев после пожаров (Воинов, Софронов, 1976). Стадии послепожарного лесовосстановления приведены в работах Л.В. Попова (1982), С.Н. Санникова (1973, 1992), В.В. Фурьева и Д.М. Киреева (1979).

Необходимо разделять последствия, возникающие непосредственно в процессе горения – последствия пожара первого порядка, и проявившиеся после пожара через какой-то период времени – последствия пожара второго порядка. Последствия пожаров первого порядка возникают во время горения или сразу после него. Это результат непосредственного теплового воздействия процесса горения на компоненты лесных экосистем. К ним можно отнести сгорание биомассы, ожоги или гибель растений или животных, нагрев почвы и гибель почвенной флоры и фауны. Последствия пожаров второго порядка – это последствия, возникающие после пожара в течение более длительного периода времени (дни, месяцы, годы). К ним относятся: трансформация почвы, почвенной фауны и флоры, отпад деревьев, накопление биомассы, послепожарная сукцессия (Reinhardt et al., 2001).

Вполне понятно, что естественные лесные пожары, возникающие от неизвестных источников возгорания и стихийно распространяющиеся по территории, не могут служить базой для оценки и моделирования последствий. Параметры их неизвестны, об их интенсивности можно судить лишь по косвенным показателям. Экологические последствия таких пожаров трудно сопоставимы с параметрами огневого воздействия и также классифицируются по косвенным показателям. В этом случае параметры пирогенного воздействия можно получить экспериментально при моделировании поведения пожаров и последующего мониторинга сукцессии.

Впервые в России в рамках российско-американского проекта в 2000 - 2003 гг. была проведена серия крупномасштабных экспериментов по моделированию поведения лесных пожаров на 13 участках площадью 4 га в сосняках Красноярского края при различных погодных условиях. Во всех случаях пожары низовые, разной интенсивности, репрезентативные для сосняков Средней Сибири. Проведение экспериментов по моделированию пожаров разной интенсивности в среднетаежных и южнотаежных сосняках позволило получить параметры поведения пожара, что, в отличие от наблюдений на гарях, имеет точные данные о глубине прогорания, количестве сгоревших материалов, запасах и структуре живого напочвенного покрова. Кроме того, получены данные о состоянии компонентов экосистемы сосняков до пожаров и сразу после их воздействия.

В среднетаежных и южнотаежных сосняках, где проводились эксперименты по моделированию поведения пожаров, был заложен долговременный эксперимент по исследованию воздействия пожаров на отдельные компоненты экосистемы. В последнее десятилетие осуществляется мониторинг устойчивости и восстановления компонентов экосистемы после воздействия пожаров разной интенсивности с известными параметрами их поведения.

Мы попытались оценить последствия воздействия пожаров разной интенсивности на экосистему в сосняках. Анализ данных по последствиям пожаров включал в себя:

- Допожарные характеристики (состояние компонентов экосистемы, в том числе структура и биомасса древостоя и напочвенного покрова);

- Параметры пожара, необходимые для оценки его воздействия на компоненты экосистемы (скорость распространения кромки, глубина прогорания, интенсивность пожара, температура пламени);
- Последствия, возникшие непосредственно в процессе горения (термическое воздействие на деревья, количество сгоревшей биомассы, нагрев почвы, гибель почвенных животных и микроорганизмов и т.п.);
- Последствия, возникшие через какой-то промежуток времени (трансформация физико-экологических свойств почвы, почвенной фауны и флоры, отпад деревьев, накопление биомассы, послепожарная сукцессия).

Последствия возникающие во время пожара определяются допожарными условиями, влияющими на состояние горючих материалов, метеоусловиями и самим процессом горения. Сгорание биомассы напочвенного покрова во время пожара – это одно из важных последствий, возникающих во время пожара, так как оно определяет ряд других последствий. Так сгорание подстилки вызывает огневые или тепловые повреждения камбия ствола и корней и является причиной отпада деревьев. Сгорающая биомасса является источником теплоты, образующейся при горении, и вызывает нагревание почвы. Степень нагрева почвы определяет гибель почвенной флоры и фауны, определяет начальный этап послепожарной сукцессии.

Направленность послепожарного восстановления лесов во многом зависит от начального этапа, который определяется степенью повреждения лесной экосистемы, характером заселения освободившихся территорий, составом и сложением инициальных сообществ. На начальных этапах лесовосстановления более четкими индикаторами как лесорастительных условий, так и сукцессионных рядов являются виды растений нижних ярусов. Однако скорость и темпы сукцессионных процессов на прогоревших участках могут существенно различаться не только в пределах лесных формаций, но и отдельных экотопов (Иванова и др., 2002; Ковалева и др., 2011).

Экологическая неоднородность нижних ярусов растительности, мало проявляется в послепожарных сукцессиях и приводит к частичной или полной смене напочвенного покрова и создает типологическое разнообразие вариантов зарастания прогоревших участков. После пожаров, независимо от их интенсивности, мохово-лишайниковый покров в сосняках полностью деградирует от пирогенного воздействия уже в первый год после пожара. Степень повреждения почвенно-растительного покрова определяет на начальном этапе сукцессионного процесса формирование видového разнообразия и структуры растительного покрова. Послепожарное формирование напочвенного покрова также детерминировано структурой нижних ярусов исходного (допожарного) типа. В первый год низовые пожары независимо от их интенсивности приводят к снижению проективного покрытия и фитомассы живого напочвенного покрова.

Высокоинтенсивные пожары (> 4000 кВт/м) в сосняках кустарниково-лишайниково-зеленомошных, при которых повреждается эдификатор, приводят к значительному нарушению живого напочвенного покрова, изменяя его

структуру, образуя мелкоконтурные микроассоциации. Ведущая роль в структуризации напочвенного покрова принадлежит виду эксплеренту (*Calamagrostis arundinacea*). В тоже время, проективное покрытие и фитомасса напочвенного покрова за 8-летний период наблюдений еще не восстановились до допожарного уровня. При пожарах средней (от 2001 до 4000 кВт/м) и низкой (менее 2000 кВт/м) интенсивности, когда повреждения травяно-кустарничкового яруса незначительны, дальнейшее его восстановление происходит в прежних границах допожарных микроассоциаций с постепенным восстановлением зеленых мхов. Доминантные кустарнички (*Vaccinium vitis-idaea*, *V. myrtillus*) восстанавливают свое проективное покрытие к 6—8 годам. На данном этапе сукцессионного процесса лишайниковый покров еще не восстановился.

Отпад деревьев после пожаров в среднетаежных и южнотаежных сосняках происходит в первые два-три года и определяется интенсивностью пирогенного воздействия. При этом на первый год приходится до 90% всех отпавших деревьев после пожаров высокой интенсивности и до 75 и 70% – при средней и низкой. В последующие годы величина отпада деревьев значительно снижается. Отпад деревьев составил 71.1 – 89.3% от числа живых деревьев до пожара при высокой интенсивности горения, и 14.3 и 8.2%, соответственно, при средней и низкой. Наибольший отпад приходится на деревья, диаметром 10 см и менее. Величина послепожарного отпада деревьев в сосняках в зависимости от интенсивности пожара аппроксимируется уравнением экспоненциальной функции: $y = 3,8272 e^{0,0004x}$ ($R^2 = 0,84$), которое может быть использовано при прогнозе отпада деревьев после пожаров разной интенсивности.

Процесс накопления биомассы после пожаров в сосняках также зависит от интенсивности горения, определяющей степень воздействия на компоненты экосистемы. Пожары высокой интенсивности обуславливают значительное снижение (на 44-62%) запасов напочвенного покрова сосняков. После пожаров низкой интенсивности снижение живой надземной биомассы составило до 14%, а после высокой интенсивности – до 70% от ее количества до пожара. По мере отпада деревьев происходит накопление запасов опада, подстилки, ветвей и валежа. Биомасса на поверхности почвы в сосновых насаждениях, пройденных пожарами низкой интенсивности, восстанавливается за 2-3 года, а после высокоинтенсивного пожара через 8 лет достигает лишь 66% от ее количества до пожара.

Мониторинг воздействия пожаров на свойства почвы, комплексы почвенных беспозвоночных и микробоценозы в сосняках показал, что глубина их трансформации зависит от интенсивности пирогенного воздействия, обуславливая в будущем активность процессов восстановления. Установлено, что через восемь лет лишь некоторые показатели достигли уровня контроля (Богородская и др., 2010, 2011; Тарасов и др., 2011).

Таким образом, в результате мониторинга воздействия пожаров разной интенсивности с известными параметрами на компоненты экосистемы сосняков получены экспериментальные данные по изменению биомассы и отпаду деревьев, трансформации живого напочвенного покрова, свойств почв,

комплексов почвенных беспозвоночных и микробоценозов. Отклик компонентов экосистемы сосняков на воздействие пожаров определяется интенсивностью пирогенного воздействия. Полученные данные могут быть использованы при оценке экологического ущерба от лесных пожаров в лесах Сибири.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Богородская А.В., Краснощекова Е.Н., Безкоровайная И.Н., Иванова Г.А. Послепожарная трансформация микробоценозов и комплексов беспозвоночных в почвах сосняков Центральной Сибири // Сибирский экологический журнал, 2010, №6, с. 893-901.
2. Богородская А.В., Иванова Г.А., Тарасов П.А. Послепожарная трансформация микробных комплексов почв лиственничников Нижнего Приангарья // Почвоведение, 2011, №1, с. 56-63.
3. Воинов Г.С., Софронов М.А. Прогнозирование отпада в древостоях после низовых пожаров // Современные исследования типологии и пирологии леса.— Архангельск: АИЛиЛх.—1976.—С.115-121.
4. Иванова Г.А., Перевозникова В.Д., Иванов В.А. Трансформация нижних ярусов лесной растительности после низовых пожаров // Лесоведение.—2002.—№ 2.—С.—30-35.
5. Ковалева Н.М., Иванова Г.А., Кукавская Е.А. Восстановление напочвенного покрова после низовых пожаров в среднетаежных сосняках // Лесоведение. 2011. №5. С.30-35.
6. Попов Л.В. Южнотаежные леса Сибири.—Иркутск: Изд-во Иркутского ун-та.—1982.—330 с.
7. Санников С.Н. Лесные пожары как эволюционно-экологический фактор возобновления популяций сосны в Зауралье // Горение и пожары в лесу / Материалы совещания.—Красноярск: ИЛИД СО АН СССР.—1973.—С.236-277.
8. Санников С.Н. Лесные пожары как фактор преобразования структуры, возобновления и эволюции биогеоценозов // Экология.—1981.—№6.—С.24-33.
9. Тарасов П.А., Иванов В.А., Иванова Г.А., Краснощекова Е.Н. Постпирогенные изменения гидротермических параметров почв среднетаежных сосняков // Почвоведение, 2011, № 7, с. 795-803.
10. Фурьев В.В., Киреев Д.М. Изучение послепожарной динамики лесов на ландшафтной основе.—Новосибирск: Наука.—1979.—160 с.
11. Keane R.E., Arno S.F., Brown J.K. FIRESUM—an ecological process model for fire succession in western conifer forests. USDA Forest Service, General Technical Report INT-266. Ogden. UT.—1989.—76 pp.
12. Keane R.E., Ryan K.C., Finney M.A. Simulating the consequences of fire and climate regimes on a complex landscape in Glacier National Park, Montana. Tall Timbers Proceedings 2. — 1998.—Pp.310-324.
13. Reinhard E.D., Keane R.E., Brown J.K. Modeling fire effects // Wildland Fire.—2001.—Vol. 10.—N3-4.—Pp.373-380.
14. Ryan K.C., Reinhardt E.D. Predicting post-fire mortality of seven western conifers // Canadian Journal of Forest Research.—1988.—N.18.—Pp.1291-1297.

ОТПАД ДЕРЕВЬЕВ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ПОЖАРОВ В СОСНЯКАХ НИЖНЕГО ПРИАНГАРЬЯ

Сергей Викторович Жила

Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, 660036, г. Красноярск, Академгородок, 50/28, младший научный сотрудник лаборатории лесной пирологии, e-mail: getgain@mail.ru

В статье рассмотрены особенности отпада деревьев под воздействием пожара в сосняках Нижнего Приангарья. Основной отпад деревьев приходится на первые два-три года после пожара.

Ключевые слова: отпад деревьев, сосняки, пожар, интенсивность пожара, фитомасса.

THE TREE MORTALITY UNDER THE INFLUENCE OF FIRE SEVERITY IN SCOTS PINE FORESTS OF LOWER ANGARA REGION

Sergey V. Zhila

V.N. Sukachev Institute of Forest SB RAS, Academgorodok 50/28, Krasnoayrsk 660036, junior research associate of laboratory of forest fires, e-mail: getgain@mail.ru

The article describes the specifics of tree mortality under the influence of fire severity in Scots pine forests of Lower Angara region. It is found that the tree mortality to be the highest during the first two-three years following fire.

Key words: tree mortality, Scots pine forests, fire, fireline intensity, phytomass.

Введение

В настоящее время в России ежегодно возникают десятки тысяч лесных пожаров, площадь которых достигает миллионы гектар. Глобальное изменение климата может привести к увеличению частоты лесных пожаров, расширению области их распространения и, как следствие, к долгосрочной деградации лесорастительных условий (Kasischke et al., 1995; Stocks et al., 2002; Le Goff et al., 2008). Повреждения насаждений пожарами весьма многообразные, они включают образование нагара и подсушин, снижение прироста древесины и продуктивности древостоя и, весьма часто, заселение поврежденных деревьев энтомофитовредителями с последующим снижением товарного качества древесины. Наиболее существенным признаком повреждения древостоя является отпад деревьев (Исаев, Уткин, 1963). В зависимости от степени повреждения древостоя и его состава процесс распада имеет различную длительность по времени (Войнов, Софронов 1976). Светлохвойные насаждения составляют до 90 % от площади всех хвойных лесов Нижнего Приангарья (Жуков и др., 1969). До 60 % от общего количества лесных пожаров приходится на сосновые леса (Korovin, 1996).

Целью данного исследования являлась оценка степени отпада деревьев под воздействием пожаров разной интенсивности в сосновых насаждениях Нижнего Приангарья.

Объекты и методика

Исследования проведены в южнотаежных сосняках, репрезентативных для лесов Нижнего Приангарья, сформированных на дерново-глубокоподзолистых почвах. Экспериментальные участки для натурно-модельных выжиганий площадью 4 га заложены в бассейна р. Ангары (58° 35' с.ш. и 98° 55' в.д.). Лесоводственно-таксационная характеристика участков приведена в таблице 1.

Таблица 1. Лесоводственно-таксационная характеристика сосняков на экспериментальных участках

Номер участка	Тип леса	Состав, возраст	Д ср, см	Н ср, м	Полнота	Число стволов шт/га	Подрост, тыс. экз./га
1	Лишайниково-зеленомошный	10С (90)	24,0	18,5	0.9	384	72
2	Лишайниково-зеленомошный	10С (90)	26,1	22,0	0.7	354	41
3	Ольховниково-бруснично-зеленомошный	10С + Л (100)	32,0	21,8	0.6	250	20
4	Разнотравно-зеленомошный	10С + Л ед. Ос (120)	28,0	22,0	0.8	270	27

Сосняки лишайниково-зеленомошные занимают плоскую ровную ступень склона, пройдены пожаром более 80 лет назад (в 1922 году). Поверхность участков с хорошо выраженным рельефом. Локальный рельеф образован старыми вывалами и небольшим количеством валежа разной степени деструкции. Подлесок представлен ивой козьей, шиповником и рябиной. В напочвенном покрове преобладает бруснично-зеленомошно-лишайниковая растительность. Проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса зависит от сомкнутости и варьирует от 30 до 80 %, с доминированием брусники, черники и багульника. Моховой покров до 100 %, с преобладанием *Pleurozium schreberi*. Проективное покрытие лишайников – 40 %, с доминированием лишайников разных видов рода *Cladonia rangiferina*.

Сосняки разнотравно-зеленомошные занимают пологий склон, пройдены пожаром более 60 лет назад (в 1948 году). Поверхность участков ровная, микрорельеф не выражен, локальный рельеф образован в основном старыми вывалами и древесным валежом. Подлесок густой с полнотой 0.8-0.9, образует ярус высотой в среднем до 3.5 м, доминирует ольховник, единично рябина, ива козья, жимолость, шиповник, спирея. В травяно-кустарничковом ярусе доминирует мелкотравье. Моховой покров хорошо развит, высота 5-7 см, общее проективное покрытие до 100 %, доминирует *Pleurozium schreberi*. Проективное покрытие лишайников – менее 1 % с преобладанием *Cladonia rangiferina*.

Оценка отпада деревьев проводилась по методике, основанной на методе квадратов исходящих из одной центральной точки (Cottam, Curtis, 1956; Conard et al., 2004). На каждом экспериментальном участке была заложена сеть базовых точек 25 x 25 м. На каждой точке брали по четыре дерева расположенных вблизи точки. У каждого выбранного дерева замеряли высоту, диаметр на высоте 1.3 м, высоту до живой кроны, а также высоту нагара, степень пожелтения крон и их жизнеспособность, а также степень заселения насекомыми.

В 2002-2003 гг. в рамках российско-американского проекта на сосновых участках были проведены эксперименты по натурному моделированию поведения пожара. Эксперимент представлял собой контролируемое выжигание, при котором кромка горения распространялась по ветру. Во время эксперимента использовали стандартные методики измерения скорости распространения пожара и его тепловых характеристик (McRae et al., 1979; Blank, Simard, 1983). Интенсивность пожара определялась исходя из теплотворной способности горючего материала, сгоревшего запаса и скорости распространения кромки огня (Вуган, 1959). На экспериментальных участках развились низовые пожары разной интенсивности, которые характерны для светлехвойных насаждений Средней Сибири. На участке № 2 наблюдался высокоинтенсивный низовой пожар с переходом в верховой (табл. 2).

Ежегодно после экспериментов проводился пересчет деревьев. Отпад деревьев определялся в % от их общего числа на участке.

Результаты исследования

Анализ отпада деревьев до пожара показал, что в сосняках естественный отпад деревьев не превышает 10 % от их общего количества (табл. 2). После воздействия пожара низкой и средней интенсивности отпад деревьев варьировал от 5 до 9 % в первый год, тогда как после высокоинтенсивного он достигал 55 %. В последующие годы отпад деревьев увеличился и спустя три года был равен 17-22 % при пожаре низкой и средней интенсивности, при высокоинтенсивном пожаре этот показатель составил 62 %. На первые два-три года после пожаров приходится основной отпад деревьев.

Таблица 2. Отпад деревьев в сосняках, % от общего числа деревьев

Номер участка	Интенсивность пожара, (кВт/м)*	До пожара	Время после пожара, лет				
			1	2	3	4	5
1	Средняя (3195)	5	9	20	22	22	22
2	Высокая (4876)	10	55	62	62	62	62
3	Низкая (868)	3	8	12	15	16	17
4	Низкая (924)	2	5	11	11	11	11

* по McRae et al., 2006

Распределение отпада деревьев по ступеням толщины на третий год после пожара приведены на рисунке 1. Основной отпад деревьев в сосняках приходился на 12 и 20 см ступени толщины.

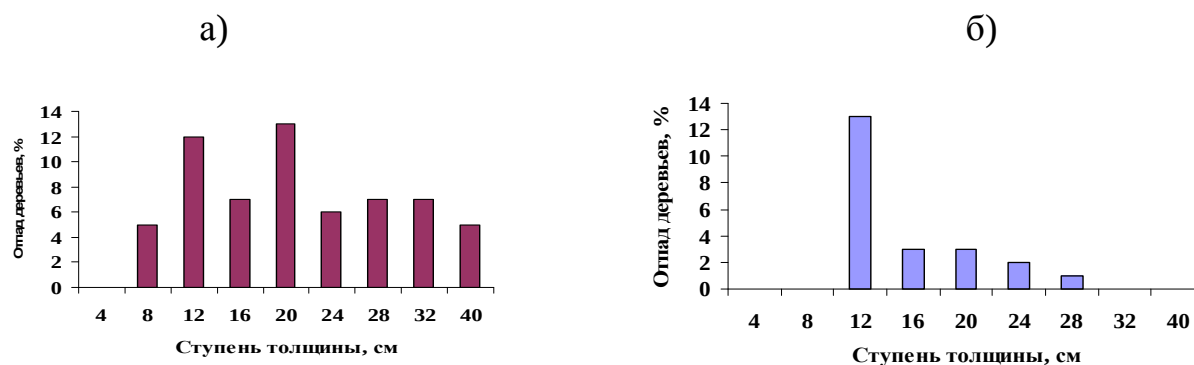


Рис. 1. Отпад деревьев по ступеням толщины, (%) после пожаров высокой (а) и средней (б) интенсивности

Заклучение

В сосняках Нижнего Приангарья естественный отпад деревьев варьирует от 2 до 10 %. После пирогенного воздействия отпад деревьев составил от 11 до 17 % при низкоинтенсивном, до 22 % при среднеинтенсивном и до 62 % при высокоинтенсивном пожарах. Основной отпад деревьев приходится на первые два-три года после пожара.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Войнов Г.С., Софронов М.А. Прогнозирование отпада в древостое после низовых пожаров // Современные исследования типологии и пирологии леса. - Архангельск: изд-во Архангельского института леса и лесохимии, 1976. - С. 115 - 121.
2. Жуков А.Б., Коротков И.А., Кутафьев В.П., Назимова Д.И., Савин С.П., Черепникова Ю.С. Леса Красноярского Края // Леса СССР. - М.: Наука, 1969. - С. 248 - 320.
3. Иванова Г.А. Зонально-экологические особенности лесных пожаров в сосняках Средней Сибири // Автореферат на соискание ученой степени доктора биологических наук, Красноярск, Институт леса СО РАН, 2005. - 40 с.
4. Исаев А.С., Уткин А.И. Низовые пожары в лиственных лесах Восточной Сибири и значение стволовых вредителей в послепожарном состоянии древостоя // Защита лесов Сибири от насекомых вредителей. - М.: Изд-во АН СССР. - 1963. - С. 34 - 58.
5. Blank R.W., Simard A.J. An Electronic Timer for Measuring Spread Rates of Wildland Fires. USDA FS, North Central For. Exp. Sta., St. Pauls, MN, Res. Note NC-304. - 1983.
6. Byram, G.M. Forest fire control and use // New York, Toronto, London, McGraw-Hill Book Co. - 1959. - P. 61 - 89.
7. Conard S.G., Tsvetkov P.A., Ivanova G.A., McRae D.J. Impacts of Fire Severity and Fire Behavior on Mortality of *Pinus sylvestris* in Pine Forests of Central Siberia // Climate Disturbance Interactions in Boreal Forest Ecosystems, IBFRA 12-th Annual Scientific Conference 3-6 May 2004, Alaska, USA. - 2004. - 54 p.
8. Cottam G., Curtis J.T. The use of distance measures in phytosociological sampling // Ecol. - 1956. - № 37. - P 451 - 460.
9. Kasischke E.S., Christensen N.L., Stocks B.J. Fire, global warming, and the carbon balance of boreal forests. Ecol. Appl. - 1995. - Vol. 5. - P. 437 - 451.
10. Korovin G.N. Analysis of the Distribution of Forest Fires in Russia // Fire in Ecosystems of Boreal Eurasia. Dordrecht / Boston / London: Kluwer Academic Publishers. - 1996. - P. 112 - 128.
11. Le Goff H., Girardin M.P., Flannigan M.D., Bergeron Y. Dendroclimatic inference of wildfire activity in Quebec over the 20th century and implications for natural disturbance-based

forest management at the northern limit of the commercial forest // International Journal of Wildland Fire. - 2008. - № 17. – P. 348 – 362.

12. McRae D.J., Alexander M.E, Stocks B.J. Measurement and description of fuels and fire behavior on prescribed burns: a hand-book // Rep. O-X-287. – Sault Ste. Marie, Ontario: Environ. Can., Can. For. Serv., Great Lakes For. Res. Cent., - 1979. – 44 p.

13. McRae D.J. Variability of Fire Behavior Fire Effects and Emissions in Scotch Pine Forests of Central Siberia // Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change, 2006 - Vol. 11 №1. – P. 45 - 74.

14. Stocks B.J., Mason J.A., Todd J.B., Bosch E.M., Wotton B.M. Future Area Burned in Canada // Climatic Change. – 2002. - № 72. – P. 1 – 16.

© *C.B. Жила*, 2012

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РЕЛЬЕФА НА ПОЧВЕННО-РАСТИТЕЛЬНЫЙ ПОКРОВ

Наталья Владимировна Гопп

Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, 630099, г. Новосибирск, ул. Советская, 18, кандидат биологических наук, младший научный сотрудник, тел. 8 (383) 222-76-36, e-mail: natalia.gopp@gmail.com

Отмечена значительная роль морфометрических характеристик рельефа и параметров растительных сообществ в почвообразовании. Сделан вывод, что параметры рельефа являются наилучшими характеристиками, по которым можно экстраполировать результаты исследований и составлять различные тематические карты.

Ключевые слова: дистанционное зондирование Земли, почвоведение, геоморфология.

RESEARCH OF INFLUENCE OF A RELIEF ON A SOIL AND VEGETATION COVER

Natalya V. Gopp

Institute of Soil Science and Agrochemistry SB RAS, 18 Sovetskaya Str., Novosibirsk, 630099, Ph.D., research associate, tel. 8 (383) 222-76-36, e-mail: natalia.gopp@gmail.com

Considerable role of morphometric characteristics of a relief and parameters of vegetation in soil formation has been shown. The conclusion has been drawn, that relief parameters are the best characteristics by which it is possible to interpolate results of researches and to make various thematic maps.

Key words: remote sensing, soil science, geomorphology.

Анализ зависимостей между морфометрическими параметрами рельефа и количественными характеристиками почвенно-растительного покрова необходим для пространственного прогнозирования изучаемых параметров почвенно-растительного покрова. Морфометрические параметры рельефа, рассчитываемые по матрицам высот поверхности Земли, служат в качестве основы для прогнозирования, но только после установления тесной связи с параметрами почв и растительности.

В исследованиях Шарой и др. [2009] сделан вывод, что характеристики рельефа являются ведущими предикторами целого ряда характеристик лесных экосистем, так например, обнаружена тесная связь морфометрических величин рельефа с запасами древесины и запасами влаги в 50-сантиметровом слое почвы. Рассматриваемый в работе [Shary et al., 2002] расширенный набор 18-ти базовых морфометрических величин и подробное описание сопутствующих процессов в ландшафте приводит к выводу, что параметры рельефа являются наилучшими стабильными характеристиками (инвариантами), по которым можно интерполировать результаты исследований. Эти параметры рельефа доступны измерению или расчету по матрицам высот в программе «Аналитическая ГИС Эко» [Shary, 2006].

Объекты и методы исследования

Объектами исследования послужили различные типы и подтипы почв из отдела альфегумусовых и железисто-метаморфических (дерново-подбур иллювиально железистый, подбур глееватый, подбур грубогумусированный, дерново-подбур глееватый, ржавозем грубогумусированный), а также параметры растительности и рельефа Джулукульской котловины (Республика Алтай, Улаганский район, табл.1).

Алгоритмы расчета локальных морфометрических величин по матрицам высот поверхности Земли (Shuttle Radar Topography Mission, разрешение 90 м) описаны в работе [Shary et al., 2002]. Расчет NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) проводился по снимку SPOT 4 (разрешение 20 м).

Результаты и обсуждение

Расчет основных морфометрических параметров рельефа по матрицам высот поверхности Земли позволяет разделить земную поверхность на площадные элементы или контуры в пределах которых проводится анализ взаимосвязей с характеристиками почвенно-растительного покрова (табл.1).

Таблица 1. Коэффициенты корреляции Спирмана (r_s) между морфометрическими величинами и параметрами почв и растительности.

Параметры почв и растительности (n=25)	Параметры рельефа (Морфометрические величины)					
	MCA*	F	Z	kmax**	kh*	GA*
Содержание орг. углерода ($C_{орг}$)	НЗ	- 0,49 $p < 0,05$	НЗ	НЗ	НЗ	НЗ
Реакция почвенного раствора	НЗ	НЗ	- 0,48 $p < 0,05$	НЗ	НЗ	НЗ
Гидролитическая кислотность	НЗ	НЗ	0,41 $p < 0,05$	НЗ	НЗ	НЗ
Насыщенность основаниями	НЗ	НЗ	НЗ	НЗ	НЗ	НЗ
Содержание подв. железа	0,76 $p < 0,00001$	НЗ	НЗ	- 0,56 $p < 0,01$	- 0,55 $p < 0,01$	- 0,47 $p < 0,05$
Физ. глина	0,86 $p < 0,000001$	НЗ	- 0,44 $p < 0,05$	- 0,63 $p < 0,001$	- 0,60 $p < 0,01$	- 0,55 $p < 0,01$
Физ. песок	- 0,70 $p < 0,0001$	НЗ	НЗ	0,48 $p < 0,05$	0,46 $p < 0,05$	НЗ
Мощность верхнего горизонта	НЗ	0,54 $p < 0,01$	НЗ	НЗ	НЗ	НЗ
Влажность	0,69 $p < 0,01$	НЗ	- 0,77 $p < 0,01$	НЗ	НЗ	- 0,54 $p < 0,01$
Запасы надземной фитомассы	НЗ	- 0,63 $p < 0,001$	- 0,53 $p < 0,01$	НЗ	НЗ	НЗ
NDVI	0,46 $p < 0,05$	НЗ	НЗ	НЗ	НЗ	НЗ

Условные обозначения: * – величины описывающие поверхностный сток; ** – величины описывающие геометрические форм; MCA – максимальная площадь сбора; F, % (склонение 35^0 , азимут 180) – освещенность; Z – высота; kmax – максимальная кривизна; kh – горизонтальная кривизна; GA – крутизна склонов; НЗ – незначимое значение; p – уровень значимости; n – количество почвенных проб.

Проведенный анализ зависимости между освещенностью склонов и содержанием $C_{орг}$ выявил обратную корреляционную связь ($r_s = -0,49$, $p < 0,05$). Вероятно, это связано с влиянием освещенности на скорость протекания биохимических реакций, посредством большего (равномерного) прогрева склонов с повышенной освещенностью, следствием чего является интенсивная минерализация органических остатков и формирование более мощного гумусово-аккумулятивного горизонта, по сравнению с менее освещенными склонами. Направление связи указывает на то, что с увеличением освещенности снижается содержание $C_{орг}$. Зависимость установленная между освещенностью и мощностью верхних горизонтов почв ($r_s = 0,56$, $p < 0,01$) подтверждает это предположение, т.е. чем выше освещенность тем больше мощность верхнего горизонта. На участках с освещенностью $< 50\%$ минерализация протекает менее активно и в основном в верхнем 10-ти сантиметровом слое, где остается очень много не разложенных растительных остатков, которые обуславливают увеличение содержания органического углерода, но не способствуют формированию мощного гумусового горизонта, вероятно, из-за пониженной температуры нижележащих горизонтов, которые формируются под влиянием мерзлоты.

Наличие слабой обратной корреляции между высотой и кислотностью почвенного раствора ($r_s = -0,48$, $p < 0,05$), вероятно, свидетельствует о том, что при отсутствии свободной углекислой извести в почвообразующих породах, незначительные количества кальция поступающие в почву из растительного опада легко выщелачиваются с повышенных элементов рельефа в весенний или осенний период, или сразу включаются в биологический круговорот, вызывая тем самым накопление не нейтрализованных кальцием свободных кислот, которые непрерывно образуются в почве при протекающих в ней биохимических процессах, что способствует смещению реакции почвенного раствора в кислую сторону.

Прямая средняя корреляция между высотой и гидролитической кислотностью ($r_s = 0,41$, $p < 0,05$) говорит о том, что концентрация поглощенных ионов водорода (H^+) повышена на возвышенностях и склоновых участках, что вероятно можно связать с обедненностью почв кальцием и другими основаниями, вступающими в реакции замещения с ионами водорода и легко выщелачиваемыми водой в весенний и осенний периоды с повышенных элементов рельефа.

Установлена корреляция между содержанием подвижного железа и площадью максимального сбора ($r_s = 0,76$, $p < 0,00001$), что объясняется не только выносом железа с поверхностным и внутрипочвенным стоком и накоплением его в местах с большими значениями МСА, но и корреляцией с содержанием физической глины. Обратная корреляция содержания подвижного железа с максимальной кривизной ($r_s = -0,56$, $p < 0,01$) подтверждает это предположение т.е. при приближении к гребням содержание железа соответственно снижается. Обратная корреляция содержания подвижного железа с горизонтальной кривизной ($r_s = -0,55$, $p < 0,01$) подтверждает, что на выпуклых отрогах содержание железа снижается. Обратная средняя корреляция

содержания подвижного железа с крутизной склонов ($r_s = -0,47$, $p < 0,05$) говорит о снижении содержания подвижного железа на крутых склонах, вероятно в результате выноса в пониженные элементы рельефа. Таким образом, содержание подвижного железа коррелирует с морфометрическими величинами, описывающими как поверхностный сток, так и с величинами, описывающими геометрические формы.

Установлена корреляция между содержанием физической глины и площадью максимального сбора ($r_s = 0,86$, $p < 0,000001$), что говорит об увеличении содержания физической глины в депрессиях, где значения МСА наибольшие. Обратная средняя корреляция физической глины с высотой ($r_s = -0,44$, $p < 0,05$) говорит о не явном уменьшении содержания глины при увеличении высоты. Обратная средняя корреляция физической глины с максимальной кривизной ($r_s = -0,63$, $p < 0,001$) подтверждает это предположение т.е. при приближении к гребням содержание физической глины снижается. Обратная корреляция содержания физической глины с горизонтальной кривизной ($r_s = -0,55$, $p < 0,01$) подтверждает, что на выпуклых отрогах содержание ее снижается. В целом, рассматривая корреляцию между морфометрическими величинами, содержанием подвижного железа, и физической глины обнаруживается, что подвижное железо и физическая глина коррелируют с одними и теми же величинами, что возможно связано с одинаковыми механизмами их перераспределения по элементам рельефа, главная роль при этом отводится поверхностному и внутрипочвенному стоку.

Содержание физического песка коррелирует с площадью максимального сбора (МСА) в обратной последовательности по сравнению с физической глиной. Установленная обратная корреляция между содержанием физической песка и площадью максимального сбора ($r_s = -0,70$, $p < 0,0001$), говорит об уменьшении содержания физического песка в депрессиях, где значения МСА наибольшие. Средняя сила корреляционной связи между физическим песком и максимальной кривизной ($r_s = 0,48$, $p < 0,05$) подтверждает вывод сделанный для МСА. Корреляция между содержанием физического песка и горизонтальной кривизной ($r_s = -0,55$, $p < 0,01$) подтверждает, что на выпуклых отрогах содержание песка увеличивается. Установленные зависимости позволяют сделать вывод о том, что фракции физического песка в силу своей большей размерности менее подвержены поверхностному и внутрипочвенному перераспределению, чем фракции физической глины.

Аналитические и статистические данные показывают, что влажность почв увеличивается соответственно увеличению площади максимального сбора МСА ($r_s = 0,69$, $p < 0,01$), которая описывает поверхностный сток, т.е. пониженные участки характеризуются повышенным содержанием влаги в почве, а повышенные меньшим. Как показывают данные проведенных полевых исследований связано это не только с поверхностным стоком, но и с наличием островной мерзлоты в срединных горизонтах и почвообразующих породах и с неглубоким залеганием грунтовых вод в депрессиях.

Обратная корреляция наблюдается между запасами надземной фитомассы и освещенностью F ($r_s = -0,63$, $p < 0,001$), что говорит о том, что чем больше

освещенность, тем запасы фитомассы снижаются, вероятно это связано с недостатком влаги, в результате ее увеличенной испаряемости с поверхности почвы, которую вызывает повышенная освещенность. Обратная корреляция наблюдается между запасами надземной фитомассы и высотой Z ($r_s = -0,53$, $p < 0,01$), т.е. запасы фитомассы снижаются с увеличением высоты, где в сочетании с повышенной освещенностью и уменьшением содержания влаги в почве происходит снижение запасов надземной фитомассы.

Средняя корреляция между MCA и NDVI ($r_s = 0,46$ $p < 0,05$) говорит об увеличении значений NDVI в депрессиях, где наблюдается повышенное содержание влаги в почве, которая способствует формированию больших запасов надземной фитомассы растительных сообществ, которые тесно связаны со значениями NDVI.

Выводы

Установлено, что из 6 параметров рельефа, наибольшее влияние на свойства почв оказывают: площадь максимального сбора, освещенность, высота, максимальная кривизна.

На параметры растительного покрова наибольшее влияние оказывают: высота, освещенность, площадь максимального сбора.

Таким образом, параметры рельефа влияют на свойства почв и растительности опосредованно, через регулирование факторов среды. Для каждого параметра рельефа характерен свой спектр влияния на почвенно-растительный покров. Для Джулукульской котловины максимальная контрастность процессов сноса и аккумуляции, как функции от действия сил гравитации, обуславливается грядово-холмистым и гривисто-западинным рельефом. По мере удаления от областей сноса (холмы, средневыпуклые седловины) и приближения к зонам аккумуляции (депрессии, средневогнутые седловины) наблюдается изменение физико-химических параметров почв, при совокупном воздействии грунтовых вод в понижениях изменяется соответственно и видовой состав растений на мезофильные и гигрофильные виды.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шарая Л.С., Шарый П.А. Изучение пространственной организации лесных экосистем с помощью методов геоморфометрии // Экология. – 2011. – №1. – С. 3–10.
2. Shary P.A., Sharaya L.S., Mitusov A.V. Fundamental quantitative methods of land surface analysis // Geoderma. – 2002. – V.107. – N.1–2. – P. 1–32.
3. Personal research website on geomorphometry and applications (2006) [Electronic resource] / Shary P.A. – Режим доступа: www.giseco.info/. – Загл. с экрана.

РЕЗУЛЬТАТЫ ОДНОВРЕМЕННЫХ ИЗМЕРЕНИЙ ПРИЗЕМНЫХ МАССОВЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ СУБМИКРОННОГО АТМОСФЕРНОГО АЭРОЗОЛЯ И АТМОСФЕРНОГО ОЗОНА (ИЗМЕРЕНИЯ 2007–2010 Г.Г.)

Михаил Анатольевич Бизин

Институт химической кинетики и горения СО РАН, 630090, г. Новосибирск, ул. Институтская 3, младший научный сотрудник, тел. (923)223-19-24, e-mail: bizin@kinetics.nsc.ru

Константин Петрович Куценогий

Институт химической кинетики и горения СО РАН, 630090, г. Новосибирск, ул. Институтская 3, доктор физико-математических наук, главный научный сотрудник, тел. (383)333-37-53, e-mail: koutsen@kinetics.nsc.ru

В статье представлены результаты одновременных измерений массовых концентраций атмосферного субмикронного аэрозоля и атмосферного озона в пригороде Новосибирска. Обсуждается поведение полученных кривых и их совместные особенности.

Ключевые слова: атмосферный субмикронный аэрозоль, атмосферный озон, суточный ход, годовая и сезонная изменчивость.

RESULTS OF SIMULTANEOUS MEASUREMENTS OF GROUND MASS CONCENTRATION SUBMICRONIC ATMOSPHERIC AEROSOL AND ATMOSPHERIC OZONE (MEASUREMENTS OF 2007–2010 YEARS)

Mikhail A. Bizin

Institute of chemical kinetics and combustion SB RAS, 630090, Novosibirsk, street Institute 3, the younger research assistant, tel. (923) 223-19-24, e-mail: bizin@kinetics.nsc.ru

Konstantin P. Kutsenogy

Institute of chemical kinetics and combustion SB RAS, 630090, Novosibirsk, street Institute 3, doctor of physical and mathematical sciences, the main research assistant, tel. (383) 333-37-53, e-mail: koutsen@kinetics.nsc.ru

The article introduces results of simultaneous measurements of mass concentration of atmospheric submicronic aerosol and atmospheric ozone in the suburb of Novosibirsk. The behavior of the received curves and their joint features is discussed.

Key words: atmospheric submicronic aerosol, atmospheric ozone, daily course, annual and seasonal variability.

Введение.

Атмосферные аэрозоли (АА) оказывают существенное влияние на различные физические и химические атмосферные процессы. Они оказывают огромное влияние на видимость в атмосфере, процессы радиационного теплообмена, образование облаков и туманов, качество атмосферного воздуха, климат [1-3]. Различные свойства АА определяются концентрацией частиц,

спектром их размеров, химическим составом, а также морфологией частиц. Особую роль АА играет её субмикронная фракция (частицы $d < 1 \mu\text{м}$). При измерении характеристик субмикронной фракции АА постоянно большое внимание уделяется как развитию разнообразных методов определения различных характеристик субмикронных частиц, так и изучению пространственно-временной изменчивости этих характеристик. Существенные результаты по пространственно-временной изменчивости характеристик (счётной и массовой концентрации) субмикронной фракции АА Сибирского региона были получены в последнее два десятилетия [4-6]. Изучение пространственно-временной изменчивости массовой концентрации субмикронной фракции АА в этих исследованиях проводили нефелометрическим методом с использованием нефелометра ФАН-А.

Озон в атмосфере Земли относится к малым газовым составляющим, по отношению к атмосферному воздуху его количество в атмосфере незначительно. Несмотря на малое содержание, озон играет важную роль в физико-химических процессах, развивающихся в атмосфере. Наиболее важным свойством озона является то, что он не пропускает до поверхности Земли излучение короче 290 нм и ограничивает поступление в диапазоне длин волн от 290 до 340 нм. С этой точки зрения озон в земной атмосфере является защитным слоем, предохраняя биосферу Земли от уничтожения биологически активной ультрафиолетовой радиацией, выполняя важнейшую функцию охраны жизни на Земле. В последние годы было обнаружено глобальное уменьшение озона в атмосфере Земли. Изменение озона в стратосфере может привести к заметным изменениям потоков радиации в атмосфере, в том числе и биологически активной ультрафиолетовой радиации Солнца, а также и к изменению распределения температуры воздуха вплоть до подстилающей поверхности, а это может привести к возможным негативным биологическим и экологическим последствиям. В связи с этим, исследование озона в атмосфере Земли является одной из актуальных задач физики атмосферы.

В данной статье приводятся результаты измерений массовых концентраций субмикронного АА и атмосферного озона (АО), полученных в период стационарных измерений 2007-2010 годов, и выявление некоторых закономерностей.

Приборы, место и методика проведения исследований.

Исследования проводились на стационаре института геологии, геофизики и минералогии СО РАН, расположенной вблизи п. Ключи в 30 км от центра Новосибирска. Месторасположение пункта наблюдения относится к категории пригородных территорий. Измерения массовой концентрации субмикронного АА осуществлялись нефелометрическим методом с использованием автоматизированного нефелометра ФАН-А [7]. Массовая концентрация АО измерялась промышленным газоанализатором озона З.02П-А.

В году проводятся 4 серии измерений, по одной на каждый сезон. Одна серия длится 1 календарный месяц, в наиболее характерное для сезона время: зима – с 20 января по 20 февраля, весна – с 20 апреля по 20 мая, лето – с 20 июня по 20 июля, осень – с 20 сентября по 20 октября. Измерения непрерывные

с формированием файлов, где каждая измеряемая величина представляется массивом 20-тиминутных средних значений для дальнейшей статистической обработки.

Результаты.

На рисунке 1 представлены диаграммы среднего суточного хода массовых концентраций субмикронных АА и атмосферного озона за 2009 год. Также на диаграммах штриховыми линиями нанесены средние времена восхода и захода солнца для наглядности наблюдения связи и зависимости поведения измеряемых величин от солнечного излучения. Концентрация субмикронного АА имеет максимумы на границах дня, а в течение дня и ночью концентрация понижается. Концентрация АО ночью падает практически до нуля в некоторые дни, а максимум попадает на середину дня около 15 часов. Коэффициенты корреляции для дневного времени суточного хода каждого сезона - отрицательные, что видно поведению кривых: в середине дня значение массовой концентрации субмикронного аэрозоля имеет минимум, а озона - максимум.

Графики, отображающие весь ход каждой величины в виде среднесуточных значений каждого сезона 2009 года, представлены на рисунке 2. Различие измеряемых компонентов по сезонам представлено в виде графиков коэффициентов корреляции (Рис. 3), где дополнительно несколько значений указаны для города, полученные в городе Новосибирске в районе станции метро «Гагаринская». Левая диаграмма на рисунке 3 отображает коэффициенты корреляции для массивов данных со средними 20-тиминутными значениями. Чтобы убрать составляющую суточного хода, также представлена такая же диаграмма, но коэффициенты корреляции вычислялись из массивов среднесуточных значений (Рис. 3, правая диаграмма). На последнем хорошо видно два выделяющихся сезона: зимний и весенний. Зимой коэффициенты корреляции из года в год имеют довольно высокие отрицательные значения, при этом субмикронные аэрозоли составляет преимущественно антропогенная долгоживущая мелкодисперсная фракция. Весной – высокие положительные значения, и субмикронные аэрозоли разбавляются органическими аэрозолями растительного происхождения, добавляется пыль с земли, влажность увеличивается.

Вероятно, в зимнее время мелкодисперсные субмикронные АА сами по себе препятствуют образованию озона в приземном слое, а также по причине замедления процесса их осаждения на поверхность земли и поднятием на большую высоту. Весной же, за счёт повышенной влажности, происходит укрупнение частиц, которые всё ещё остаются в субмикронном диапазоне, но не могут подняться на большую высоту и меньше препятствуют образованию озона. Также интенсивное весеннее солнечное излучение способствует коагуляции АА за счёт фотохимических реакций.

Заключение.

Полученные данные представлены как есть. Дополнительное сравнение и анализ с использованием климатических условий не проводился.

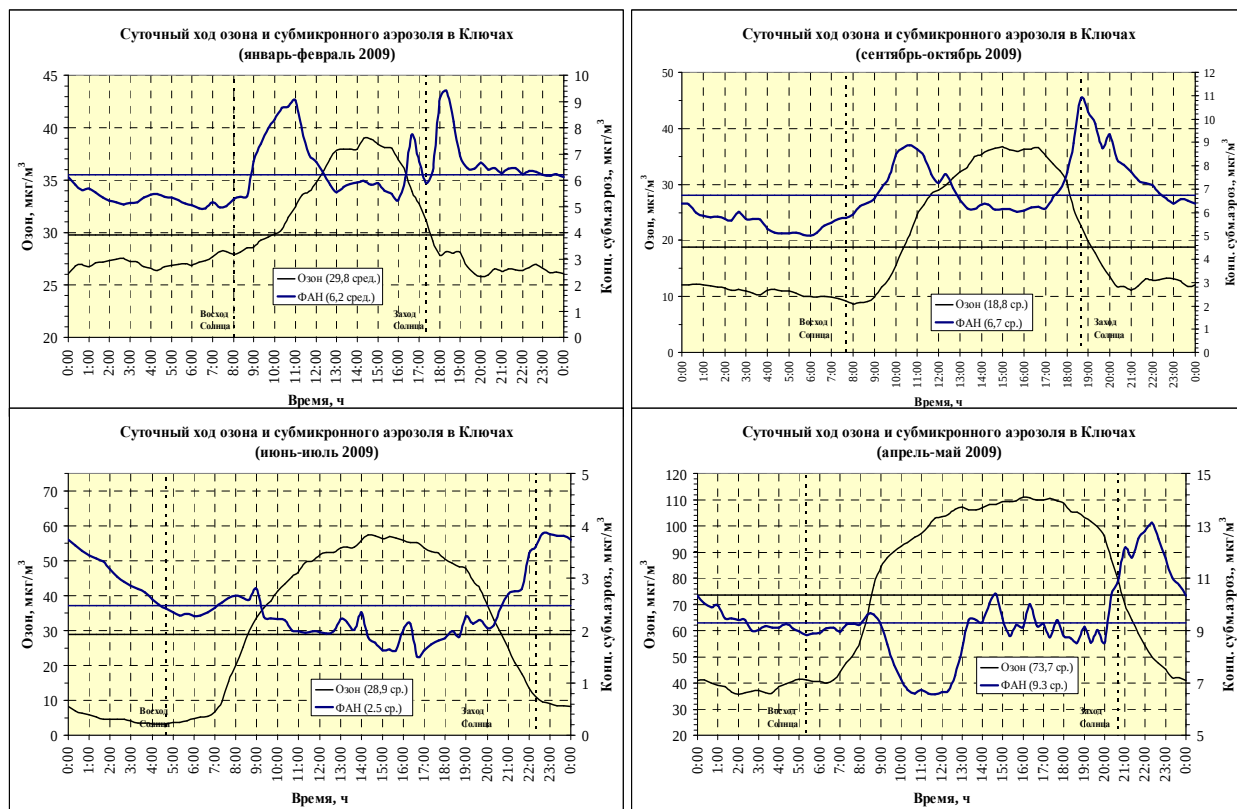


Рис. 1

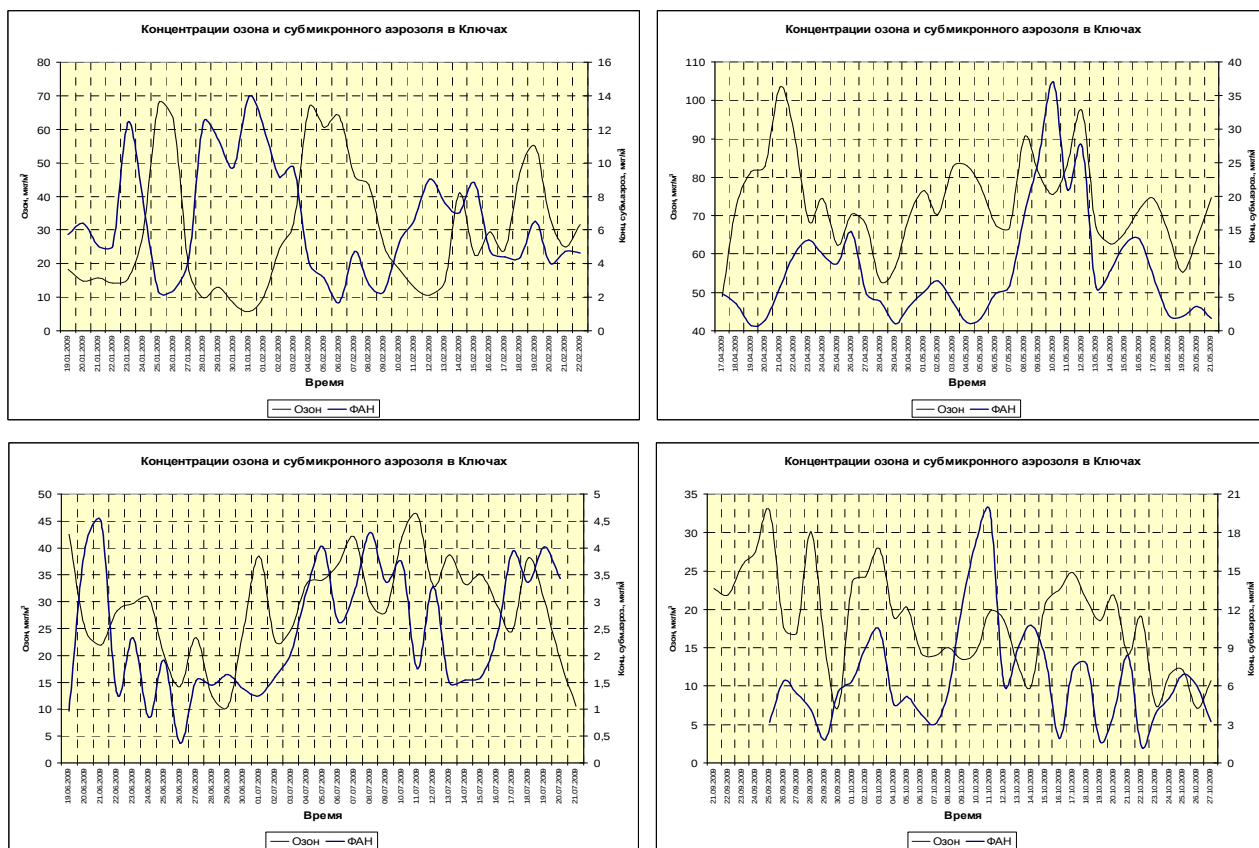


Рис. 2

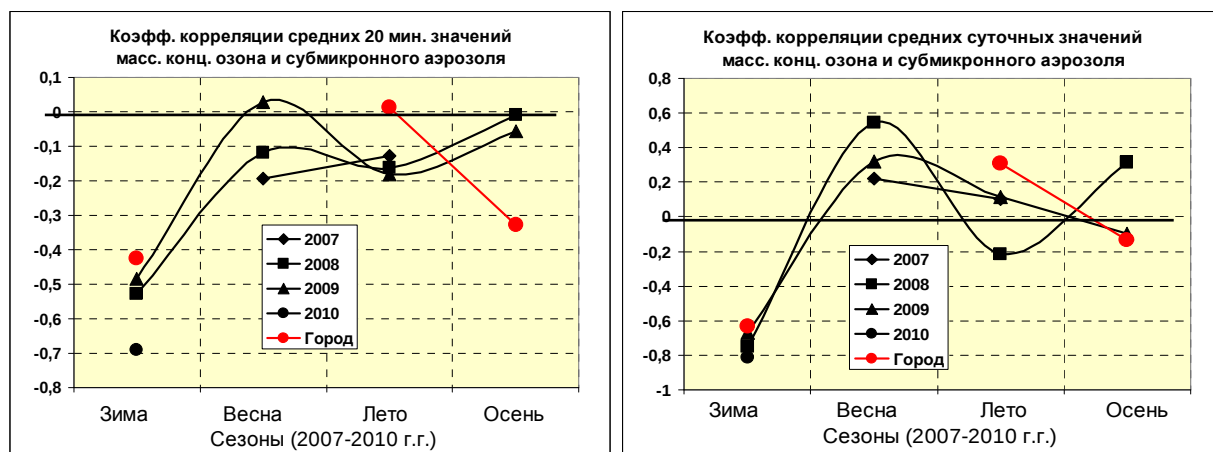


Рис. 3

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Химия нижней атмосферы. Под ред. С. Расула, 1976, М., Мир, 408 с.
2. Радиация в облачной атмосфере. Под ред. Е.М. Фейгельсон, 1981, Л., ГИМИЗ, 280 с.
3. Аэрозоль и климат. Под ред. К.Я. Кондратьева, 1991, Л., ГИМИЗ, 541 с.
4. Куценогий П.К., Буфетов Н.С., Киров Е.И., Шуйский С.И. Динамика суточных и сезонных циклов аэрозолеобразования в атмосфере по измерениям в Новосибирской области. Оптика атмосферы и океана. 1995, т.8, №9, с.1355-1365.
5. Куценогий П.К. Сезонная изменчивость суточного цикла массовой концентрации субмикронной фракции континентального атмосферного аэрозоля удалённых территорий. Химия в интересах устойчивого развития, 2002, т.10, №5, с.627-635.
6. Панченко М.В. Нефелометрия в комплексных исследованиях атмосферного аэрозоля: Дисс. ... док. физ.-мат. наук, 513 с., ИОА СО РАН, Томск, 1994.
7. Бизин М.А., Куценогий П.К., Куценогий К.П., Макаров В.И. Автоматизация нефелометрических измерений массовой концентрации субмикронных атмосферных аэрозолей. // Оптика атмосф. и океана. 2007, т. 20, №3, стр. 291-296

© М.А. Бизин, К.П. Куценогий, 2012

ЭМИССИИ ЛЕСНОГО ПОЖАРА В ЦЕНТРАЛЬНОЙ СИБИРИ

Константин Петрович Куценогий

Институт химической кинетики и горения СО РАН, 630090, г. Новосибирск, ул. Институтская, 3, доктор физико-математических наук, главный научный сотрудник, тел. (383) 3333753, e-mail: koutsen@kinetics.nsc.ru

Эрик Николаевич Валендик

Институт леса им. В.Н. Сукачёва СО РАН, 660036, г. Красноярск, Академгородок, 50/28, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник, тел. (391) 2494462, e-mail: institute@forest.akadem.ru

Николай Сергеевич Буфетов

Институт теплофизики СО РАН, 630090, г. Новосибирск, Просп. Академика Лаврентьева, 1, кандидат технических наук, старший научный сотрудник, тел. (383) 3308480

Валерий Борисович Барышев

Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера СО РАН, 630090, г. Новосибирск, Просп. Академика Лаврентьева, 11, научный сотрудник, тел. (383) 3307163, e-mail: V.B.Baryshev@inp.nsk.su

Исследованы эмиссии аэрозольных образований при экспериментальном лесном пожаре в Центральной Сибири. Получены морфологические характеристики дисперсных частиц и данные по их элементному составу. Проведено сравнение полученных результатов с литературными данными.

Ключевые слова: лесной пожар, эмиссии аэрозолей, элементный состав.

EMISSION OF FOREST FIRE IN CENTRAL SIBERIA

Konstantin P. Koutsenogii

Institute of Chemical Kinetics and Combustion, SB RAS, 630090, Novosibirsk, ul. Institutsкая, 3, PhD, principle researcher, tel. (383) 3333753, e-mail: koutsen@kinetics.nsc.ru

Erik N. Valendik

V.N. Sukachev Institute of Forest, SB RAS, 660036, Krasnoyarsk, Akademgorodok, 50, PhD, principle researcher, тел. (391) 2494462, e-mail: institute@forest.akadem.ru

Nikolai S. Bufetov

Institute of Thermal Physics, SB RAS, 630090, Novosibirsk, prospect Lavrentyeva, 1, PhD, senior researcher, tel. (383) 3308480

Valeriy B. Baryshev

Budker Institute of Nuclear Physics, SB RAS, Novosibirsk, 630090, Novosibirsk, prospect Lavrentyeva, 11, PhD, senior researcher, тел. (383) 3307163, e-mail: V.B.Baryshev@inp.nsk.su

A study was made of aerosol emission from forest fire in Central Siberia. Morphological characteristics of disperse particulates and the data on their element composition were obtained. Results were compared with the literature information.

Key words: forest fire, aerosol emission, element composition.

Лесные пожары являются мощным источником загрязнения окружающей среды [1,2]. Состав эмиссий зависят от типа и количества горючих материалов, вида растительности, метеорологических условий и режимов горения. Из-за сложности и многообразия факторов, влияющих на продукты горения, до настоящего времени не существует строгих теоретических моделей, которые позволяли бы по исходным данным рассчитывать указанные выше характеристики. К настоящему времени наиболее полные данные получены по измерению характеристик аэрозолей при горении лесов и саван тропической зоны [3,4]. Что касается характеристик аэрозолей, образующихся при горении бореальных лесов, то их немного [5-9]. Поэтому получение данных по составу эмиссии при лесных пожарах актуально.

Объекты и методика

Исследования размера и состава аэрозолей, генерируемых лесным пожаром, проведены нами во время эксперимента по моделированию поведения крупного лесного пожара и горению биомассы (FIRESCAN) [10], проведенном в 1993 году в Красноярском крае на площади 49 га.

Экспериментальный участок (60° 46' с.ш. и 89° 30' в.д.) расположен в бассейне реки Дубчес на Сымской равнине Западно-Сибирской низменности и представляет собой плоскую песчанную гриву, окруженную травяно-сфагновыми и крупноосоковыми болотами. Тип почв железистые подзолы. Сосняк лишайниковый пирогенного происхождения является типичным представителем среднетаежных сосняков Центральной Сибири. Возраст 130-180 лет. Средний диаметр 18 см, средняя высота 17 м. Густота древостоя 1470 деревьев на га. Подлесок представлен *Rosa acicularis*, *Salix caprea*, редкий. Подрост представлен *Pinus sylvestris* и *Pinus sibirica* до 1 тыс. экз. /га. Напочвенный покров с четко выраженной мозаичностью. Лишайниковая синузия четко приурочена к вершинам бугров и представлена лишайниками вида *Cladina stellaris*, *C. silvatica*, *C. rangiferina*, *C. uncialis*. Примесь мха незначительна, доминирует *Pleurozium schreberi*. Запас живых деревьев сухостоя и валежа соответственно - 248, 14,6, 17,3 м³ на га. Захламленность участка неравномерная. общий запас биомассы живого напочвенного покрова на участке составил - 15,9 т/га, опада и подстилки - 17,6 т/га. По неглубоким западинам представлены кустарничково-зеленомошные синузии *Vaccinium vitis-idaea*, *V. myrtillus*, *V. uliginosum*, *Ledum palustre*.

Во время эксперимента на большей территории участка развился низовой пожар, периодически переходящий в верховой, которым было пройдено до 30% площади. Скорость распространения кромки пожара достигала 0,42 м/с. Теплота выделения при горении составляла 18 000 кДж/кг, а интенсивность кромки фронта пожара - 25 800 кВт/м. Высота дымовой колонки достигала примерно 5000 м. Напочвенный покров был уничтожен огнем местами до минерального слоя.

Отбор проб аэрозолей, образующихся при горении, при эксперименте проводили из дымовой колонки на высотах от 500 до 1500 м с помощью

четырёх заборных устройств, смонтированных на шасси вертолета МИ-8. Аэрозоли осаждались на фильтрующих материалах при многократных пролетах сквозь дымовую колонку на различных высотах, и поэтому результаты анализа состава частиц несут усредненную информацию по времени и высотам.

Для выяснения характера распределения элементов по частицам различного размера использовали виртуальный импактор. Определение элементного состава проб аэрозолей проводили методом XRSR [11].

Результаты исследования

Анализ полученных данных показал, что одним из основных элементов минеральной компоненты аэрозолей, образовавшихся при горении, является кальций. Это хорошо согласуется с элементным составом лесных горючих материалов, приведенных ранее данных [12, 6], согласно которым элементный состав растительных горючих материалов существенно различается у разных видов растительности. Для каждого элемента относительное содержание может изменяться до десяти и более раз. Элементный состав растительности значительно отличается от кларкового содержания земной коры (crust) и почвы.

Состав аэрозолей, образовавшихся при горении горючих материалов в сосняке, отличен как от кларкового состава, так и от состава атмосферных аэрозолей фоновых районов Сибири. Значительны и различия многоэлементного состава аэрозолей лесного пожара и от состава аэрозолей, образующихся при горении биомассы в Бразилии [3]. В то же время, относительное содержание таких элементов, как Mn, Ca, S, в аэрозолях лесного пожара, находится в пределах колебаний этих элементов в растительности соснового насаждения. Поэтому можно предположить, что элементный состав аэрозолей, образующихся при лесном пожаре, определяется типом и количеством сгорающих горючих материалов.

Ионный состав аэрозолей при пожаре в среднетаежном сосняке, также сильно отличается от ионного состава аэрозолей от пожаров лесов субтропической зоны [13]. Основным анионом в аэрозолях при лесном пожаре в Средней Сибири является сульфат, а при горении биомассы в субтропиках сульфаты и нитраты содержатся примерно в равных соотношениях. Среди азотсодержащих компонентов химического состава аэрозолей, возникших при лесных пожарах субтропиков Северной Америки, основную долю составляют нитраты. Это позволяет оценить с достаточной точностью отношение S/N в массовом балансе аэрозольных частиц. Для субтропической Североамериканской зоны оно близко к 1,5. В аэрозолях сибирских лесных пожаров сульфаты заметно превосходят нитраты. В то же время в основных составляющих лесных горючих материалов сосняков S/N в среднем близко к 0,2. Поэтому вопрос об оценке химического состава аэрозолей, образующихся при горении биомассы, требует дальнейших исследований.

Массовые концентрации элементов, определенные при отборе различными устройствами, хорошо совпадают друг с другом, что указывает на достоверность полученных результатов. Основная масса определенных элементов, как это следует из результатов анализа проб, отобранных

виртуальным импактором, находится в субмикронной фракции аэрозольных частиц.

Оценки же, основанные на анализе электронно-микроскопических снимков [5], показали, что значительная часть массовой концентрации должна находиться в грубодисперсной фракции. Это противоречие, по-видимому, связано с тем, что при расчетах считалось, что плотность одинакова для частиц всех размеров. Известно, что крупные частицы, которые образуются при горении ископаемых и твердых смесевых топлив, как правило, имеют пористую структуру, и их плотность намного меньше единицы. Если это принять во внимание, то указанное противоречие устраняется, если плотность грубодисперсных частиц будет меньше $0,2 \text{ г/см}^3$. Таким образом, можно допустить, что основная масса аэрозолей, выносимых из зоны горения мощной конвективной колонкой, состоит из частиц субмикронного размера. Это означает, что при высоте дымовой колонки в несколько километров при лесных пожарах в Сибири можно ожидать воздействия дымового шлейфа на расстояние сотен и даже тысяч километров.

Распределение элементов в аэрозолях, образовавшихся при горении биомассы в тропической зоне в Южно-Американском регионе [3] и в районе Сибири [5], существенно различается. В первом случае большинство элементов находится в грубодисперсной фракции, во втором практически все измеренные элементы находятся в субмикронной фракции. Необходимо отметить, что данные о многоэлементном составе аэрозолей, образующихся при горении биомассы, получены различными методами, что также может привести к некоторому расхождению этих данных.

Подтверждением правильности такого вывода, в частности, могут служить и данные, приведенные в работе [3], которые подтверждают, что многоэлементный состав аэрозолей существенно изменяется как от местности, где проводился отбор, так и от режима горения. Авторы подчеркивают различия в составе аэрозолей, образующихся при горении биомассы во влажных тропических лесах и центральной части Бразилии. Заметна также разница в мощности эмиссии аэрозолей в режимах пламенного и тлеющего горения. На значительные различия в характеристиках аэрозолей указывает и анализ данных о многоэлементном составе частиц, проведенный нами.

Прежде всего, необходимо заметить, что средние значения относительной концентрации элементов X_{Fe} (отношение концентрации рассматриваемого элемента к концентрации Fe) для подавляющего числа элементов имеют большой разброс. Так, среднее геометрическое отклонение этой величины почти в 60 % превышает 3 ($\sigma_g > 3$). Такой разброс наблюдается как для грубодисперсной, так и для субмикронной фракции.

Выводы:

Проведенные нами исследования эмиссии при лесном пожаре позволили получить данные о структуре, составе, размере и концентрации частиц, образующихся при горении биомассы в сосняках Средней Сибири.

Многоэлементный состав аэрозолей, образующихся при лесных пожарах, в разных почвенно-климатических зонах существенно отличается, что связано

как с различием в исходном составе лесных горючих материалов, так и закономерностей горения. Сравнение многоэлементного состава различных лесных горючих материалов и состава аэрозолей, образовавшихся при их горении, показало, что относительное распределение элементов в лесных горючих материалах сильно варьирует, что затрудняет количественную интерпретацию данных по составу аэрозольных частиц. Для корректности такого сопоставления необходимы дополнительные эксперименты по изучению свойств аэрозолей, образующихся при горении индивидуальных компонент лесных горючих материалов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Crutzen P.J., Delany A.C., Greenberg J., Haagenson P., Heidt L., Lueb R., Pollock W., Seiler W., Wartberg A., and Zimmerman P., Tropospheric chemical composition measurements in Brazil during the dry season, *J. Atmos. Chem.* 1985, 2, 233-256,
2. Crutzen P.J. and M.O. Andreae, Biomass burning in the tropics: Impact on atmospheric chemistry and biogeochemical cycles, *Science*, 1990, 250, 1669-1678.
3. Artaxo P., M. A. Yamasoe, J. V. Martins et al. Case study of atmospheric measurements in Brazil: Aerosol emissions from Amazon Basin biomass burning/ In: *Fire in the Environment: The Ecological, Atmospheric, and Climatic Importance of Vegetation Fires*. Ed. by P. J. Crutzen and J. G. Goldammer, 1993, 139-158.
4. Lacaux J. P., H. Cachier, R. Delmas. Biomass burning in Africa: An overview of its impact on atmospheric chemistry. In: *Fire in the environment: The ecological, atmospheric and climatic importance of vegetation fires*, 1993, 159-191.
5. Куценогий К.П., Э.Н. Валендик, Н.С. Буфетов, В.Б. Барышев. Эмиссии крупного лесного пожара в Сибири. *Сибирский экологический журнал*, 1996, т. 3, №1, с. 93-103.
6. Куценогий К.П., О.В.Чанкина, Г.А. Ковальская, Т.И. Савченко, Г.А. Иванова, А.В. Иванов, П.А. Тарасов. Постпирогенные изменения элементного состава лесных горючих материалов и почв в сосновых лесах Средней Сибири. *Сибирский экологический журнал*. 2003, Т.10, № 6, с. 735-742.
7. Иванов А.В., Макаров В.И. Оценка объема эмиссий при сгорании некоторых видов лесных горючих материалов // *Оптика атмосферы и океана*. Томск 2002, том 15, №5-6, с.488-490.
8. Samsonov Y.N., K. P. Koutsenogii, V.I. Makarov, A. V. Ivanov, V. A. Ivanov, D. J. McRae, S.G. Conard, S.P. Baker, and G. A. Ivanova. Particulate emissions from fires in central Siberian Scots pine forests / *Canadian journal of forest research*.—2005.—Vol.35, №9. Pages 2207-2217.
9. Самсонов Ю.Н., Беленко О.А., Иванов В.А. Дисперсные и морфологические характеристики дымовой аэрозольной эмиссии от пожаров в бореальных лесах Сибири/ *Оптика атмосферы и океана*, 2010, т. 23, с. 423-431.
10. FIRESCAN. Fire in Boreal ecosystems of Eurasia: First results of the Bor forest island fire experiment, fire research campaign Asia-North. // *World Resource Review*. Ed. J. G. Goldammer. 1994, Vol.6., No.4. Pp. 499-523.
11. Baryshev V. B., N. S. Bufetov, K. P. Koutzenogii et al., *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research*, 1995, A359, 297-301.
12. Конев Э. В., *Физические основы горения растительных материалов*, Новосибирск, Наука, Сиб, отд-ние, 1977, 239 с.
13. Cofer W. R. III, J. S. Levine, D. I. Sebach et al., Trace gas emissions from a mid-latitude prescribed chaparral fire, *J. Geophys. Res.*, 1988, 93, 1653-1658.

ПРИМЕНЕНИЕ АЭРОЗОЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИИ И ЭФФЕКТИВНЫХ НЕЛЕТУЧИХ ПЛАМЕГАСИТЕЛЕЙ ДЛЯ ТУШЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ПОЖАРОВ

Олег Павлович Коробейничев

Институт химической кинетики и горения СО РАН, 630090, г. Новосибирск, ул. Институтская, 3, главный научный сотрудник, тел. (383) 333-28-52, e-mail: korobein@kinetics.nsc.ru

Андрей Геннадьевич Шмаков

Институт химической кинетики и горения СО РАН, 630090, г. Новосибирск, ул. Институтская, 3, заведующий лабораторией, тел. (383) 333-33-46, e-mail: shmakov@kinetics.nsc.ru

Анатолий Альбертович Чернов

Институт химической кинетики и горения СО РАН, 630090, г. Новосибирск, ул. Институтская, 3, научный сотрудник, тел. (383) 333-33-46, e-mail: chernov@kinetics.nsc.ru

Владимир Маркович Шварцберг

Институт химической кинетики и горения СО РАН, 630090, г. Новосибирск, ул. Институтская, 3, старший научный сотрудник, тел. (383) 333-33-46, e-mail: vshvarts@kinetics.nsc.ru

Константин Петрович Куценогий

Институт химической кинетики и горения СО РАН, 630090, г. Новосибирск, ул. Институтская, 3, главный научный сотрудник, тел. (383) 333-37-53, e-mail: koutsen@kinetics.nsc.ru

Валерий Иванович Макаров

Институт химической кинетики и горения СО РАН, 630090, г. Новосибирск, ул. Институтская, 3, заведующий лабораторией, тел. (383) 333-07-87, e-mail: makarov@kinetics.nsc.ru

На основе лабораторных и укрупненных экспериментов по гашению двух типов модельных очагов пламени с помощью аэрозольного генератора и химически активных ингибиторов была разработана новая эффективная технология тушения с помощью субмикронного аэрозоля водных растворов красной и желтой кровяной соли. Проведены полевые испытания гашения крупномасштабных модельных очагов пламени, включая пожар деревянного строения и резервуара с нефтепродуктами.

Ключевые слова: лесные пожары, пламегаситель, аэрозольный генератор.

APPLICATION OF AEROSOL TECHNOLOGY AND NON-VOLATILE EFFECTIVE FIRE SUPPRESSANTS FOR FIRE-FIGHTING OF VARIOUS TYPES OF FIRES

Oleg P. Korobeinichev

Institute of Chemical Kinetics and Combustion, Siberian Division, Russian Academy of Sciences, 630090, Novosibirsk, Institutskaya str., 3, Principal scientist researcher, tel. (383) 333-28-52, e-mail: korobein@kinetics.nsc.ru

Andrey G. Shmakov

Institute of Chemical Kinetics and Combustion, Siberian Division, Russian Academy of Sciences, 630090, Novosibirsk, Institutskaya str., 3, Head of laboratory, tel. (383) 333-33-46, e-mail: shmakov@kinetics.nsc.ru

Anatoly A. Chernov

Institute of Chemical Kinetics and Combustion, Siberian Division, Russian Academy of Sciences, 630090, Novosibirsk, Institutskaya str., 3, Scientist, tel. (383) 333-33-46, e-mail: chernov@kinetics.nsc.ru

Vladimir M. Shvartsberg

Institute of Chemical Kinetics and Combustion, Siberian Division, Russian Academy of Sciences, 630090, Novosibirsk, Institutskaya str., 3, Senior scientist, tel. (383) 333-33-46, e-mail: vshvarts@kinetics.nsc.ru

Konstantin P. Koutsenogii

Institute of Chemical Kinetics and Combustion, Siberian Division, Russian Academy of Sciences, 630090, Novosibirsk, Institutskaya str., 3, Principal scientist researcher, (383) 333-37-53, e-mail: koutsen@kinetics.nsc.ru

Valery I. Makarov

Institute of Chemical Kinetics and Combustion, Siberian Division, Russian Academy of Sciences, 630090, Novosibirsk, Institutskaya str., 3, Head of laboratory, tel. (383) 333-07-87, e-mail: makarov@kinetics.nsc.ru

Based on laboratory and scaled-up tests on suppressing of 2 types of model fire using mobile aerosol generator and chemically active inhibitors, a novel effective technology for fire extinguishing by submicron aerosol of aqueous solutions of potassium ferricyanide and potassium ferrocyanide was developed. The field tests on suppression of full-scale model fires including a wood structure and burning oil product, were performed.

Key words: forest fires, fire extinguisher, aerosol generator.

Задача эффективного гашения пожаров при авариях и катастрофах является чрезвычайно важной в области пожаробезопасности. В настоящее время известны различные методы тушения пожаров с помощью распыления воды [1-15]. Основным действующим фактором при таком способе тушения является понижение температуры в зоне горения при испарении диспергированной воды. Известно, что эффективность использования водогазового облака зависит от типа пожара и от дисперсности водяных капель. В описанных методах спектр размеров капель воды достаточно постоянен и широк, основное количество воды находится в каплях крупнее 100 мкм. Поэтому к недостатку этого метода следует отнести большой расход воды на единицу объема пламени.

Повышение эффективности тушения с помощью воды может быть достигнуто как за счет улучшения диспергирования воды, так и за счет введения в нее различных добавок [16]. В последнее время были проведены ряд исследований, целью которых являлось определение эффективности гашения аэрозолями водных растворов [17-28]. В качестве добавок были исследованы

такие соединения как NaCl, KCl, LiI, CH₃COOK, CoCl₂, NiCl₂, NaOH, NaHCO₃, MgCl₂, CaCl₂, MnCl₂, FeCl₂ и другие. Установлено, что некоторые из соединений являются более эффективными ингибиторами горения, чем такие фреоны как CF₃Br. Поэтому они рассматриваются как перспективные добавки к воде для увеличения эффективности при гашении пламени. Как показали результаты лабораторных экспериментов, наиболее эффективными (в расчете на массу) пламегасителями являются комплексные соединения калия и железа [29]. Однако, эффективность пламегасителей, определенная в лабораторных экспериментах, не всегда соответствует эффективности при тушении крупномасштабных очагов пожаров.

В работе [30] приведены результаты проверки лабораторных экспериментов крупномасштабными натурными испытаниями по тушению двух типов модельных очагов пожаров с помощью субмикронного аэрозоля водного раствора красной кровяной соли K₃[Fe(CN)₆]. Проведенные эксперименты показали, что кратковременное воздействие аэрозольного облака содержащего частицы раствора K₃[Fe(CN)₆] на фронт пламени низового лесного пожара приводит к подавлению газофазного горения. Также установлено, что воздействие аэрозольного облака этого пламегасителя на модельный очаг пожара класса 0.5А (горящая древесина) приводит к его полному гашению. Минимальная гасящая массовая концентрация 4.5 г/м³ K₃[Fe(CN)₆] в этих сериях опытов близка к измеренной ранее в лабораторных экспериментах. Установлено, что при тушении пожара с помощью аэрозоля водного раствора K₃[Fe(CN)₆] объемный расход такого пламегасителя в 30 раз меньше нормативного расхода чистой воды при тушении из брандспойта.

Полученные в работе [30] результаты показали, что с помощью предложенных пламегасителей можно эффективно подавлять как пламенное, так и тлеющее горение.

Поэтому только проведение натурных испытаний по гашению пламен различного типа позволяет сделать корректные (достоверные) выводы о перспективности новых пламегасителей и предлагаемого в данной работе способа их доставки к очагу пожара в виде мелкодисперсного аэрозоля.

Полевые испытания по тушению различных видов пламени с помощью мобильного генератора аэрозолей регулируемой дисперсности (ГРД) проводились для трех вариантов очагов пожара: а) модельный очаг низового лесного пожара; б) модельный очаг пожара деревянного строения; (модельный очаг разлива нефтепродуктов. Для каждого из вариантов было проведено по две серии экспериментов: 1) с использованием воды без добавок; 2) с использованием водного раствора ингибитора.

Для полевых испытаний использовался аэрозольный генератор [30], смонтированный на шасси автомобиля. Аэрозольный генератор включает в себя источник сжатого воздуха, емкости для топлива газотурбинного двигателя и водных растворов ингибиторов, систему подачи топлива и рабочих жидкостей. Аэрозольный генератор снабжен термомеханическим и пневматическим технологическим контуром, позволяющим регулировать дисперсность аэрозоля в широком диапазоне. Контур включает источник сжатого воздуха, форсунки со

сменными соплами для воздуха и жидкости, систему измерения и регулирования расхода диспергируемых жидкостей. С целью облегчения конструкции в качестве единого источника сжатого воздуха использована вспомогательная силовая авиационная установка ТА-6А.

Параметры генератора при использовании пневматического контура следующие: рабочее тело – воздух в смеси с водой или раствором, скорость струи у сопла – 330 м/с, скорость струи на расстоянии 6 метров от сопла – до 20 м/с, диаметр струи на расстоянии 6 метров от сопла – около 1.2 м, объемный расход воздуха – 0.8 кг/сек, максимальный расход раствора или воды – 20 л/мин, медианномассовый диаметр частиц аэрозоля - 20 мкм. [31].

Модельный очаг низового лесного пожара представлял собой горизонтальный травянистый участок размером 4х8 м. Масса горючих материалов (сухая трава, мелкие ветки диаметром 1-4 см) составляла 18-20 кг/м², их влажность соответствовала естественным условиям. Скорость ветра составляла не более 2 м/с, температура воздуха +5 °С.

Модельный очаг пожара деревянного строения представлял собой прямоугольный каркас размером 2х2х2,5 метра, обшитый досками из древесины хвойных пород. В одной из стен строения имелся дверной проем. Для зажигания строения его обкладывали с наветренной стороны сухими ветками и листьями и поджигали их с помощью небольшого количества бензина.

Модельный очаг разлива нефтепродуктов (очаг пожара класса 21В) представляет собой круглый противень, изготовленный из листовой стали. Диаметр противня составлял 92 см, высота – 23 см. В противень заливали 42 литра воды и 21 литр бензина А-76.

Ранее методом чашечной горелки в качестве пламегасителей были изучены некоторые неорганические и органические соли калия (K_3PO_4 , $KOONH_2$, $KOONCOOK$ и $K_4[Fe(CN)_6]$) [29]. Результаты экспериментов по гашению диффузионного пламени н-гептан/воздух с помощью водных растворов этих солей показали, что наиболее эффективным пламегасителем является $K_4[Fe(CN)_6]$ (желтая кровяная соль) и $K_3[Fe(CN)_6]$ (красная кровяная соль). Минимальная массовая гасящая концентрация $K_4[Fe(CN)_6]$ составляет 6.6 г/м³ [29]. Используемые соли имеют схожие химические свойства, а также содержат относительно большое (3-4 атома) количество калия в их молекулах и поэтому обладают близкой эффективностью как пламегасители.

Используя определенные в работе [29] величины минимальных гасящих концентраций аэрозолей растворов комплексных соединений калия были подготовлены и проведены укрупненные испытания по тушению двух типов модельных очагов пожаров, подтвердивших эффективность субмикронного аэрозоля водного раствора красной кровяной соли $K_3[Fe(CN)_6]$ [30].

В данной работе для испытаний по гашению двух типов модельных очагов пожаров в полевых условиях был выбран $K_3[Fe(CN)_6]$, так как он имеет большую растворимость в воде, чем $K_4[Fe(CN)_6]$.

(а) На пламя очага модельного лесного пожара воздействовали аэрозольным облаком, создаваемым ГРД (Рис 1 и Рис 2). Расход жидкости

составлял 0.330 л/сек, продолжительность подачи аэрозоля в очаг пожара около 5 мин. Массовая концентрация $K_3[Fe(CN)_6]$ в расчете на сухое вещество в зоне пламени составляет около 4.5 г/м^3 , что близко к минимальной гасящей концентрации $K_4[Fe(CN)_6]$, определенной в лабораторных экспериментах [29].



Рис. 1. Очаг низового лесного пожара



Рис. 2. Тушение очага низового лесного пожара потоком аэрозоля 30 % раствора $K_3[Fe(CN)_6]$

Воздействие аэрозольного облака, содержащего частицы $K_3[Fe(CN)_6]$, на модельный очаг пожара в течение 5 минут не привело к его полному гашению. Основными причинами этого могут являться достаточно большой размер очага и массы горючих материалов по сравнению с условиями, в которых проводилось укрупненные испытания ранее [30]. Поэтому в дальнейшем необходимо учитывать влияние этих факторов. Кроме того, диаметр струи аэрозольного потока не позволяет охватить очаг пожара по всей ширине, что приводит к более низкой концентрации пламегасителя на периферии аэрозольного потока. Также можно отметить низкую проникающую способность мелкодисперсного аэрозоля пламегасителя по глубине для сложного очага пожара, представляющего собой ветки и листву. Конвективные потоки не позволяют мелким частицам проникнуть внутрь такого очага на достаточную глубину и погасить его. Поэтому, по-видимому, необходимо комбинировать подачу мелкодисперсного аэрозоля с подачей более крупных

частиц, которые обладают достаточной инерцией для проникновения в очаг пожара на большую глубину. Кроме того, крупные капли способны непосредственно охлаждать горящую поверхность за счет смачивания.

Еще одним фактором, способным усилить действие пламегасителей, является уменьшение концентрации кислорода в аэрозольном потоке за счет введения в него выхлопных газов двигателя аэрозольного генератора.

(b) Модельный очаг пожара деревянного строения подвергали воздействию аэрозольного потока воды или 30% водного раствора $K_3[Fe(CN)_6]$ (Рис. 3 и Рис. 4). Расход жидкости составлял 0.330 л/сек, время подачи аэрозоля составляло 5 мин. Так же как и в случае гашения очага низового лесного пожара, модельный очаг пожара деревянного строения был погашен частично (Fig 5). Обращенные к аэрозольному потоку деревянные поверхности покрылись слоем соли и их горение прекратилось. На других деревянных поверхностях горение продолжалось до полного выгорания древесины. Причины, по которым полного гашения данного очага пламени не произошло, аналогичны приведенным для случая гашения очага низового лесного пожара.



Рис. 3. Очаг пожара деревянного строения



Рис. 4. Тушение очага пожара деревянного строения потоком аэрозоля 30 % раствора $K_3[Fe(CN)_6]$



Рис. 5. Очаг пожара деревянного строения после тушения

(с) При воздействии в течение 5 мин на модельный очаг разлива нефтепродуктов аэрозольным потоком, содержащим частицы 30% раствора выбранного пламегасителя, гашения не произошло (Рис. 6 и Рис. 7). Визуализация процесса показала, что при воздействии аэрозольного потока интенсивность горения (высота факела пламени) несколько увеличивалась. Таким образом, для усиления действия пламегасителя необходимо создать концентрацию $K_3[Fe(CN)_6]$ более 5 г/м^3 в области очага пламени, а также ввести в аэрозольный поток инертный разбавитель (выхлопные газы турбины двигателя аэрозольного генератора).



Рис. 6. Очаг пожара разлива нефтепродуктов



Рис. 7. Тушение очага пожара разлива нефтепродуктов. потоком аэрозоля 30% раствора $K_3[Fe(CN)_6]$

Заключение

Проведены полевые эксперименты по гашению модельных очагов низового лесного пожара, пожара деревянного строения и очага пожара разлива нефтепродуктов с помощью аэрозоля водного раствора соли калия. Проведенные испытания показали необходимость усовершенствования ранее разработанного метода пожаротушения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Алеханов Ю.В., Левушов А.Е., Логвинов А.А., Локтев А.А., Мешков Е.Е. О способе получения диспергированной жидкости с газом при помощи поршневой машины и его возможных применениях // III Научно-техническая конференция “Научно-инновационное сотрудничество”. Сборник научных трудов. Часть 1. Москва, - 2004, - С. 169-170.
2. Корольченко А.Я. Технология импульсного водяного пожаротушения IFEX 3000 // Пожаровзрывоопасность. - 2000. - №2. - С. 3-5.
3. Мешков Е.Е., Невмержицкий Н.В. Способ получения смеси диспергированной жидкости с газом. // Заявка №2001123009. Оpub. БИПМ №18.4.1, с. 90, 27.06.03.; Патент РФ №2220009, 2003.
4. Терпигорьев В.С., Соколов Ю.И., Щербаков О.П. Способ пожаротушения газожидкостной смесью и газожидкостная форсунка для его осуществления. // Патенты РФ №2074544, опубл. 27.02. 1997.
5. Сундхольдм Г. Способ пожаротушения и установка для осуществления этого способа. // Патент РФ № 2126282, опубл. 20.02. 1999.
6. Терпигорьев В.С., Щербаков О.П., Малинов В.М. Установка для тушения пожара. // Патент РФ №2193908, 20.03.2001.
7. Алексеев Ю.С., Донец В.В., Заволока А.Н., Кравчуковский В.Ф., Кремена А.П., Нода А.А., Свириденко Н.Ф., Сербин В.В. Устройство для получения струи жидкости с управляемой дисперсностью капель. // Патент РФ №2209124, 27.07. 2001.
8. Зуев Ю.В., Карпышев А.В., Лепешинский И.А. Способ пожаротушения с использованием летательного аппарата и устройство для его осуществления. // Патент РФ №2131379, опубл. 10.06.1999.
9. Зуев Ю.В., Карпышев А.В., Лепешинский И.А. Способ создания газокapельной струи, установка для её осуществления и сопло для создания газокapельной струи. // Патент РФ 2107554. БИ. 1998.
10. Алеханов Ю.В., Блинецов М.В., Власов Ю.А., Дудин В.И., Левушов А.Е., Логвинов А.И., Ломтев С.А., Мешков Е.Е. Взаимодействие диспергированной воды с пламенем // Письма в ЖТФ. 2003. Т. 29, № 6. С. 1-6.

11. Пожарная техника. Часть 2 “Пожарные автомобили”. М.: Стройиздат, - 1988. - С. 100-105.
12. Вопросы лесной пирологии / Под ред. Н.П. Курбатского. - Красноярск: Институт леса и древесины им. В.Н. Сукачева. 1970. С. 340-353.
13. Конев Э.В. Физические основы горения растительных материалов. - Новосибирск: Изд. “Наука”, 1977. С. 206-237.
14. Жихарев С.С., Пискунов В.Н., Цыкин С.В., Мешков Е.Е., Затевахин М.А., Цариченко С.Г. Моделирование и оптимизация способов тушения пожара диспергированной водой. // Аэрозоли и безопасность. Международная научно-практическая конференция. - Обнинск-2005., С. 71-72.
15. Цыкин С.В. Способ тушения пожара с помощью капсул с водой. // Аэрозоли и безопасность. Международная научно-практическая конференция. - Обнинск-2005, С. 194-196.
16. Баратов А.Н. Горение – Пожар – Взрыв – Безопасность. - М.: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2003.
17. Mawhinney J.R. Design of Water Mist Fire Suppression Systems for Shipboard Enclosures // Proceedings of the International Conference on Water Mist Fire Suppression Systems, November 4-5, 1993, Boras, Sweden, - 1993, - P. 16-44.
18. Moore. T.A., Weitz C., McCormick S., and Clauson M. Laboratory Optimization and Medium Scale Screening of Iodide Salts and Water Mixtures // Proceedings of Halon Option Technical Working Conference, - Albuquerque, NM, - 1996. - P. 477-498.
19. Shilling H., Dlugogorski B.Z., Kennedy E.M., and Leonardi E.. Extinction of Diffusion Flames by Ultra fine Water Mist Doped with Metal Chlorides. // Proceedings of the Sixth Australasian Heat and Mass Transfer Conference, - Begell House, New York, 1996, P. 275–282.
20. Zheng R., Rogg B., and Bray K.N., Effect of Sprays of Water and NaCl-water solutions on the Extinction of Laminar Premixed Methane-Air Counterflow Flames // Combustion Science Technology. - 1997. - V. 126. - P. 389-401.
21. Lazzarini A.K., Krauss R.H., Chelliah H.K., and Linteris G.T. Extinction Conditions of Non-Premixed Flames with Fine Droplets of Water and Water/NaOH Solutions. // Proc. Combust. Inst. - 2000. - V.28. - P. 2939-2945.
22. Mesli B., and Gokalp I., Extinction Limits of Opposed Jet Turbulent Premixed Methane Air Flames with Sprays of Water and NaCl-Water Solution. // Combustion Science Technology. - 2000. - V. 153. - P. 193-211.
23. McDonnell D., Dlugogorski B.Z., and Kennedy E.M. Evaluation of Transition Metals for Practical Fire Suppression Systems // Proceedings of Halon Option Technical Working Conference, - Albuquerque, NM, - 2002. - P. 117-124.
24. Hirst R., Booth K. Measurement of Flame Extinguishing Concentrations // Fire Technol. 1977. V. 13. P. 296–315.
25. Hamins A., Gmurczyk G., Grosshandler W., Rehwoldt R.G., Vazquez I., Cleary T., Evaluation of Alternative In-Flight Fire Suppressants for Full-Scale Testing in Simulated Aircraft Engine Nacelles and Dry Bays. // Proceedings of Halon Option Technical Working Conference, - Albuquerque, NM, - 1994. - P. 345–465.
26. Hamins A., Flame Extinction by Sodium Bicarbonate Powder in a Cup Burner. // Proc. Combust. Inst. - 1998. - V. 27. - P. 2857-2864.
27. Linteris G.T., Katta V.R., Takahashi F., Experimental and numerical evaluation of metallic compounds for suppressing cup-burner flames // Combust. Flame. - 2004. - V. 138. #1-2. - P. 78–96.
28. Liu J., Cong B., Liao G., Experimental Study on CH₄/Air Fire Suppression Effectiveness of Water Mist with Metal Chloride Additives. // Book of abstracts of 32th International Symposium on Combustion, August 3-8, 2008, - McGill University, Montreal, Canada, 1F03
29. Коробейничев О.П., Шмаков А.Г., Шварцберг В.М., Якимов С.А., Князьков Д.А., Комаров В.Ф., Сакович Г.В., Исследование фосфорорганических, фторорганических,

металлсодержащих соединений и твердотопливных газогенераторных составов с добавками фосфорсодержащих соединений в качестве эффективных пламегасителей, // Физика горения и взрыва. - 2006. - Т.42. №6. - С. 64-73.

30. Сахаров В.М., Куценогий К.П., Верховская Н.Н., Анкилов А.Н., Макаров В.И., Киров Е.И., Аэрозольный генератор // Патент РФ №950260 А01М7/00, опубл.15.08.1982, Бюл.№30.

31. Сахаров В.М. Конструктивные и режимные характеристики аэрозольного генератора с регулируемой дисперсностью. // Сб. научных трудов «Оптимизация технологии применения инсектицидных аэрозолей», - Изд. СО ВАСХНИЛ, Новосибирск, 1983, С.3-13

© О.П. Коробейников, А.Г. Шмаков, А.А. Чернов,
В.М. Шварцберг, К.П. Куценогий, В.И. Макаров, 2012

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА Г. НОВОСИБИРСКА ЗА 1998–2011 ГГ.

Владимир Владимирович Сафонов

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, г. Новосибирск, Плехотного, 10, аспирант, тел.: +7-913-464-99-15, e-mail: VladimirSafonov@yahoo.com

В статье представлены данные по загрязнению атмосферного воздуха в городе Новосибирске в 1998-2011 гг. Проанализирована динамика выбросов веществ-загрязнителей в атмосферу города, определены основные тенденции. На основании полученных выводов предложен комплекс необходимых мер, ориентированных на стабилизацию и улучшение экологической обстановки, а также повышение уровня экологической безопасности населения.

Ключевые слова: мониторинг, загрязнение атмосферного воздуха, динамика выбросов.

ATMOSPHERIC AIR STATE IN NOVOSIBIRSK (1998–2011)

Vladimir V. Safonov

A post-graduate student, department of economics and management, Siberian State Academy of Geodesy, 10 Plakhotnogo st., 630108, Novosibirsk, phone: +7-913-464-99-15, e-mail: VladimirSafonov@yahoo.com

The data on atmospheric air pollution in Novosibirsk (1998-2011) are presented. The dynamics of pollutant emission into the city atmosphere is analyzed and main trends are determined. On the basis of the research results the complex of indispensable conditions for environmental control and rise in population ecological safety level is offered.

Key words: monitoring, atmospheric air pollution, emissions dynamics.

Новосибирск – один из трех крупнейших городов Российской Федерации. Население города согласно последним данным составляет порядка 1 470 000 человек [1]. С 2000 года Новосибирск является центром Сибирского федерального округа, что объясняет быстрые темпы развития промышленности. Как и любому другому индустриально развитому региону, Новосибирской области в общем, и Новосибирску в частности свойственны проблемы экологического характера. Согласно Росгидромету уровень загрязнения воздуха города оценивается как высокий, а количественные показатели выбросов в атмосферу основных веществ-загрязнителей в последние десять лет стабильно увеличиваются. Эта ситуация требует принятия соответствующих мер, таких как анализ существующих данных, определение ключевых проблем, а также постановка и решение приоритетных задач, направленных на обеспечение устойчивого функционирования естественных экологических систем.

В течение последнего десятилетия масса попадающих в атмосферу Новосибирска загрязняющих веществ колеблется в пределах 280-320 тысяч

тонн в год. Основные загрязнители воздуха – автомобильный транспорт, предприятия по производству строительных материалов, черной и цветной металлургии (ОАО «Новосибирский оловянный комбинат»), химической (ОАО «Новосибирский завод химконцентратов»), пищевой промышленности (ОАО «Новосибирский мясоконсервный комбинат»), теплоэнергетики (ТЭЦ-3, 4, 5), коммунальные котельные и печные трубы частного сектора[2]. Т.о. практически все отрасли промышленности вносят значительный «вклад» в загрязнение атмосферы Новосибирска. Из большинства вышеперечисленных источников в атмосферу поступают диоксид серы (SO_2), пыль, оксид углерода (CO), оксиды азота (NO , NO_2). Учитывая эти неутешительные данные, очевидна необходимость в наблюдениях, проводимых как составная часть государственного мониторинга атмосферного воздуха. Еще при формировании системы мониторинга был определен ряд его основных функций: наблюдение, оценка и прогноз. Т.е. мониторинг необходим для того чтобы систематизировать наблюдения, выявить явные недостатки в организации экологических ресурсов, а так же определить возможности устранения последствий негативных процессов.

Ответственным за сеть мониторинга в г.Новосибирске является ГУ «Новосибирский ЦГМС-РСМЦ». Наблюдения проводятся на 10 стационарных станциях государственной службы наблюдений за состоянием окружающей среды. Сеть ГСН работает в соответствии с требованиями РД.52.04.186-89. Станции подразделяются на «городские фоновые» в жилых районах (станции 24, 26, 54), «промышленные» вблизи предприятий (станции 18, 19, 25), «авто» вблизи автомагистралей или в районах с интенсивным движением транспорта (станции 1, 21, 49) и «региональные» (станция 47)[3].

В результате наблюдений проведенных в 2011 году Западно-Сибирским центром мониторинга окружающей среды, были получены сведения о концентрациях в атмосфере г. Новосибирска основных веществ-загрязнителей. Так концентрации диоксида серы оказались значительно ниже предельно допустимой концентрации (ПДК). Средняя за год концентрация диоксида азота составила 1,1 ПДК. Максимальная разовая концентрация на 1 посту – 6,5 ПДК. Средняя за год концентрации оксида азота ниже 1 ПДК, максимальная разовая составила 4,1ПДК – 19 пост. Средняя за год концентрация оксида углерода составила 0,8 ПДК, максимальная разовая была зафиксирована на посту 26 – 4,8 ПДК. Средняя за год концентрация взвешенных веществ – 1,2 ПДК, максимальная разовая концентрация 4 ПДК. Средняя за год концентрация бенза(а)пирена – 2,4 ПДК. Среднегодовая концентрация формальдегида в целом по городу превысила допустимую санитарную норму в 2,3 раза[2]. Тенденция изменения среднегодовых концентраций в атмосфере основных веществ загрязнителей в период 1998-2011гг. представлена на рис. 1, 2, 3, 4.

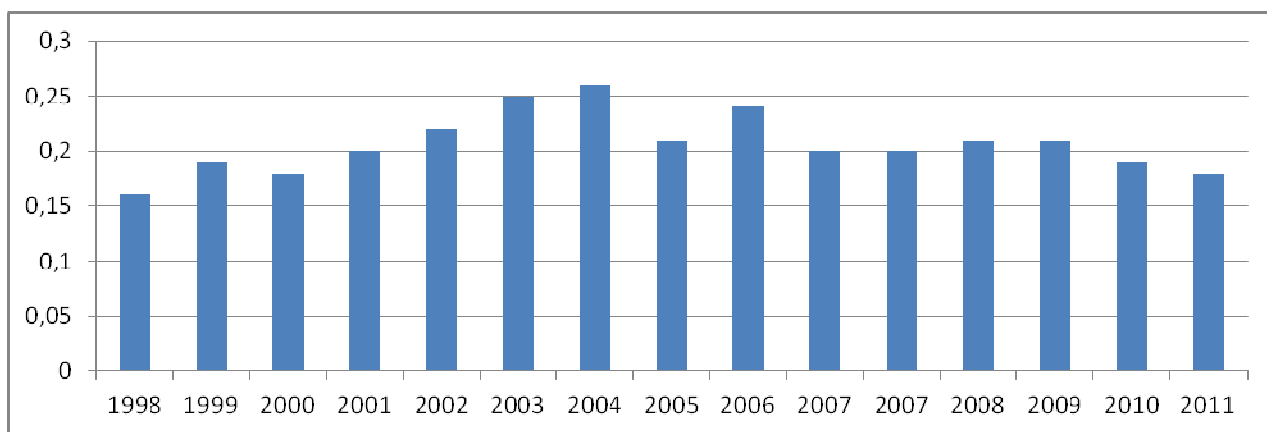


Рис. 1. Среднегодовые концентрации взвешенных веществ (мг/м³) в 1988–2011 гг. [2, 5, 6]

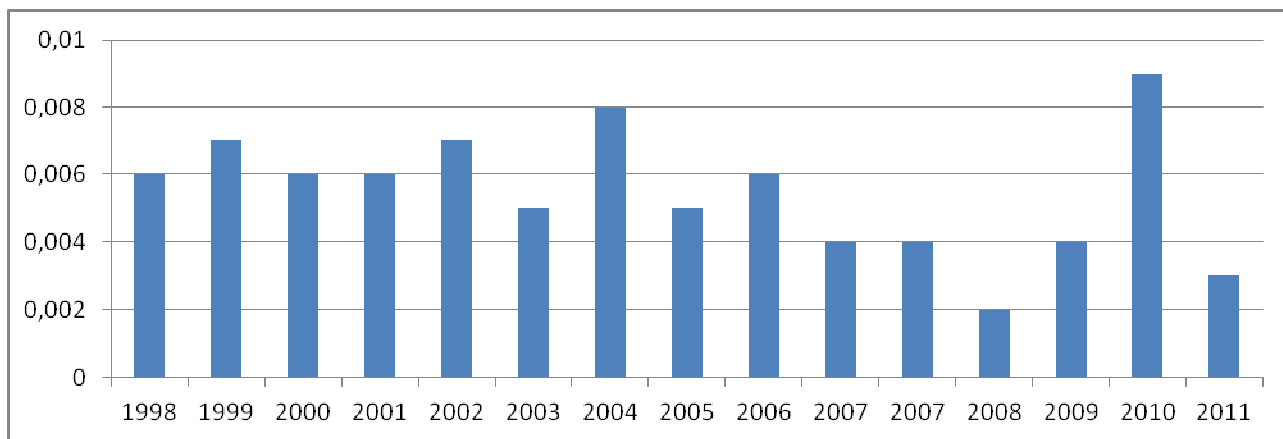


Рис. 2. Среднегодовые концентрации диоксида серы (мг/м³) в 1998–2011 гг. [2, 5, 6]

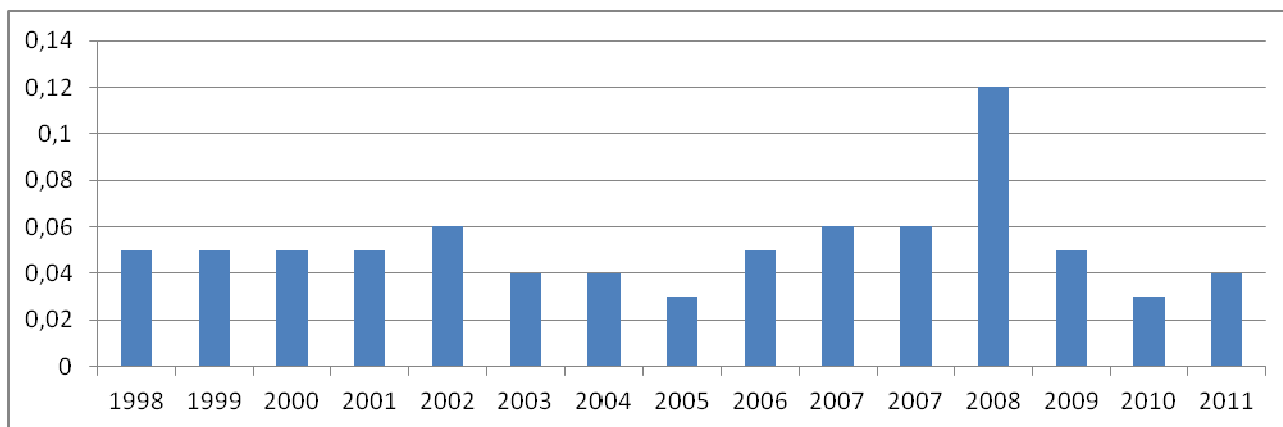


Рис. 3. Среднегодовые концентрации оксида азота (мг/м³) в 1998–2011 гг. [2, 5, 6]

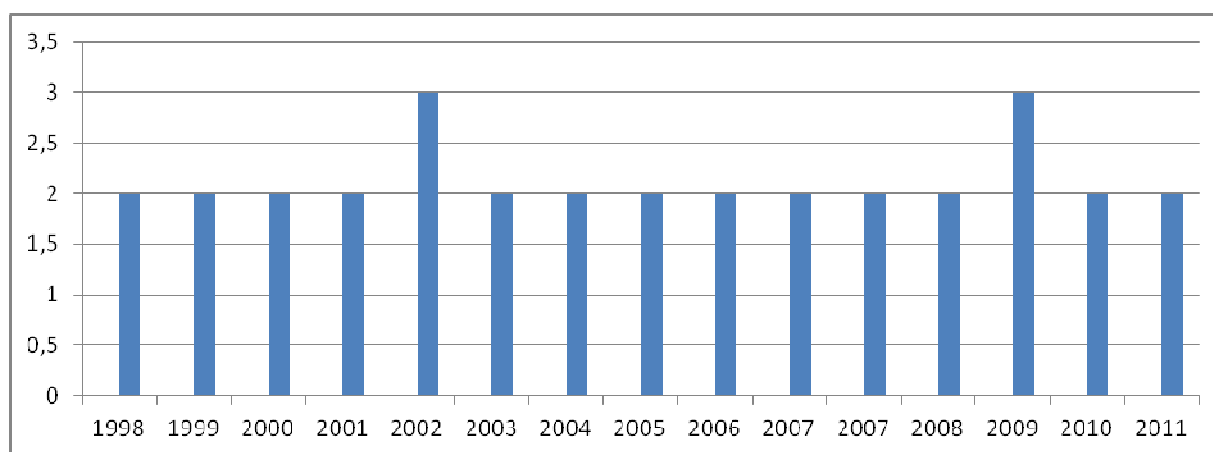


Рис. 4. Среднегодовые концентрации оксида углерода (мг/м³) в 1998–2011 гг. [2, 5, 6]

Количественные данные выбросов вредных веществ в атмосферу, полученные в результате проведения мониторинга загрязнения атмосферы Западно-Сибирским межрегиональным территориальным управлением Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу за десятилетний период приведены в таблице 1.

Таблица 1. Выбросы вредных веществ в атмосферу г. Новосибирска в 1998–2010 гг. (тыс. т.) [7, 8]

Год	Стационарные источники					Автотранспорт				
	Твердые	SO ₂	NO ₂	CO	Всего	Твердые	SO ₂	NO ₂	CO	Всего
1998	23,9	33	30	13,2	101,7	0,7	–	11	149	186
1999	–	–	–	–	88,6	–	–	–	–	–
2000	–	–	–	–	101,7	–	–	–	–	–
2001	20,5	27,5	24,4	11,1	87,4	0,6	1,1	12,2	167,4	209,6
2003	–	–	–	–	100,1	–	–	–	–	–
2004	20,4	34,3	24,2	13,9	98,4	–	–	–	–	–
2005	23,9	40,2	25,7	13,4	109,2	–	–	–	–	–
2006	23,5	38,5	24,5	11,8	104	–	–	–	–	–
2007	24,6	38	21,7*	9,1	98,6	–	–	–	–	–
2008	27,2	42,6	25,0*	8,4	108,8	–	–	–	–	–
2009	21,6	35,1	23,3*	7,5	93,5	–	–	–	–	–
2010	21,3	39	26,4*	8,4	101,7	–	–	–	–	–

* – данные приведены для NO_x (NO₂+NO)

Приведенные в таблице данные позволяют проследить динамику выбросов загрязняющих веществ в атмосферу г. Новосибирска за период с 1998 по 2008гг. и сделать соответствующие выводы:

- Несмотря на дефолт 1998г., сменившийся масштабным экономическим ростом, количество выбросов в атмосферу веществ загрязнителей от стационарных источников довольно стабильно;

- Несмотря на то, что данные по выбросам загрязняющих веществ от автотранспорта представлены в меньшем объеме, положительная динамика очевидна, это объясняется существенным ростом автомобильного парка;

- Большую долю суммарных выбросов загрязняющих веществ составляют выбросы от автотранспорта – более 60%;

- Вплоть до 2008 года прослеживается стабильное увеличение промышленных выбросов твердых веществ, а т.к. городу свойственна и естественная запыленность, то концентрация взвешенных веществ ежегодно превышает ПДК.

Полученные выводы подтверждают необходимость стабилизации и улучшения экологической обстановки, а также повышения уровня экологической безопасности населения. Для достижения данной цели необходимо решение ряда задач. Такие задачи были определены областной целевой программой «Охрана окружающей среды Новосибирской области» на 2004-2008гг.:

- Сокращение выбросов в атмосферу за счет усовершенствования технологических процессов, модификации газоочистного оборудования, совершенствования системы регулирования выбросов вредных веществ, перевода части автотранспорта на использование природного газа в качестве моторного топлива;

- Снижение объёма сброса загрязненных сточных вод в результате строительства и реконструкции канализационных очистных сооружений и сетей канализации в городах и районах области;

- Совершенствование системы обращения с отходами производства и потребления, включая обеспечение их безопасного хранения, внедрение современных технологий по обезвреживанию и утилизации токсичных отходов;

- Сохранение и восстановление биологического разнообразия за счет развития и совершенствования сети особо охраняемых природных территорий;

- Обеспечение радиационной безопасности населения;

- Совершенствование системы экологического мониторинга и контроля экологической ситуации в городах и районах области;

- Повышение культуры и грамотности населения области в вопросах охраны окружающей среды;

- Совершенствование законодательной, нормативно-правовой базы и структурно-организационных основ областной системы управления природоохранной деятельностью;

– Привлечение инвестиций и внебюджетного финансирования для обеспечения внедрения в организациях области передовых технологий.

Учитывая то, на сколько, остро стоит проблема загрязнения атмосферы выбросами автотранспорта, список требует постановки дополнительной задачи:

– Снижение степени негативного воздействия автотранспорта на окружающую среду, за счёт внедрения инноваций в модернизирование двигателя внутреннего сгорания (ДВС).

Несмотря на то что ухудшение экологической обстановки давно зафиксировано и подтверждено результатами мониторинга, а задачи необходимые для ее улучшения были сформулированы более пяти лет назад, статистика неутешительна. В последние годы Новосибирск стабильно входит в список двадцати городов с наибольшим количеством выбросов загрязняющих веществ от промышленных предприятий. По данным 2010 год он занял пятнадцатую строчку данного списка[8]. Количество выбросов вредных веществ в атмосферу от автотранспорта также очень велико и значительно превышает показатели десятилетней давности, при этом с 2001 года работа по сбору таких данных прекращена. Т.о. экологическая проблема в городе стоит очень остро, но расходы на охрану окружающей среды только сокращаются. Согласно проекту бюджета 2005 года они составили 10,9 миллиона рублей, а к 2007 году эта сумма уменьшилась вдвое – 5,4 миллиона рублей, это всего 0,03 процента в общей структуре расходов[9].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Всероссийская перепись населения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.perepis-2010.ru/news/detail.php?ID=6160>
2. Ежегодник состояния загрязнения атмосферного воздуха в городах и промышленных центрах, расположенных на территории деятельности Западно-Сибирского межрегионального территориального управления Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды за 2011 год. – Новосибирск, 2012. – С. 135, 176.
3. Схема расположения постов наблюдений за загрязнением атмосферного воздуха в г. Новосибирск [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.meteo-nso.ru/information.php?id=109>
4. Ежегодник состояния загрязнения атмосферного воздуха в городах и промышленных центрах, расположенных на территории деятельности Западно-Сибирского межрегионального территориального управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды за 2002 год. – Новосибирск, 2003. – С. 91, 128-132.
5. Ежегодник состояния загрязнения атмосферного воздуха в городах и промышленных центрах, расположенных на территории деятельности Западно-Сибирского межрегионального территориального управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды за 2007 год. – Новосибирск, 2008. – С. 86, 121-127.
6. Ежегодник состояния загрязнения атмосферного воздуха в городах и промышленных центрах, расположенных на территории деятельности Западно-Сибирского межрегионального территориального управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды за 1999 год. – Новосибирск, 2000. – С. 321.

7. Выбросы в атмосферу загрязняющих веществ, отходящих от стационарных источников, по городам с численностью постоянного населения 100 и более тысяч человек
8. (тысяч тонн) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.gks.ru/free_doc/new_site/oxrana/tab1/oxr_gorod2.htm
9. Приложение 1 к решению городского Совета от 22.12.2006 N 438: Бюджет города на 2007 год [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.novo-sibirsk.ru/partition/economics/finances/budget-2007/>

© В.В. Сафонов, 2012

АНАЛИЗ ПРОСТРАНСТВЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ ТРАНСПОРТОМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ 3D-МОДЕЛИ ГОРОДСКОЙ ТЕРРИТОРИИ

Дмитрий Владимирович Панов

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Новосибирск, Плахотного, аспирант кафедры экологии и природопользования, (913)7604333, e-mail: dima_panov@mail.ru

Леонид Александрович Черновский

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Новосибирск, Плахотного, 10, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры экологии и природопользования, (383) 361-08-86, e-mail: kaf.ecolog@ssga.ru

Алина Александровна Юдина

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Новосибирск, Плахотного, 10, студентка кафедры экологии и природопользования, (383) 361-08-86, e-mail: kaf.ecolog@ssga.ru

В работе приведены результаты оценки вклада автотранспорта в общее загрязнение атмосферы в районе типографии «Сибирь» и на прилегающих к ней улицах Сибиряков Гвардейцев, Немировича-Данченко. Для создания модели пространственного распределения загрязнителей в атмосфере города была создана 3D-модель участка возле типографии «Сибирь».

Ключевые слова: загрязнение атмосферы, экологическая оценка, 3D-модель.

3D CITY MODEL APPLICATION FOR ANALYZING ATMOSPHERIC SPATIAL POLLUTION FROM CAR EXHAUST

Dmitry V. Panov

A post-graduate student, department of Ecology and Nature Management, Siberian, State Academy of Geodesy, 8 Plakhotnogo st., 630108 Novosibirsk, phone: (913)7604333, e-mail: dima_panov@mail.ru

Leonid A. Chernovsky

Ph.D., Assoc. Prof., department of Ecology and Nature Management, Siberian, State Academy of Geodesy, 8 Plakhotnogo st., 630108 Novosibirsk, phone: (383) 361-08-86, e-mail: kaf.ecolog@ssga.ru

Alina A. Yudina

Student, department of Ecology and Nature Management, Siberian, State Academy of Geodesy, 8 Plakhotnogo st., 630108 Novosibirsk, phone: (383) 361-08-86, e-mail: kaf.ecolog@ssga.ru

The paper presents the data on the motor transport exhausts percentage in general atmospheric pollution in the vicinity of “Sibir” typography (Nemirovich-Danchenko and Sibiryakov-gvardeytsev streets). The model of the city air pollutants spatial distribution was developed on the basis of the 3D model of the site around “Sibir” typography.

Key words: air pollution, ecological assessment, 3D model.

Состояние атмосферы городов зависит от множества факторов, главным из которых является наличие источников выбросов, каковыми являются промышленные предприятия, предприятия теплоэнергетики и отопительные котельные ЖКХ, автотранспорт. Для крупных городов последний из перечисленных источников вносит наибольший вклад в общее загрязнение, например, в городе Новосибирске на автомобильный транспорт приходится 64,8% от всего объема загрязнителей, поступающих в атмосферу [1].

Существенное влияние на состояние атмосферы города оказывает не только наличие источников загрязнения, но и их пространственное распределение, топография местности, характер городской застройки и конечно метеоусловия. Совокупность всех этих факторов приводит к тому, что распределение загрязнений атмосферного воздуха в городе характеризуется сильной пространственной неоднородностью. А знание такой неоднородности чрезвычайно важно при планировании нового строительства жилых и производственных объектов, автомагистралей, поиска путей улучшения состояния окружающей среды и т.п.

Провести оценку этой неоднородности можно путем набора статистических данных фактической концентрации загрязнителей в разных точках в пределах городской территории. Таких точек для получения достоверной картины должно быть достаточно много и они должны быть распределены по территории равномерно.

К, сожалению, такой способ практически не выполним, поскольку требует огромных финансовых и материальных затрат. Чаще всего городские власти могут позволить себе получать информацию о состоянии атмосферы в ограниченном количестве точек. Так, в Новосибирске Центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды проводит регулярные наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха на 9 стационарных постах, что, естественно, не может дать подробную достоверную картину состояния атмосферы города. Однако данные, полученные на таких постах, могут служить критерием работоспособности теоретических моделей, описывающих пространственное распределение загрязнений.

Исследования по оценке влияния автотранспорта на общее загрязнение атмосферы были начаты с поста № 25 ЦГМОС. Данный участок интересен тем, что здесь есть водные объекты, рельеф достаточно пересеченный, имеется разноэтажная застройка, пересекаются две сильно нагруженные магистрали и расположен постоянный пост № 25.

Для оценки вклада автотранспорта в общее загрязнение атмосферы в районе топографии «Сибирь» на прилегающих к ней улицах Сибиряков Гвардейцев и Немировича-Данченко в июле 2011 года были проведены натурные исследования транспортного потока. А затем рассчитана концентрация угарного газа и оксидов азота на прилегающей к этим улицам территории, в том числе в точке расположения поста № 25 ЦГМОС.

Учет транспорта проводился студентами Сибирской государственной геодезической академии, обучающихся на специальности «Геоэкология».

Натурные обследования и расчеты проводились по методике, изложенной в [2].

Учет автотранспорта проводили по одному часу непрерывно три раза в день (7-8; 13-14; 18-19 часов) в течение недели. Отдельно учитывали легковые и грузовые автомобили.

В транспортном потоке на обследованных улицах преобладали легковые автомобили, на долю которых приходится 86-95% всего потока. Следует отметить, что выбранные для обследования участки названных выше улиц чрезвычайно перегружены, что не позволило выявить какую-либо зависимость интенсивности транспортного потока от времени суток и дня недели, за исключением выходных, когда интенсивность потока по сравнению с будними днями снижается на 25-40% (таблица 1).

Таблица 1. Интенсивность транспортного потока (авт/час) и концентрация некоторых загрязнителей (мг/м³) в атмосфере Новосибирска в районе поста №25 ЦГМОС

Дни недели	Улица		Оксид углерода		Оксиды азота	
	Сиб.- Гвард.	Н.- Данченко	расчетная	фактическая	расчетная	фактическая
Понедельник	3250	2617	0,97	3,4	0,13	0,05
Вторник	3465	2236	0,90	-	0,13	-
Среда	3653	2384	0,92	-	0,13	-
Четверг	4555	2432	0,89	2,3	0,13	0,02
Пятница	3430	2720	0,91	2,0	0,12	0,01
Суббота	2137	1882	0,56	2,0	0,07	0,02
Воскресенье	2238	1822	0,59	3,6	0,07	0,07

Полученные результаты не позволили выявить зависимости между интенсивностью транспортного потока и фактическим загрязнением атмосферы, более того, наибольшее загрязнение атмосферы наблюдалось в воскресный день, когда транспорта было меньше всего.

Это объясняется недостатками применяемой для расчета методики. Она практически не учитывает влияние рельефа, погодные условия и застройку территории. Так же стационарные посты наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха фиксируют общее загрязнение атмосферы, а не только от автотранспорта.

Для учета этих факторов оптимально использование 3D-модели городской территории. Анализ пространственного распределения загрязнения атмосферного воздуха эффективнее проводить с применением геоинформационных систем, которые позволяют формировать цифровые модели рельефа, отображать пространственные объекты в 3D – формате, что позволяет наглядно представить вид объектов исследования, проследить динамику процессов во времени и реализовать функции пространственного анализа данных.

С целью реализации такого подхода была создана 3D – модель исследуемого локального участка с центром в районе топографии «Сибирь»

диаметром около 6 километров. Для выбранного участка была сформирована цифровая модель рельефа (ЦМР) и ряд тематических слоев: здания, дороги, растительность.

При формировании слоя «здания», для каждого здания заполнялись следующие семантические характеристики: этажность, номер дома, улица, назначение.

Для создания слоя «растительность», использовался космический снимок и натурное дешифрирование. Космический снимок был наложен на слой здания по характерным общим точкам. Натурное дешифрирование позволило определить вид растительности произрастающей в выбранном районе.

Такой набор информации позволяет отображать городскую территорию в объемном виде и получать пространственную информацию о территории в любом направлении, например высоту здания с учетом его местоположения в рельефе. Фрагмент цифровой модели показан на рисунке.

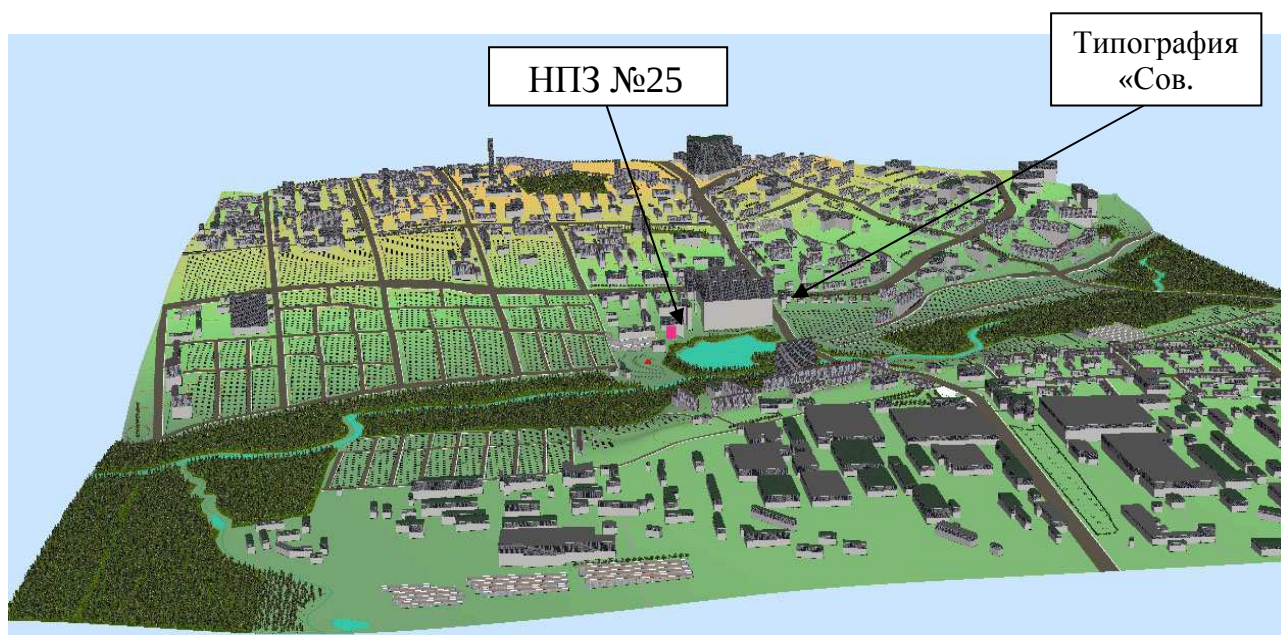


Рис. Фрагмент 3D-модели участка городской территории в окрестностях метеопоста (НПЗ № 25)

Необходимы дальнейшие исследования с получением не только данных об интенсивности транспортных потоков, но и фактическом распределении концентраций загрязнителей по территории. Наличие таких данных может служить основанием для установления корреляционных уравнений между состоянием атмосферы, интенсивностью транспортных потоков, фактическими строениями территории и рельефом местности. В свою очередь, эти уравнения можно будет использовать для построения карты пространственного распределения загрязнения атмосферы города в целом.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Государственный доклад о состоянии и об охране окружающей среды Новосибирской области в 2010 году. - Новосибирск, 2011. – 141 с.
2. Экологическая безопасность транспортных потоков. – М.: Транспорт, 1989. – 128с.

© *Д.В. Панов, Л.А. Черновский, А.А. Юдина, 2012*

ВЫДЕЛЕНИЕ СМЫТЫХ ПОЧВ ВОДОСБОРНОГО БАСЕЙНА НА ОСНОВЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ

Александр Федорович Путилин

Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, 630099, г. Новосибирск, ул. Советская 18, доктор биологических наук, старший научный сотрудник, тел. 222-55-21, e-mail: putilin@issa.nsc.ru

Аркадий Михайлович Шкаруба

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108. г. Новосибирск, доктор биологических наук, профессор кафедры экономики землеустройства и недвижимости, тел. 210-95-87, e-mail: kaf.zn@snga.ru

Показано, что цифровая модель рельефа, созданная на основе ГИС-технологий, позволяет разделить площади водосборов по углам наклона склонов и выделить почвы различной степени смытости с точной привязкой к местности.

Ключевые слова: водосборный бассейн, цифровая модель рельефа, ГИС-технологии, смытые почвы.

ALLOCATION OF WASHED SOILS OF CATCHMENT BASIN ON THE BASIS OF GIS-TECHNOLOGIES

Alexander F. Putilin

Institute of Soil Science and Agrochemistry of the Siberian Branch of the Russian Academy of Science, 630099, Novosibirsk, street Soviet 18, Dr. Sci.Biol., the senior scientific employee, ph. 222-55-21, e-mail: putilin@issa.nsc.ru

Arkadiy M. Shkaruba

The Siberian State Geodetic Academy, 630108. Novosibirsk, Dr. Sci.Biol., the professor of faculty of economy of land management and the real estate, ph. 210-95-87, e-mail: kaf.zn@snga.ru

It is shown that the digital model of a relief created on the basis of GIS-technologies is allows to separate the catchments areas on angles of inclination of slopes and to allocate soil of a various degree of washing an exact binding to region.

Key words: catchments basin, digital model of a relief, GIS-technologies, washed of soil.

Сохранение плодородия почв является актуальной задачей современности, и в дальнейшем ее значение будет возрастать. Это обусловлено широким развитием эрозионных процессов и увеличением площади деградированных почв, что вызывает ряд острых проблем сохранения почвенного плодородия и снижения урожайности сельскохозяйственных культур. Для применения специальных почвозащитных севооборотов и комплекса противоэрозионных мероприятий необходимо определение точного местоположения смытых почв на обрабатываемых склонах водосборных бассейнов.

Обрабатываемые земли лесостепной зоны юго-востока Новосибирской области имеют достаточно высокое горизонтальное и вертикальное расчленение. Около половины пашни имеют уклон свыше одного градуса, на которых активно развиваются процессы водной эрозии почв. Основными

факторами развития водной эрозии в Сибири являются высокие запасы воды в снеге, глубокое и сильное промерзание почв, короткий период весеннего снеготаяния, обуславливающие формирование большого объема поверхностного стока. Основной годовой смыв почв (75-80%) происходит во время весеннего снеготаяния. Летний смыв почв происходит не ежегодно и носит подчинительный характер.

Размывающее эрозионное воздействие поверхностного стока определяется величиной живого сечения водного потока и его скоростью, которая зависит от угла наклона склона. Исследованиями установлено, что скорость водного потока пропорциональна углу наклона склона (при прочих равных условиях). Следовательно, на первый план выдвигается задача выделения склонов различной крутизны в пределах водосборной площади.

В целом водосбор представляет собой совокупность элементарных поверхностей имеющих различный уклон и ориентировку в пространстве. Специфика расположения этих поверхностей, заключается в строгой закономерности их пространственно-временного расположения, которая обеспечивает концентрацию всех вещественных потоков к главному тальвегу водосбора и в дальнейшем их движение к замыкающему створу водосборного бассейна. Такое построение поверхности водосборного бассейна предопределено историей формирования выработки в геологическом субстрате всех водосборных бассейнов, независимо от их размеров и конфигурации. Кроме этого водосборные бассейны разного порядка имеют строгую иерархию соподчинения и ряд специфических особенностей [1].

Рельеф долин рек юго-востока Новосибирской области приобрел современные очертания к началу голоцена. Выработка водосборных бассейнов рек происходила в рыхлых отложениях среднего плейстоцена различного генезиса под эрозионно-денудационным воздействием поверхностных вод, эоловых процессов и гравитации. Под воздействием атмосферных осадков и общей экзогенной составляющей на рыхлые отложения на протяжении длительного периода времени сформировался расчлененный рельеф водосборных бассейнов с почвенно-растительным покровом. В настоящее время естественный ландшафтный комплекс находится в устойчивом динамическом равновесии, в котором протекают медленные эволюционные геологические процессы денудации.

Сельскохозяйственное освоение больших территорий в Новосибирской области вызвало кардинальное изменение и перераспределение водного баланса территории в сторону увеличения поверхностного стока и широкое развитие водной эрозии почв. Так, из 3910 тыс. га пашни в 1989 г. было деградировано 202,4 тыс. га - из них слабосмытых 174,1, средне- и сильносмытых 28,3 тыс. га [2]. За 20 прошедших лет (2009 г.) процессы водной эрозии продолжали интенсивно развиваться, и площадь слабосмытых почв составила 211,54 тыс. га, среднесмытых 31,97 тыс. га и сильносмытых 1.85 тыс. га. Всего деградировано 245,36 тыс. га [3]. Таким образом, общая площадь смытых почв в области за 20 лет увеличилась на 42,96 тыс. га. Необходимо отметить, что слабо, средне и - сильносмытые почвы практически невозможно выделить в чистом виде в

расчлененных лесостепных ландшафтах, в силу специфического выноса почвенных частиц водным потоком. Поэтому речь может идти о выделении ареалов эродированных почв, состоящих из комплексов почв разной степени смывости, включающих и фрагменты

несмытых почв [4]. В связи с этим в комплекс слабоэродированных почв включают: 30-70% слабосмытых и не более 15% среднесмытых почв; в комплекс среднеэродированных почв 15-40% средне и -сильноэродированных почв; комплексы сильноэродированных почв состоят на 60% из средне- и сильноэродированных почв [5]. Исходя из вышесказанного, авторы под используемыми терминами слабо, средне и -сильносмытыми почвами подразумевают комплексы эродированных почв.

Исследованиями эрозионных процессов, как в европейской части России, так и в Сибири, установлена прямая зависимость степени смывости почв и угла наклона склонов земной поверхности. Выявлено, что сильно и -среднесмытые почвы расположены на наиболее крутых обрабатываемых склонах [4, 6].

Водораздельные пространства с уклонами до 1° , в большинстве случаев, заняты неэродированными зональными полнопрофильными почвами. Поверхностный сток талых и ливневых вод, формирующийся на этих почвах, медленно стекает в направлении более крутых участков склона. Передвижение поверхностных вод на таких площадях поверхности носит плащеобразный поверхностный вид и имеет преимущественно ламинарный характер. Незначительный уклон водораздельных склонов не позволяет стекающей воде приобрести скорость необходимую для размыва почв. В отдельных случаях, при уклонах в 1° , наблюдается незначительное локальное перемещение вниз по склону тонких почвенных частиц. Вынос почвенной массы в этом случае крайне незначителен и по оценке разных исследователей составляет первые десятки кг с га за год.

К пологим склонам водоразделов непосредственно примыкают склоны с уклонами $1-3^\circ$, которые занимают основную часть пахотного клина обрабатываемых наклонных площадей. Эти склоны принимают часть поверхностного стока с вышележащих, приводораздельных площадей. Здесь же формируется большая часть стекающих талых и ливневых вод. На увеличивающихся уклонах поверхности склонов происходит увеличение скорости поверхностного стока до размывающих величин. Водные потоки имеют микроструйчатый и струйчатый вид, и основной вынос почв происходит в сформировавшихся микроруслах. В результате размыва и выноса почв с этих частей склонов, здесь формируются слабосмытые почвы, которые занимают около 86% площади всех смытых почв.

Склоновые земли с уклонами $3-5^\circ$ занимают меньшую площадь пашни, и являются пограничным звеном пашни с наибольшим уклоном. На эти части склонов поступает поверхностный сток формирующийся, как на приводораздельных склонах, так и на вышележащих склонах с уклонами до 3° . Кроме этого здесь формируется собственный поверхностный сток. Как правило, распаханые склоны с уклонами $3-5^\circ$ изрезаны системой ложбин стока разного порядка, а микросклоны ложбин имеют собственную систему микроструйчатых

размывов. Основной вынос почвенной массы происходит по тальвегам ложбин стока и нередко достигает плужной подошвы. Ежегодный смыв почв по тальвегам ложбин стока и последующая вспашка и запашка этих эрозионных борозд, приводят к формированию средне и сильносмытых почв. В полевых условиях почвы такой степени деградации хорошо диагностируются при свежей распашке, по характерной бурой окраске на общем темном фоне обработанных склонов. В площадном отношении средне и сильносмытые почвы занимают совместно около 14% от общей площади смытых почв.

Выделение ареалов смытых почв в полевых условиях производят путем визуального описания почвенных разрезов, отбора образцов почв. Уменьшение мощности гумусового горизонта является основным показателем деградированности почвенного покрова. Важным моментом этих работ является выбор эталона не смытых почв. Как правило, за эталон, берут почвы водоразделов или не обрабатываемые почвы склона, одного гипсометрического уровня и желательно одной экспозиции. Последующая обработка образцов и полученные данные по запасу гумуса и полевые данные о мощности гумусового горизонта позволяют окончательно провести разбраковку почвенных ареалов по степени смытости почв.

Таким образом, площади водосборов разделяются по углам наклона склонов на несколько пространственных ареалов (полос-ступеней), которым соответствуют элювиальные, трансэлювиальные и трансаккумулятивные ландшафты, которым соответствует разная степень деградации почв.

Формирование ландшафтов обусловлено комплексным влиянием физико-географических и гидрогеологических условий, свойств почвообразующих пород, типов растительности и антропогенеза. Уничтожение естественных ценозов повлекло за собой существенное перераспределение водного баланса, выразившегося в значительном увеличении поверхностного стока талых и ливневых вод.

Степень смытости почв и уклон распаханых склонов имеют прямую корреляционную зависимость. Выделение точного местоположения почв с различной степенью смытости на расчлененных лесостепных ландшафтах приобрело реальную возможность только при водосборно-бассейновом подходе к решению этой проблемы, использованием ГИС-технологий и созданием цифровой модели рельефа (ЦМР). Создание ЦМР позволяет произвести выделение водосборных бассейнов разного порядка и расчленение их водосборной площади на склоны различной крутизны имеющих различную степень деградации. В результате каждый ареал деградированных почв имеет точное пространственное местоположение и координатную привязку на водосборной площади речного бассейна и его взаимосвязь с миграционными вещественными потоками с выше и ниже- расположенными почвенными ареалами.

Итогом работы является создание почвенно-эрозионной карты крупного масштаба для сельскохозяйственных организаций. Полевое почвенно-эрозионное обследование конкретного водосбора, даже при соблюдении всех необходимых условий инструкции почвенного картирования, не позволяет

обследовать каждый ареал смытых почв, особенно при сильно и средне-расчлененном рельефе. Поэтому ареалы почв различной степени смытости произвольно объединяли в один ареал смытых почв. Однако современное сельскохозяйственное производство требует более четкого картографического выделения ареалов почв разной степени смытости.

Отработка методических вопросов использования ГИС-технологий, для выделения местоположения ареалов смытых почв на водосборном бассейне, была проведена нами при почвенно-эрозионном обследовании водосбора лога Топкий реки Ирмень, с заложением опорных разрезов и отбором образцов. В процессе полевых работ были выделены (по мощности гумусового горизонта) ареалы слабо и средне смытых почв. Анализ данных почв на конкретном водосборе по запасам гумуса различной степени деградации позволил подтвердить приуроченность степени их смытости и склонам определенной крутизны.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Хортон Р.Е. Эрозионное развитие рек и водосборов. - М.: Изд-во иностр. лит-ры, 1948.- 158 с.
2. Реймхе В.В., Танасиенко А.А., Ковалева С.Р., Путилин А.Ф., Рейнгард Я.Р. Эрозионные процессы и пути создания эрозионноустойчивых сельскохозяйственных ландшафтов //Основы использования и охраны почв Западной Сибири. – Новосибирск: Наука. Сиб. Отд-ние, 1989. - С.52- 96.
3. Хмелев В.А., Танасиенко А.А. Земельные ресурсы Новосибирской области и пути их рационального использования. – Новосибирск, Изд-во СО РАН, 2009. 346 с.
4. Кузнецов М. С., Глазунов Г. П. Эрозия и охрана почв:– М.: Изда-во МГУ, Изд. «Колос С», 2004. - 352 с.
5. Бахирев Г.И. Эрозионноопасные земли Могилевской области БССР и их защита от эрозии: Автореф. дис ... канд. биол. наук.- Жодино, 1974.- 31 с.
6. Орлов А. Д. Эрозия и эрозионноопасные земли Западной Сибири.– Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1983. - 207 с.

© А.Ф. Путилин, А.М. Шкаруба, 2012

АНТРОПОГЕННЫЙ ПРЕСС НА ЭКОСИСТЕМЫ СЕВЕРНОЙ ТАЙГИ И ПОЧВЕННАЯ МИКРОБОБИОМАССА

Михаил Владимирович Якутин

Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, 630099, г. Новосибирск, ул. Советская, 18, доктор биологических наук, старший научный сотрудник лаб. Биогеоценологии, тел. (383)222-54-15, e-mail: yakutin@issa.nsc.ru; СГГА, Новосибирск, профессор кафедры экологии и природопользования

Андрей Геннадьевич Шарикалов

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, аспирант кафедры экологии и природопользования, тел. (383)361-08-86, e-mail: sharikalov.andrey@gmail.com

Александр Игоревич Шепелев

Сургутский государственный университет ХМАО – Югры, 628403, Тюменская обл., г. Сургут, пр. Ленина, 1, доктор биологических наук, профессор кафедры ботаники, (346)276-31-52, e-mail: landscape-ecology@yandex.ru

Оценивается уровень биомассы почвенных микроорганизмов в антропогенно-нарушенных экосистемах северной тайги. Делается вывод о возможности использования почвенно-микробиологических методов в практике почвенно-экологического мониторинга в таежной зоне.

Ключевые слова: Западная Сибирь, северная тайга, почва, биомасса микроорганизмов, нефтегазодобыча, антропогенный пресс, почвенно-экологический мониторинг.

ANTHROPOGENOUS PRESS ON THE NORTHERN TAIGA ECOSYSTEMS AND SOIL MICROBIOMASS

Mikhail V. Yakutin

Institute of Soil Science and Agrochemistry SB RAS, 18 Sovetskaya, Novosibirsk, 630099, ScD, senior researcher, laboratory of biogeocenology, tel. (383)222-54-15, e-mail: yakutin@issa.nsc.ru; SSGA, Novosibirsk, professor of department of ecology and wildlife management

Andrei G. Sharikalov

Siberian State Academy of Geodesy, 10 Plakhotnogo, Novosibirsk, 630108, post graduate student, department of ecology and wildlife management, tel. (383)361-08-86, e-mail: sharikalov.andrey@gmail.com

Alexandr I. Shepelev

Surgut State University, 1 Lenin avenue, Surgut, Tyumen region, 628403, ScD, professor of department of botany, (346)276-31-52, e-mail: landscape-ecology@yandex.ru

The level of a soil microbial biomass in the antropogen-broken ecosystems of northern taiga is estimated. The conclusion about possibility of use of soil-microbiological methods in the soil-ecological monitoring practice in a taiga zone is becomes.

Key words: Western Siberia, northern taiga, soil, a biomass of microorganisms, oil and gas recovery, an anthropogenous press, soil-ecological monitoring.

Нефтегазодобывающая промышленность в северных районах Западной Сибири является основным агентом воздействия на природные экосистемы. Остальные агенты антропогенного пресса: лесное хозяйство, городская промышленность, коммунальное хозяйство, дорожно-транспортная сеть, – по масштабам и глубине своего влияния несоизмеримы со специфическим воздействием нефтегазодобычи и опосредовано связаны с ней [1].

Цель данной работы состояла в анализе особенностей изменения почвенной микроббиомассы в подзоне северной тайги под влиянием антропогенного пресса, связанного с нефтегазодобычей. Для этого были использованы собственные и литературные данные.

Исследования были проведены в Ямало-Ненецком автономном округе в окрестностях г. Тарко-Сале и г. Ноябрьск. На Ханчейском газовом месторождении нарушения сводились к вырубке леса для создания вертолетной площадки или к засыпанию песком низинного болота для создания основания кустовой площадки. На Холмогорском и Пограничном нефтяных месторождениях изучались участки, испытавшие на себе влияние разлива подтоварных вод. В соответствии с почвенно-географическим районированием изученные месторождения находятся в границах Обско–Пуровской провинции глеево-слабоподзолистых и подзолистых иллювиально-гумусовых почв. Болотные почвы в структуре почвенного покрова составляют около 50% [2].

Строительство и функционирование нефтепромысловых объектов связано с уничтожением на отдельных участках естественных биологических сообществ. Это приводит к изменениям в условиях существования смежных с ними экосистем, к изменению ландшафтных взаимосвязей на территории в целом и к возникновению новых экосистем на месте уничтоженных. Изменения рельефа на территории месторождений происходит при отсыпки песчаным грунтом дорожных дамб, кустовых оснований и других промышленных площадок, а также при образовании карьерных выработок. Песчаная поверхность быстро высыхает после дождя, а сухой грунт местообитаний медленно зарастает. Отсыпка песчаного грунта на болотных и аллювиальных луговых почвах фактически превращает их в потенциально лесные. Уже в процессе эксплуатации месторождения по периферии отсыпок начинается формирование ивовых молодняков. По завершению эксплуатации с последующей рекультивацией и возобновлением древесных пород они могут быть переведены в категорию лесных земель [1, 3].

Отсыпные дорожные дамбы, проложенные по болотной территории, часто затрудняют поверхностный и болотный сток. За счет подтоплений вдоль почти всей площади дорожных трасс, проходящих по болотам, увеличивается обводненность торфяников. Подтопления, вызванные плохой организацией водопропуска при пересечении дорожными дамбами мелких пойм ручьев, безруслых ложбин покрытых лесами, а также заболоченных лесов по окраинам болотных массивов приводят к массовому усыханию древостоев. На

механически нарушенных участках происходит уничтожение растительных сообществ и частичная минерализация почв. Отрицательный эффект, особенно во влажных местообитаниях оказывают скальпирование и уплотнение почв, что часто ухудшает условия возобновления леса [1].

Микробная биомасса является важнейшим функциональным агентом молодой почвы, определяя ее развитие. Чем больше масса микроорганизмов, тем активнее идет процесс формирования почвы. Особенно велика роль биомассы микроорганизмов в процессах фиксации и последующей мобилизации атмосферного азота, который после лизиса микробных клеток становится доступным растениям. Жизнедеятельность почвенных микроорганизмов-деструкторов связана с окислением связанного углерода до CO_2 . Количество продуцированной при этом углекислоты зависит от количества организмов и интенсивности обменных процессов [5, 6, 7].

Первичные лесные сукцессии на кварцевых песках изучены к настоящему времени достаточно хорошо, и все авторы сходятся во мнении, что такие сукцессии имеют долгосрочный характер: постепенно происходит увеличение биомассы экосистемы в целом и накопление запасов почвенного органического вещества. Длительность первичной сукцессии, например, в условиях Подмосквья оценивается в 650-950 лет [8], в условиях лесной зоны Урала – более 200 лет [9], а в окрестностях Великих озер США – примерно 300 лет (145-400) [10]. При изучении первичных сукцессий в почвах Финляндии показано постепенное увеличение биомассы почвенных микроорганизмов и базального дыхания с возрастом молодой экосистемы [11], что связывается авторами с увеличением содержания органического вещества в почве.

Процесс формирования микробной биомассы в молодых почвах в подзоне северной тайги, как это продемонстрировано в нашем исследовании, является также длительным. Если процесс становления деструкционного звена биологического круговорота в эмбриоземах, сформированных в результате песчаной отсыпки, будет проходить такими же темпами, как в первые 20 лет, то содержание С-биомассы по нашим оценкам достигнет зонального уровня через 175 лет, а дыхательная активность – через 500 лет. Притом, что концентрация $\text{C}_{\text{орг}}$ в верхнем горизонте молодых почв достигнет уровня зональной почвы через 1600 лет.

Большую долю среди всех воздействий на экосистемы в подзоне северной тайги занимают химические загрязнения, которые имеют наиболее серьезные последствия. При наличии сплошного нефтяного покрова можно говорить о разливах нефти, что встречается при прорывах продуктопроводов. Добываемая сырая нефть, как правило, сильно обводнена. При ее разливах сплошной покров нефти отсутствует, но нефтяное загрязнение комбинируется с засолением (1-3 г/л), вызванным пластовыми водами, поднимаемыми вместе с нефтью. В среднем, на каждом 1 м² нефтезагрязненной почвы концентрируется до 1,5-1,7 кг углеводов нефти [1, 12].

Чисто солевое загрязнение связано с разливами пластовых вод, используемых для поддержания пластового давления, буровых и тампонажных растворов, применяемых при бурении и ремонте скважин. На болотах грунт, как

правило, концентрируется в непосредственной близости от кустовой площадки, а солевые растворы распространяются по поверхности с болотным стоком. При солевых загрязнениях при умеренных концентрациях (менее 300-500 мг/л) может увеличиваться прирост древесных пород, при больших концентрациях наблюдается гибель растительности, связанная с токсичным действием растворов, поскольку больше всего распространено хлоридно-натриевое засоление [1].

В результате разлива подтоварных вод, как было показано в нашем исследовании, уже через несколько лет происходит снижение концентрации солей до фоновых значений. К этому же времени происходит восстановление биомассы почвенных микроорганизмов и дыхательной активности до уровня ненарушенной почвы. В случае если участок, залитый подтоварными водами, был засыпан песком, мы имеем дело с типичной первичной сукцессией.

Увеличение объемов добычи углеводородного сырья в Западной Сибири сопровождается масштабным загрязнением почв битуминозными веществами. На территории некоторых месторождений на каждый 1 м² поверхности (исключая собственно поверхности разливов) приходится около 20 г нефти. При разливах нефти, прежде всего, ухудшается режим аэрации, снижается порозность, растет гидрофобность почв, отмечено снижение общей кислотности почв, возрастание содержания обменных оснований [1, 13].

Загрязнение нефтью и нефтепродуктами приводит к гибели подавляющего количества видов растений. Причиной этого помимо токсичного действия нефти и сопутствующих ей веществ является кислородное голодание. Восстановление растительности обеспечивается благодаря физической деградации нефти и ее микробиальному разложению [1]. Несмотря на увеличение биомассы микроорганизмов после нефтяного разлива [14], микробные ценозы почвы претерпевают значительные изменения в течение уже первых нескольких дней после разлива. Изменяется численность и разнообразие бактерий, снижается разнообразие микромицетов, и в составе типичного микромицетного комплекса увеличивается число штаммов с фитотоксическими свойствами [15, 16].

В исследованиях, выполненных на территориях с давними сроками загрязнения нефтью и нефтепродуктами, показано сохранение и даже усиление во времени неблагоприятных химических и физико-химических свойств [17]. В особенно сложном положении оказываются почвы и донные отложения участков, занимающие подчиненное положение в рельефе, торфяные, торфяно-глеевые и торфянисто-глеевые почвы: в них процессы разложения нефтепродуктов протекают замедленно [19]. Восстановление экосистем, загрязненных нефтью, протекает с различной скоростью. При удалении нефти ценозы могут восстанавливаться за 10-20 лет. Прогноз восстановления северных сообществ с господством моховых сообществ и полукустарничков – 80-100 лет [1, 13].

Таким образом, различия ненарушенных таежных и болотных экосистем с одной стороны и их антропогенно трансформированных аналогов с другой стороны по ряду почвенно-микробиологических показателей делает возможным

использование этих показателей (биомасса почвенных микроорганизмов, дыхательная активность) в мониторинге экосистем северной тайги, нарушенных в результате нефтегазодобычи.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Васильев С.В. Воздействие нефтегазодобывающей промышленности на лесные и болотные экосистемы / С.В. Васильев. – Новосибирск: Наука. Сиб. предприятие РАН, 1998. – 136 с.
2. Обустройство конденсатного промысла Восточно-Таркосалинского и Ханчейского месторождений. Ханчейское месторождение. Кн. 4. / Производственно-техническая документация ООО «НОВАТЭК-ТАРКОСАЛЕНЕФТЕГАЗ». – 46 с.
3. Шилова И.И. Первичная сукцессия растительности на техногенных песках нефтегазодобывающих районов Среднего Приобья / И.И. Шилова. – Экология. – 1997. – № 6. – С. 5–15.
4. Экология и рекультивация техногенных ландшафтов / И.М. Гаджиев, В.М. Курачев, Ф.К. Рагим-заде [и др.] – Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1992. – 305 с.
5. Иванникова Л.А. Суточная и сезонная динамика выделения CO₂ серой лесной почвой / Л.А. Иванникова, Н.А. Семенова // Почвоведение. – 1988. – № 1. – С. 134–139.
6. Kale S.P. Relationship between microbial numbers and other microbial indices in soil / S.P. Kale, K. Raghu // Bull. Environ. Contam. and Toxicol. – 1989. – V. 43. – P. 941–945.
7. Kursar T.A. Evaluation of soil respiration and soil CO₂ concentration in a lowland moist forest in Panama / T.A. Kursar // Plant and Soil. – 1989. – V. 113. – P. 21–29.
8. Моделирование динамики органического вещества в лесных экосистемах / [отв. ред. В.Н. Кудеяров]. – М.: Наука, 2007. – 380 с.
9. Махонина Г.И. Экологические аспекты почвообразования в техногенных экосистемах Урала / Г.И. Махонина. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2003. – 356 с.
10. Lichter J. Primary succession and forest development on coastal Lake Michigan sand dunes / J. Lichter // Ecol. Monographs. – 1998. – V. 68. – P. 487–510.
11. Aikio S. Soil microbial activity and biomass in primary succession of a dry heath forest / S. Aikio, H. Vare, R. Strommer // Soil Biol. Biochem. – 2000. – V. 32. – P. 1091–1100.
12. Михайлова Л.В. Химическое загрязнение – одна из основных экологических проблем Обь-Иртышского региона / Л.В. Михайлова. – Пути и средства достижения сбалансированного эколого-экономического развития в нефтяных регионах Западной Сибири: Труды NDI. – 1995. – Вып. 1. – С. 43–45.
13. Сивоконь И.С. Анализ современного состояния природной среды в районе Ватинского нефтяного месторождения / И.С. Сивоконь // Биол. Ресурсы и природопользование. – 1997. – Вып. 1. – С. 99–113.
14. Joergensen R.G. Biomass and activity of microorganisms in a fuel oil contaminated soil / R.G. Joergensen, F. Schmaedeke, K. Windhorst, B. Meyer // Soil. Biol. Biochem. – 1995. – V. 27, № 9. – P. 1137–1143.
15. Посттехногенные экосистемы Севера / [отв. ред. И.Б. Арчегова, Л.П. Капелькина]. – СПб.: Наука, 2002. – 159 с.
16. Киреева Н.А. Литическая активность микромицетов нефтезагрязненных почв как один из факторов фитотоксичности / Н.А. Киреева, М.Д. Бакаева, А.М. Мифтахова // Агрохимия. – 2006. – № 9. – С. 75–81.
17. Габбасова И.М. Оценка состояния почв с давними сроками загрязнения сырой нефтью после биологической рекультивации / И.М. Габбасова, Ф.Х. Хазиев, Р.Р. Сулейманов // Почвоведение. – 2002. – № 10. – С. 57–65.
18. Слащева А.В. Почвенно-геохимическая оценка территории нефтяного месторождения в Среднем Приобье / А.В. Слащева // Вестн. Моск. ун-та. – Сер. 5. География. – 2003. – № 3. – С. 27–33.

ЯВЛЕНИЕ СУТОЧНОЙ ПОВТОРЯЕМОСТИ ВОЗБУЖДЕНИЯ ШУМА В СИГНАЛАХ ЛАЗЕРНОГО ДЕФОРМОГРАФА

Валерий Александрович Орлов

Институт лазерной физики СО РАН, 630090, г. Новосибирск, пр. Лаврентьева, 13/3, заведующий лабораторией доктор физико-математических наук, тел. (383) 333-30-72, e-mail: lss@laser.nsc.ru

Михаил Дмитриевич Парушкин

Институт лазерной физики СО РАН, 630090 г. Новосибирск, пр. Лаврентьева, 13/3, аспирант, тел. (383) 333-30-72, e-mail: mihail.parushkin@mail.ru

В докладе представлено описание эффекта суточной повторяемости возбуждения шума в сигналах лазерного деформографа с периодами колебаний в области нескольких десятков секунд. Практический интерес к изучаемому явлению связан с систематическим нарушением суточной периодичности накануне региональных землетрясений. Анализируются различные физические механизмы объясняющие наблюдаемый шум.

Ключевые слова: шумы лазерного деформографа, суточная повторяемость, региональная сейсмичность, гравитационный механизм.

THE PHENOMENON OF DIURNAL NOISE EXCITATION REPEATABILITY IN LASER DEFORMOGRAPH SIGNALS

Valery A. Orlov

Institute of Laser Physics of SB RAS, 13/3 Prospect Lavrentyeva, Novosibirsk, 630090, head of laboratory, doctor of physical and mathematical sciences, tel. +7(383)333-30-72, e-mail: lss@laser.nsc.ru

Mihail D. Parushkin

Institute of Laser Physics of SB RAS, 13/3 Prospect Lavrentyeva, Novosibirsk, 630090, postgraduate, tel. +7(383)333-30-72, e-mail: mihail.parushkin@mail.ru

In this paper, the effect of diurnal noise excitation repeatability in laser deformograph signals, with oscillation periods of about several tens of seconds, is described. The phenomenon being studied is of practical interest due to systematic diurnal periodicity disturbance before regional earthquakes. Various physical mechanisms explaining the observed noise are analyzed.

Key words: laser deformograph noise, diurnal repeatability, regional seismicity, gravitational mechanism.

Введение

Явлению суточной периодичности в сейсмической активности, регистрируемой в различных регионах планеты, в настоящее время уделяется большое внимание [1–3]. Интерес к этому явлению, с одной стороны, связан с изучением геофизических механизмов, определяющих процессы формирования и развития региональной и общепланетарной сейсмичности, с другой,

обусловлен потребностью предсказывать место и время крупных землетрясений. Несмотря на то, что первые серьезные публикации по осуждаемой проблеме появились четыре десятилетия назад, природу наблюдаемой периодичности, по утверждениям авторов современных публикаций, до сих пор однозначно установить не удалось [1,2]. Эти утверждения касаются как суточной повторяемости мало энергетических землетрясений с магнитудой $M \sim 1$, так и сейсмоакустической эмиссии, регистрируемой в виде механического колебательного шума земных недр в диапазоне периодов от десятых долей герца до нескольких килогерц. Поскольку одной из особенностей суточной периодичности земного сейсмического шума являлось наблюдение в нем максимума, приуроченного к полудню, т.е. к интервалу между 11 и 17 часами местного времени, авторы многих публикаций так или иначе связывали этот эффект с техногенным механизмом, приписывая ему антропогенное происхождение (промышленная деятельность, транспорт). Наш интерес к исследованию микросейсмического шума возник в связи с аномальным поведением высокочастотных сигналов, регистрируемых лазерным деформографом накануне ряда сильных землетрясений в Байкальской рифтовой зоне (БРЗ). Было высказано предположение, что генерация регистрируемых гармоник шума с периодами несколько десятков секунд является следствием резонансного возбуждения радиальных (вертикальных) колебаний слоев неоднородной, стратифицированной по плотности Земли. Однако вопрос об источниках и механизме возбуждения шумов в земной коре оставался открытым. Без ответа на этот вопрос ставилась под сомнение прогностическая ценность явления возрастания деформационного шума перед землетрясениями. Продолжение исследований по изучению вариаций амплитуды шумов регистрируемых в обоих измерительных плечах лазерного деформографа привело к наблюдению их суточной периодичности [4]. В этом же сообщении было обращено внимание на отсутствие корреляции между наблюдаемым шумом и деформационным сигналом лунно-солнечного прилива. Отсутствие в шумовом сигнале 12 часовой периодичности указывало на независимость этого наблюдаемого явления от гравитационного влияния Луны, градиент гравитационной силы которой на поверхности Земли в несколько раз больше, чем от Солнца. Кроме того, достаточно строгое повторение максимумов в огибающей амплитуды шума через 24 часа с наивысшим ее значением в период нахождения Солнца в зените, указывало, по мнению авторов, на основную его роль в этом явлении. Такую связь объяснили в предположении, что временная зависимость генерируемого шума обусловлена 24-часовыми вариациями не самой гравитационной силы от Солнца, а вариациями её гравитационного потенциала в разных земных слоях, приводящих из-за скачков плотности стратифицированной по радиусу Земли к суточным изменениям дополнительного давления на границах между земными слоями.

В связи с нарушением периодичности возбуждаемого шума за несколько суток перед сильными региональными землетрясениями возникла необходимость более тщательного изучения вопроса о гравитационном механизме происхождения суточной периодичности шума, наблюдаемого в

сигналах лазерного деформографа, и приуроченности максимума шумовой составляющей к зенитному положению Солнца.

Метод лазерных деформографических наблюдений

Первостепенной задачей лазерных деформографических наблюдений, проводимых с помощью оригинального автоматизированного лазерного комплекса в штольне на сейсмостанции «Талая» Байкальской рифтовой зоны (БРЗ) является изучение динамических особенностей и явлений в земной коре накануне землетрясений. Поскольку БРЗ является сейсмически опасным регионом, а именно источником большого количества землетрясений в год, главная цель этих исследований – отработка методики регистрации среднесрочных и краткосрочных предвестников землетрясений. Основное внимание в исследованиях обращается на изучение аномалий деформационных процессов, сопровождающих региональные сейсмособытия.

Отработка методики среднесрочных и краткосрочных предвестников землетрясений проводится с помощью лазерного деформографического комплекса с регистрацией сигналов деформаций в двух взаимно ортогональных интерферометрических плечах и одном коротком компенсационном плече. Схема его оптической части показана на рис. 1 и подробно описана в [3].

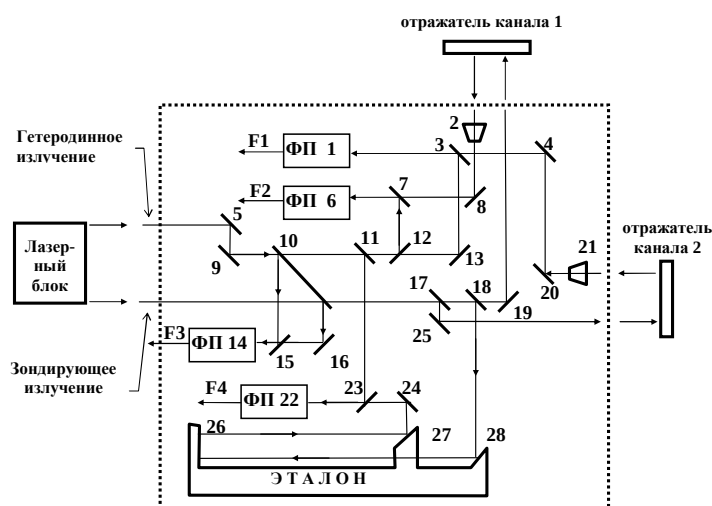


Рис. 1. Оптическая схема двухкоординатного лазерного деформографа

В состав комплекса входит гетеродинный интерферометр, который состоит из четырех независимых оптических каналов – трех измерительных и одного опорного. Они выполнены по схеме несимметричного интерферометра Майкельсона, где в качестве опорного оптического излучения используется излучение гетеродинного лазера, смещенного по частоте на 1 МГц относительно зондирующего, посылаемого на перемещающийся объект.

В данную конструкцию деформографа входит оптический узел, предназначенный для компенсации влияния атмосферы и частотной нестабильности лазеров. Длина обоих измерительных плеч равна 25 м. Запись сигналов деформографа производится с помощью компьютера с частотой

дискретизации 0.5 Гц. Особенностью разработанного для измерений в штольне автоматизированного лазерного деформографического комплекса является то, что он обладает в присутствии атмосферы высокой относительной чувствительностью порядка $10^{-9} \div 10^{-10}$ к малым перемещениям в широком диапазоне периодов колебаний, $100 \div 10^7$ с, позволяет регистрировать собственные и приливные колебания Земли, а также особенности деформационных процессов в земной коре, сопровождающих сейсмичность.

Методика выделения суточных вариаций шума лазерного деформографа и их анализ

Для изучения временной зависимости амплитуды шума деформографа использовалась методика, которая несколько отличалась от применяемой ранее в работе [4]. При выделении шума поступали следующим образом. На первом этапе выбирались фрагменты деформационных записей длительностью не менее одной недели, одновременно полученных в трех независимых каналах регистрации с временной дискретизацией $\tau=2$ с. Для анализа использовался экспериментальный материал, накопленный в течение 17 лет, с равномерной ежемесячной выборкой в течение года. Две записи принадлежали сигналам, зарегистрированным в двух независимых ортогонально расположенных измерительных плечах ($L_1=L_2=25$ м) лазерного интерферометра. Третья – соответствовала сигналу короткого контрольного плеча, развязанного с горной породой, регистрирующему фазовый набег, связанный с изменением показателя преломления воздуха в штольне и долговременными вариациями длины волны лазерного излучателя. Полученные за один и тот же промежуток времени массивы данных подвергались операции фильтрования в полосе периодов колебаний 10 – 40 с. На рис.2.А. проиллюстрирован пример фильтрации деформационного сигнала одного из измерительных плеч демонстрирующий суточную вариацию шума. По оси абсцисс отложено среднее Гринвичское время (*GMT*). Вертикальными пунктирными линиями отмечено зенитное (полуденное) время для станции наблюдения.

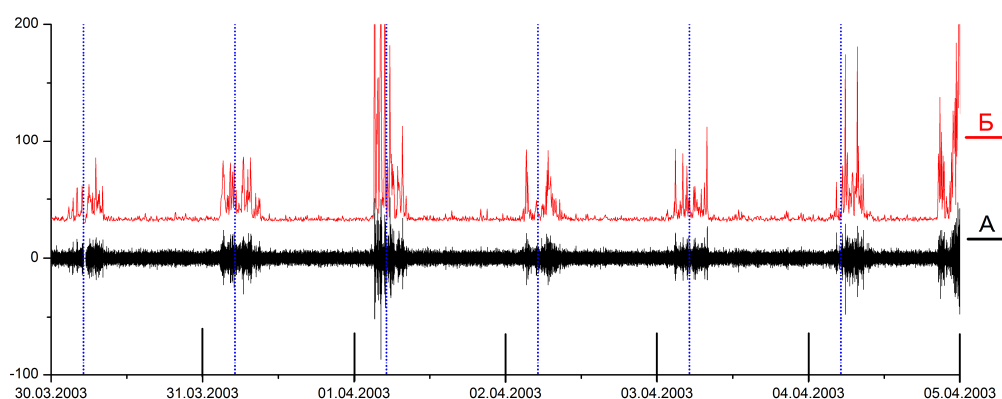


Рис. 2. Пример записи деформограммы измерительного плеча отфильтрованной в диапазоне 10 – 40 сек, демонстрирующей суточную вариацию амплитуды шума

Для нахождения огибающей шума в измерительных плечах (рис.2.Б.) достаточно было вычислить среднеквадратичную амплитуду на временном отрезке 5 мин. Следует отметить, что шум во втором измерительном плече представляет собой сфазированную, практически полную копию сигнала, регистрируемого в первом измерительном плече. Отсутствие суточного компонента в шуме разностного канала регистрации указывает на абсолютную схожесть периодически повторяющихся составляющих в измерительных ортогональных плечах интерферометра одинаковой длины, однородно заполненных атмосферным воздухом. Этот вывод подтверждается фактом регистрации шумового компонента с суточной периодичностью в коротком компенсационном плече, несмотря на то, что в нем конвективная турбулентность создает помеху приблизительно в 5 раз выше ($\sqrt{L/l} \approx 5$), чем в длинном измерительном плече. Заметим, что в исследуемом диапазоне абсолютная сфазированность колебаний у регистрируемых механических перемещений концевых отражателей интерферометра отсутствует.

Присутствие высокочастотной сфазированной шумовой составляющей во всех трех плечах (два измерительных и одно компенсационное) принципиально с точки зрения понимания механизма проявления исследуемых шумов, поскольку ставит под сомнение ранее рассматриваемый источник фазовых шумовых колебаний в интерферометре, вызываемых механическими перемещениями концевых отражателей деформографа [4].

Начиная с 2009 г., в Казахстане на территории сейсмического полигона Талгар проводятся работы по внедрению непрерывного лазерного деформографического мониторинга. Таким образом, появилась возможность проводить сравнительные исследования деформационных процессов, получаемых в двух пространственно-разнесенных точках Земли. Существующие, пока не многочисленные, ряды штольневых наблюдений, полученные с помощью лазерного деформографа на талгарском полигоне также показали наличие периодической суточной составляющей в шумах регистрируемых деформационных сигналов. Факт наличия шумов, детектируемых в обеих штольнях, демонстрируется на рис. 3. По оси абсцисс отложено среднее Гринвичское время (*GMT*). Вертикальными пунктирными линиями отмечено зенитное время для каждой станции наблюдения.

Представленные графики показывают, что максимумы шумовых составляющих в разных штольнях имеют двухчасовой временной сдвиг, связанный с разницей географических долгот станций наблюдения. Это не противоречит гипотезе о влиянии Солнца на генерацию исследуемого шума. Момент времени, отмеченный линией А в промежутке между 29-30 сентября 2010 г., указывает на практически одинаковое время прихода сейсмического сигнала на станции наблюдения от удаленного сильного землетрясения, произошедшего в индонезийском регионе (29.09.2010 17:11:25, координаты - 4.96 133.76, магнитуда $M = 7.0$).

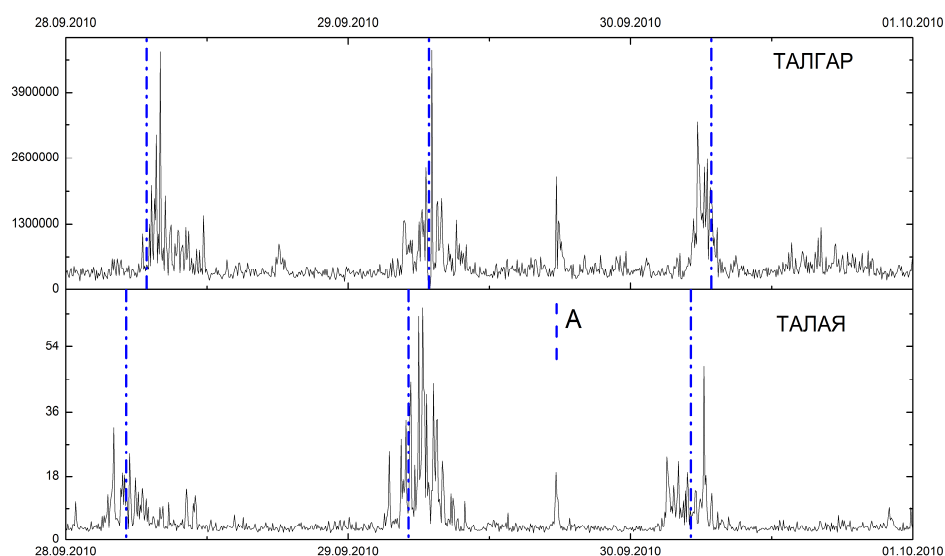


Рис. 3. Среднеквадратичная амплитуда шума с суточной периодичностью в штольнях Талгарского и Байкальского регионов

Анализ сигнала сейсмического приемника с эффективной полосой приема в области анализируемых нами периодов (10 – 40 с.), используемого в талгарской штольне, суточной периодичности в сейсмическом шуме не выявил. Это является дополнительным подтверждением гипотезы о немеханическом происхождении периодического шума регистрируемого лазерным деформографом.

Шум всегда проявляется приблизительно в одни и те же часы в течение суток, однако присутствует не каждый день. На текущий момент не удалось связать наличие периодически повторяемого шума с вариациями метеопараметров (давление, температура, облачность, осадки). Однако важной особенностью его проявления является явно выраженная зависимость амплитуды шумового сигнала от времени года. Максимальное его проявление приходится на апрель-май месяцы.

В качестве рабочей гипотезы о происхождении обсуждаемого шума была высказана идея о роли дегазации горных пород вследствие суточных вариаций гравитационного давления. Для подтверждения этой гипотезы требуются дополнительные исследования.

Что касается связи этих шумов с положением солнца относительно станций наблюдения, то было проведено усреднение среднеквадратичной амплитуды этих шумов за максимально возможные периоды лазерных деформографических наблюдений в обеих штольнях (с-ст. Талая – 17 лет наблюдений, с-ст. Талагр – 3 мес.).

Результат усреднений представлен на рисунке 4. Сравнительный анализ представленных на этом рисунке кривых показал не только существование сдвига долготного временного сдвига, но и позволил выявить временной запаздывающий сдвиг $\sim 45 \pm 20$ мин. между максимальным значением амплитуды шума деформографа и усредненным зенитным положением Солнца

(вертикальные линии на графиках) по отношению к каждой станции наблюдения.

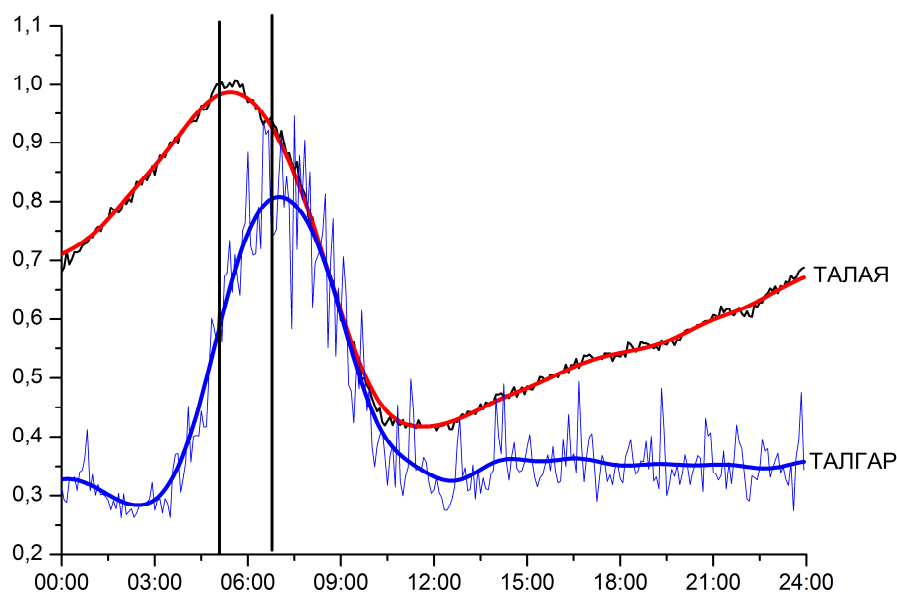


Рис. 4. Усредненная среднеквадратичная амплитуда шума регистрируемого за одни сутки лазерными деформографами в БРЗ и Казахстане

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гаврилов В.А., Журавлев В.И., Морозова Ю.В. Закономерности проявления суточной периодичности слабых землетрясений на Камчатке // Вулканология и сейсмология, – 2011. – №2. –С. 60–75.
2. Журавлев В.И., Лукк А.А. Особенности суточной периодичности слабых землетрясений Ирана // Физика Земли. – 2012. – № 1. –С. 63-81.
3. Багаев С.Н., Орлов В.А., Парушкин М.Д., Фомин Ю.Н. Землетрясения в районе Байкальской рифтовой зоны и сопряженные с ним деформационные процессы в земной коре // Глава 9.2. из Методы и системы сейсμοдеформационного мониторинга техногенных землетрясений и горных ударов. Новосибирск – 2010 г.
4. Bagayev S.N., Orlov V.A., Panov S.V., «The observation of long-period microseismic noise by precision laser interferometry» // Proceedings of SPIE. – 1998. – v3682. pp. 126–130

© В.А. Орлов, М.Д. Парушкин, 2012

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАССЫ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ПЫЛЬЦЕВЫХ ЗЕРЕН ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ И СОРНЫХ ТРАВ, ПРОИЗРАСТАЮЩИХ В ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Владимир Викторович Головко

Институт химической кинетики горения СО РАН, 630090, Новосибирск, Институтская 3, кандидат биологических наук, ведущий инженер, тел.: (383)-333-34-99, e-mail: golovko@ns.kinetics.nsc.ru

Вячеслав Лазаревич Истомин

Институт гидродинамики им. Лаврентьева, СО РАН, 630090, Новосибирск, пр. Лаврентьева, 15, доктор технических наук, главный научный сотрудник, тел.: (383)333-1938, e-mail: istomin@hydro.nsc.ru

Константин Петрович Куценогий

Институт химической кинетики горения СО РАН, 630090, г. Новосибирск, Институтская 3, доктор физико-математических наук, главный научный сотрудник, тел. (383)-333-37-53, e-mail: koutsen@ns.kinetics.nsc.ru

Описываются установка и методика для определения массы индивидуальных пыльцевых зерен растений. Определен вес индивидуальных зерен пыльцы тридцати четырех видов анемофильных растений, произрастающих в Западной Сибири.

Ключевые слова: пыльцевые зерна, вес, аэродинамический диаметр, несферические частицы.

DETERMINATION OF THE MASSES OF POLLEN GRAIN OF WEST SIBERIAN ARBOREOUS PLANTS AND WEEDS

Vladimir V. Golovko

Institute of Chemical Kinetics and Combustion SB RAS, 630090, Novosibirsk, Bldg.3 Institutskaya st., Phone: 8(383)3333499, E-mail: golovko@kinetics.nsc.ru

Vyacheslav L. Istomin

Institute of Hydrodynamics SB RAS, 630090, Novosibirsk, Bldg. 15 Lavrent'ev avenue, Phone 8(383)3331938 E-mail: istomin@hydro.nsc.ru

Konstantin P. Koutsenogii

Institute of Chemical Kinetics and Combustion SB RAS, 630090, Novosibirsk, Bldg.3 Institutskaya st., Phone: 8(383)3333753, E-mail: koutsen@kinetics.nsc.ru

Experimental setup and method for determination of the masses of individual pollen grains are described. The masses of the individual pollen grains for 34 species of West Siberian anemophilous plants.

Key words: pollen grains, weight, aerodynamic diameter, nonspherical particles.

Доминирование в растительном покрове [1] ветроопыляемых растений, их огромная [2] пыльцевая продуктивность, обуславливают присутствие в атмосфере заметных количеств пыльцы на протяжении периода вегетации.

Пыльца играет важную роль в переносе химических элементов в биоценозах [3], вызывает аллергические заболевания [4]. Масса переносимой по воздуху пыльцы определяется ее счетной концентрацией весом индивидуальных зерен пыльцы. Вес пыльцы – важный параметр при изучении биогенного переноса химических элементов в биоценозах и пыльцевой аллергии.

В атмосфере пыльцевые зерна высыхают, что сопровождается уменьшением объема, изменением плотности, изменением формы и, иногда, появлением воздушных полостей [5]. Высыхание происходит практически мгновенно. Даже исходно сферические пыльцевые зерна злаков, тополеи и лиственниц присутствуют в атмосфере в виде деформированных частиц неправильной формы. Поэтому литературные данные о размерах ацетоллизированной пыльцы мало пригодны при изучении переноса пыльцевых частиц. При теоретическом описании закономерностей распространения пыльцевых пыльцы в атмосфере индивидуальные пыльцевые зерна заменяются на сферы, объем которых равен объему пыльцевого зерна единичной плотности. Объем зерна определяли методом конфокальной микроскопии [6].

Теоретические оценки массы пыльцевых зерен трудно осуществимы и их измеряют экспериментально [7]. В настоящее время определены массы пыльцевых зерен около 120 видов растений [8], преимущественно древесных, произрастающих в Европе и Северной Америке. Пыльца растений других регионов изучена слабо. Данная работа посвящена экспериментальному определению массы пыльцевых зерен растений Сибири, в том числе и интродуцированных человеком.

Экспериментальная установка для распыления зерен пыльцы (рис. 1) состоит двух основных блоков: I дозирующей системы и II – собственно установки. Дозирующая система импульсного распыления состоит из дозатора (1), в который помещается исследуемая пыльца, воздуховода (2), ресивера (3), электроконтактного манометра (4), электроклапана (5). Собственно установка по распылению порошкообразных материалов (II) представляет собой цилиндр (6), верхняя часть которого закрыта крышкой (7), являющейся приемником распыленной пыльцы, поступающей из дозирующей системы через сопло (8). Нижняя часть цилиндра оканчивается фильтродержателем (9), в который на металлическую сетку (10) помещаются фильтры типа АФА-ХА 11.

Фильтр АФА-ХА взвешивался на лабораторных аналитических весах и помещался в фильтродержатель. В бункер (1) экспериментальной установки закладывалось 10-20 мг пыльцы. В ресивер (3) подавался воздух с давлением в 5 атмосфер, открывался электроклапан (5) и следовал импульс сжатого воздуха, длительностью 0,05 секунды. Пыльца воздушным потоком распылялась в приемник и оседала на фильтр (10). Затем фильтр вынимался, и установка многократно продувалась сжатым воздухом для удаления осадка на стенках. Фильтр с напыленной на него пылью взвешивался вторично. По привесу осадка на фильтре определялась масса осевших на него зерен. Для каждого вида пыльцы проводилось 4-7 последовательных экспериментов.

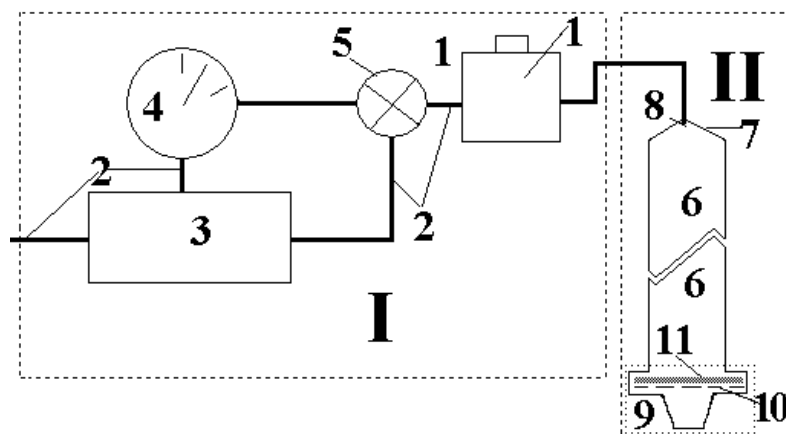


Рис. 1. Схема экспериментальной установки для распыления зерен пыльцы

Фильтр с напыленной на него пыльцой заклеивался прозрачным скотчем. Число зерен пыльцы, осевших на фильтр, определяли с помощью микроскопа. На каждом фильтре при 80-320-кратном увеличении подсчитывалось количество осевших зерен на 100 полях зрения. Перед просмотром фильтр просветляли 50% водным раствором глицерина с добавлением красителя кумаши голубого. Общее число пыльцевых зерен в осадке вычисляли, зная площадь фильтра и площадь просмотренных полей зрения.

Таблица 1. Результаты определения масс индивидуальных пыльцевых зерен растений

Видовое название	G_p	$G_{\text{об}}$	Видовое название	G_p	$G_{\text{об}}$
Древесные растения					
Пихта сибирская	82,4	1,23	Сосна Палласова	13,7	1,09
Ольха черная	3,5	1,30	Можжевельник казацкий	3,8	1,74
Тополь черный	3,5	1,16	Береза мелколистная	3,9	1,07
Дуб черешчатый	8,2	1,44	Облепиха крушиновидная	7,5	1,33
Орех маньчжурский	12,9	1,29	Осина обыкновенная	4,0	1,26
Кедр сибирский	16,4	1,15	Ива остролистая	3,0	1,03
Липа сердцевидная	10,7	1,25	Ива белая	2,4	1,11
Ель сибирская	63,1	1,07	Ива козья	2,2	1,10
Сосна горная	18,2	1,31	Ива пятичичиновкая	2,5	1,28
Разнотравье					
Полынь горькая	1,6	1,51	Подорожник ланцетный	5,7	1,09
Полынь сиверса	1,7	1,38	Подорожник средний	3,7	1,44
Осока большехвостая	4,5	1,36	Щавель конский	9,9	1,12
Конопля посевная	3,0	1,30	Золотарник канадский	2,7	1,16
Марь белая	3,8	1,17	Василистник простой	4,1	1,11
Датиска коноплевая	1,0	1,29	Рогоз широколистный	3,3	1,32
Маклея сердцевидная	1,9	1,22	Полынь гмелина	4,6	1,13
Хмель обыкновенный	3,5	1,14	Крапива двудомная	0,77	1,17

Данные о массе осевшей пыли и числе ее зерен в осадке позволяют рассчитать массу индивидуального зерна пыли. Она рассчитывается по следующему соотношению:

$$m = (M S_{ПЗ}) / (n S_{\Phi}) \quad (1)$$

где m - масса пылевого зерна; M - масса напыленной пыли; n - среднее число зерен пыли в поле зрения; $S_{ПЗ}$ - площадь просмотренных полей зрения; S_{Φ} - площадь фильтра, на которую напылена пыль ($S_{\Phi} \approx 20 \text{ см}^2$).

Относительная погрешность определения массы пылевых зерен ($\Delta m/m$) складывается из относительных погрешностей измерения: массы напыленной на фильтр пыли $\Delta M/M$, площади просмотренных полей зрения $\Delta S_{ПЗ}/S_{ПЗ}$, площади фильтра $\Delta S_{\Phi}/S_{\Phi}$ и среднего числа зерен на поле зрения $\Delta n/n$:

$$|\Delta m/m| = |\Delta M/M| + |\Delta S_{ПЗ}/S_{ПЗ}| + |\Delta n/n| + |\Delta S_{\Phi}/S_{\Phi}| \quad (2)$$

Погрешность определения массы ПЗ в основном определяется точностью подсчета плотности осадка индивидуальных зерен пыли. Она составляет порядка 10%. В таблице 1 приведены экспериментально найденные значения веса индивидуальных зерен пыли и оценка изменчивости данного параметра, определяемая величиной стандартного геометрического отклонения σ^B_g .

Расчеты показывают, что экспериментально наблюдаемая величина изменчивости веса пылевого зерна σ^B_g в ряде случаев заметно выше погрешности определения его массы. Отсюда следует, что вес индивидуальных зерен пыли не монодисперсен. Из таблицы 1 видно, что наименее изменчив вес пылевых зерен ивы остролистной ($\sigma^B_g = 1,03$), наиболее – вес пылевых зерен можжевельника казацкого ($\sigma^B_g = 1,74$). Вес 95% пылевых зерен данного растения изменяется в 7 раз.

Ранее нами было показано [4], что изменчивость веса индивидуальных пылевых зерен хорошо соответствует логнормальному распределению следующего вида:

$$\frac{dp}{d \ln G} = \frac{\exp \left(\frac{\ln^2 \frac{G}{G_{50}}}{\sigma^2} \right)}{\sqrt{2\pi\sigma}} \quad (3)$$

$$\sigma = \ln \sigma_g \quad (4)$$

где p – вероятность обнаружения веса пылевого зерна в интервале от G до $G+dG$, G_{50} – модальное значение веса пылевого зерна, σ_g – изменчивость веса пылевого зерна.

Таким образом, экспериментально определено значение масс индивидуальных пылевых зерен 34 видов ветроопыляемых растений, чья пыльца в значительных количествах присутствует в атмосфере г. Новосибирска на протяжении всего вегетационного периода.

Выводы

Определены характеристики (среднее значение, изменчивость) массы индивидуальных пылевых зерен 34 видов анемофильных растений,

произрастающих на территории Западной Сибири и доминирующих в составе пыльцевого спектра атмосферного аэрозоля в г. Новосибирске на протяжении вегетационного периода.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ackerman J.D. Abiotic pollen and pollination: ecological, functional, and evolutionary perspectives // Plant Syst. Evol. 2000, V. 222. p. 167–185
2. Сладков А. Н. Введение в спорово-пыльцевой анализ. М.: Наука, 1967. 268 с.
3. Greenfield L. G. Weight loss and release of mineral nitrogen from decomposing pollen // Soil Biology and Biochemistry. 1999. V. 31. № 3. p. 353-351
4. Балаболкин И.И. Поллинозы у детей // М.: КРОНПРЕСС, 1996. 272 с
5. Harrington J. B., Metzger K. Ragweed pollen density // Amer. J. Bot. 1963. V. 50. № 6. p. 532-539.
6. Головки В. В., Куценогий К. П., Истомин В. Л. Использование конфокальной сканирующей микроскопии для определения объема и плотности сибирских равстений. /Труды VII Международной выставки и Научного конгресса ГЕО-СИБИРЬ-2011. Дистанционные методы зондирования земли и фотограмметрия, мониторинг окружающей среды, геоэкология, 2011, том 4, 249-254.
7. Головки В. В., Куценогий К. П., Киров Е. И., Куценогий К. П., Истомин В. Л., Рыжаков В. А. Пыльцевая компонента атмосферного аэрозоля в окрестностях Новосибирска. // Оптика атмосферы и океана. 1998. т. 11. № 6. с. 645-649
8. Jackson S. T., Lypord M. E. Pollen Dispersal Models in Quaternary Plant Ecology: Assumptions, Parameters, and Prescriptions // The botanical review. 1999. V. 65. No 1. p. 39-74.

© В.В. Головки, В.Л. Истомин, К.П. Куценогий, 2012

ОПЕРАТИВНЫЙ КОСМИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ: ВЧЕРА, СЕГОДНЯ, ЗАВТРА

Екатерина Николаевна Кулик

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, доцент кафедры фотограмметрии и дистанционного зондирования, тел. (913)926-82-57, e-mail: katya_kulik@mail.ru

Обзор актуальных и перспективных сфер применения оперативных данных космических комплексов. Качественная динамика технического оснащения отрасли мониторинга Земли. Международные программы дистанционного зондирования Земли, предоставляющие информационные сервисы для решения задач контроля состояний окружающей среды и обеспечения безопасной жизнедеятельности.

Ключевые слова: космический мониторинг, дистанционное зондирование.

PROMPT SPACE MONITORING: YESTERDAY, TODAY AND TOMORROW

Ekaterina N. Kulik

Siberian state academy of geodesy, 10 Plakhotnogo, Novosibirsk 630108, associate professor, department of photogrammetry and remote sensing, tel. (913)926-82-57, e-mail: katya_kulik@mail.ru

Review of current and future applications of the prompt space systems data. Qualitative technical equipment dynamics of Earth surface monitoring. International remote sensing programs: the providers of information services for solving the environment monitoring and life safety problems.

Key words: space monitoring, remote sensing.

Современная революционная технологическая динамика непрерывно и стремительно преобразует мир. Космическая съемка стала такой же привычной, как сотовая связь и Интернет. За последнее десятилетие число аппаратов, выполняющих съемку, увеличилось как минимум в 10 раз. Техническое оснащение аппаратов поражает беспрецедентной производительностью, высокой точностью и оперативностью.

Спутниковая информация играет особую роль в территориальных геоинформационных системах, без которых сегодня уже немыслима современная хозяйственная деятельность. В таких системах результаты дистанционного зондирования поверхности Земли (ДЗЗ) являются регулярно обновляемым источником данных, необходимых для формирования природно-ресурсных кадастров.

Задачи оперативного спутникового контроля территорий определяют способы и технологии получения информации, необходимой для принятия своевременных управленческих решений, исследования динамики процессов и явлений, анализа причин, прогнозирования возможных последствий и выбора способов предупреждения чрезвычайных ситуаций.

Стабильный рост числа и разнообразия искусственных спутников Земли (ИСЗ) характеризует развитие космических средств ДЗЗ. В то же время,

информационные возможности бортовой аппаратуры как существующих, так и перспективных ИСЗ существенно различаются, а значимость передаваемой информации неодинакова при решении тех или иных задач. Особую актуальность приобретает задача выбора наиболее информативных, с учетом тематики исследований, космических систем, во избежание приема и обработки избыточных данных, приводящих к неоправданному росту стоимости создания и эксплуатации средств получения спутниковой информации.

История оперативного мониторинга поверхности Земли начиналась с рождения первых группировок спутников, обеспечивающих информацией широкий круг научных и прикладных задач. Однако нехватка (в ряде случаев недоступность) материалов космических съемок, зачастую, исторически являлась основной проблемой развития автоматизированных мониторинговых систем.

Так 10-15 лет назад существовал целый ряд объективных причин, тормозящих развитие оперативного мониторинга в России. Отсутствовал оперативный доступ к данным ДЗЗ, были не развиты системы передачи оперативной информации. Физическая недоступность исходных данных космической съемки возникала из-за недостаточного количества организаций, способных принимать и/или передавать эти данные, обеспечивать дежурный режим работ по приему спутниковой информации со строго заданной периодичностью и постоянством.

Несовершенство специализированного программного обеспечения зачастую было обусловлено практическим отсутствием каких-либо архивных данных, необходимых для построения моделей и проведения работ по адаптации алгоритмов мониторинга, требующих постоянного обращения к архивным данным для получения ретроспективной информации.

Решение задач создания и поддержки систем оперативной передачи информации опиралось на последовательный учет вопросов о выборе оптимальных технологий передачи, об уровнях предварительной обработки и стандартах архивирования данных, формировались требования к организации регулярного приема информации. При этом анализировались реальные потребности потребителей, коммерческая заинтересованность, объемы передачи информации, надежность каналов связи.

Среди современных вариантов оперативного доступа к данным ДЗЗ при осуществлении космического мониторинга распространение получили два подхода: заказ данных ДЗЗ у оператора космических аппаратов (КА); либо прием данных непосредственно с КА посредством установленной станции приёма. Однако бурное развитие отрасли привело к тому, что традиционные подходы уже не могут обеспечить современный уровень задач космического мониторинга.

В настоящее время ведущие мировые операторы доводят данные до потребителя посредством высокоскоростных каналов связи с использованием сетевых технологий. Во всем мире государственные организации и агентства отказываются от использования персональных станций приема и переходят к заказу съемок операторам КА ДЗЗ и получению данных непосредственно от них. При использовании нового подхода заказчику обеспечивается возможность доступа к данным ДЗЗ посредством геопорталов и геосерверов.

Виртуальный прием данных ДЗЗ делает космический мониторинг особенно перспективным в качестве информационно-аналитической основы ситуационных центров различного уровня. Такой прием гарантирует оперативное получение пространственной информации в ситуациях, требующих принятия безотлагательных решений.[1]

Результаты анализа оперативных данных ДЗЗ из космоса, предоставляя наиболее полную и объективную информацию о природно-ресурсном потенциале, интегрируются в тематические ГИС для получения картины динамики развития позитивных и негативных процессов. Оперативная спутниковая информация является ключевой при решении задач управления сельским, лесным, нефтегазовым хозяйством, при мониторинге транспортных средств, в гидрометеорологии и океанографии, при изучении природных ресурсов, экологическом мониторинге и контроле чрезвычайных ситуаций. [2, 3]

Эффективность использования систем ДЗЗ в значительной мере зависит от характеристик системы распределения космической информации. Современный этап развития характеризуется разделением мирового рынка ДЗЗ на общедоступную и коммерческую спутниковую информацию. [4]

Рост интереса к ДЗЗ связан с взрывной динамикой технических возможностей аппаратуры: увеличением пространственного и радиометрического разрешения, расширением возможностей стереоскопической съемки, улучшением геометрических характеристик изображения, расширением мультиспектральных возможностей, повышением точности пространственной привязки данных ДЗЗ без применения наземных опорных точек, увеличением полосы съемки, появлением радиолокационных аппаратов сверхвысокого разрешения с возможностью интерферометрической обработки.

За последние годы на орбите появились спутники с оптико-электронными системами сверхвысокого разрешения нового поколения (WorldView и GeoEye), уникальные многофункциональные космические аппараты (ALOS), группировки спутников малого класса мониторингового назначения (RapidEye), аппараты с радиолокаторами высокого и сверхвысокого разрешения (TerraSAR - X, COSMO SkyMed, RADARSAT-2). [5]

Наиболее востребованными зарубежными КА ДЗЗ в настоящее время являются ALOS (Япония), Landsat и EO-1 (США), ERS, ENVISAT (Европейское космическое агентство), RADARSAT-1,2 (Канада), TerraSAR-X и TanDEM-X (Германия), COSMO-SkyMed (Италия), IRS (Индия), RapidEye (Германия), SPOT (Франция), FORMOSAT-2 (Тайвань) и др. [4]

В последние десятилетия американское космическое агентство NASA запустило целую серию спутников, позволяющих вести глобальное изучение Земли из космоса. Эти спутники, составляющие систему EOS (Earth Observing System), в основном уже выработали свой ресурс, поэтому им на смену готовится новая серия полярно-орбитальных спутников, которые планируется запустить в рамках программы JPSS (Joint Polar Satellite System; прежнее название NPOESS — National Polarorbiting Operational Environmental Satellite System). Спутник NPP (NPOESS Preparatory Project), запущенный 28 октября 2011 г. с высотой орбиты 824 км будет проводить съемку поверхности Земли практически в ежедневном

режиме. Спутник оснащен пятью различными инструментами, усовершенствованными аналогами приборов, установленных на борту спутников Terra, Aqua и Aura. Особый интерес для съемки земной поверхности представляет сенсор VIIRS (Visible/Infrared Imager/Radiometer Suite), 22-канальный радиометр, аналогичный MODIS, с шириной полосы съемки сенсора 3000 км и пространственным разрешением от 400 м в надире до 800 м на краях полосы съемки. Сенсор VIIRS позволит получать оперативную информацию о лесных пожарах, изменениях ландшафта, ледовой обстановке в северных морях и т.д. [6, 7]

В 1998г. для обеспечения всеобъемлющего мониторинга окружающей среды руководящими органами Европейского Союза было принято решение о развертывании программы GMES (Global Monitoring for Environment and Security), которая должна осуществляться под эгидой Еврокомиссии в партнерстве с Европейским космическим агентством (ESA) и Европейским агентством по окружающей среде (European Environment Agency). Развёртывание программы GMES начато в 2008 году с серии пилотных сервисов, полнофункциональность программы будет реализована к 2014г.

На практике GMES будет состоять из сложного комплекса систем наблюдения: спутников ДЗЗ, наземных станций, морских судов, атмосферных зондов и т.д. GMES обеспечит единую систему информационных сервисов, призванных помочь в решении задач улучшения окружающей среды и условий жизни, гуманитарных проблем, а также поддержать принятие политических решений в интересах более устойчивого развития общества.

GMES будет опираться на два типа систем ДЗЗ: 5 типов спутников Sentinel (ESA, запуск с 2013 года), и спутниковые системы миссий содействия (GMES Contributing Missions; GCMs). Наземный сегмент будет обеспечивать свободный доступ к сервисам GMES.

Первая миссия будет обеспечивать мониторинг арктических морей, картографирование ледовых полей, мониторинг нефтяных разливов, обнаружение кораблей с целью обеспечения безопасности, мониторинг подвижек земной поверхности, картографирование лесов, внутренних вод и почв, поддержка гуманитарных операций и управления кризисными ситуациями. Sentinel-2 обеспечат сервисы мультиспектральной съемкой высокого разрешения для мониторинга стихийных бедствий и гуманитарных операций, управления земельными ресурсами, сельским и лесным хозяйством. Основной целью миссии Sentinel-3, наследника спутников ERS-2 и Envisat, является наблюдение океана, мониторинг окружающей среды и климата, картографирование морских льдов. Миссии Sentinel-4,5 на платформе метеорологических спутников (EUMETSAT) предназначены для обеспечения данными о составе атмосферы.

В настоящее время имеется около 30 функционирующих или планируемых к запуску спутников и их групп, составляющих миссии содействия GMES. К ним относятся космические аппараты, принадлежащие непосредственно ESA, государствам-членам ESA, другим странам, метеоспутники EUMETSAT и др.

Миссии содействия GMES включают в себя следующие спутники:

- С оптико-электронными сенсорами: ERS-2/ATSR-2, Envisat/MERIS, AATSR, Proba-V (ESA); RapidEye, EnMAP, HiROS (Германия); SPOT,

Pleiades (Франция); Prisma (Швеция); DMC (Disaster Monitoring Constellation); Deimos-2, SEOSat-Ingenio (Испания); VEN μ S (Франция/Израиль);

– Радарные: ERS-2/SAR, Envisat/ASAR (ESA); TerraSAR-X, TanDEM-X (Германия); COSMO-SkyMed (Италия); RADARSAT-2 (Канада); SeoSAR (Испания);

– Оснащенные альтиметрами: Envisat/Radar Altimeter-2, CryoSat (ESA); Jason-2 (OSTM)/Jason-3 (США/Франция); SARAL/AltiKa (Франция/Индия);

– Оснащенные инструментами для атмосферных наблюдений: Envisat (ESA); MSG, MetOp (ESA/EUMETSAT); Calipso (США/Франция); Merlin (Германия/Франция).

Весь информационный поток программы GMES можно разделить на шесть основных групп сервисов: мониторинг океанов, мониторинг суши, мониторинг атмосферы, обеспечение мероприятий по ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, обеспечение безопасности, наблюдения за изменением климата.

Доступ к базовым сервисам планируется сделать свободным и бесплатным для любых организаций и граждан. Аналитические и прогнозные продукты будут предоставляться на платной основе. [8]

Развитие российской орбитальной группировки КА ДЗЗ, наземной инфраструктуры и системы распространения данных ДЗЗ проводится в соответствии с «Концепцией развития российской космической системы дистанционного зондирования Земли на период до 2025 года» и мероприятиями ФКП-2015. Перспективная орбитальная группировка КА ДЗЗ будет состоять из аппаратов мониторинга чрезвычайных ситуаций, гидрометеорологического, природно-ресурсного, картографического назначения. [4]

АРМС-ТАСС 7 марта 2012г. заявил о выводе 20 января 2012г. на геостационарную орбиту космического аппарата гидрометеорологического назначения "Электро-Л" 1. С его запуском, в дополнение к запущенному ранее спутнику "Метеор-М" 1, Россия начала формировать орбитальную группировку гидрометеорологического назначения. [9]

Сегодня общее число стран-операторов КА ДЗЗ превысило 30. В период до 2015 г. планируется запустить в космос около 70 типов зарубежных КА ДЗЗ, которые распределяются по странам следующим образом: США — 20 типов КА, 28,6% (DigitalGlobe: WorldView-3 к 2014г., GeoEye: GeoEye-2 в 2012/13г.); ЕКА и страны Европы — 21 тип КА, 30,0% (CNES: SPOT-6 в 2012г., SPOT-7 в 2014г., Pleiades-1 в 2011/12г., Pleiades-2 в 2013г.); Япония — 3 типа КА, 4,3% (JAXA: ALOS-2 в 2013г., ALOS-3 в 2014г.); Китай — 5 типов КА, 7,1%; Индия — 7 типов КА, 10,0%; другие страны — 14 типов КА, 20,0%. [4, 10, 11]

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Болсуновский М.А. Современные подходы к организации оперативного космического мониторинга [Текст] / М.А. Болсуновский // Геоматика. – 2010. - №3. – С. 13-18.

2. Любимцева С.В. Информационно-аналитическое обеспечение ситуационных центров. Новые подходы к организации эффективного регионального управления [Текст] / С.В. Любимцева, А.М. Ботрякова, Б.А. Дворкин, Д.Б. Никольский // Геоматика. – 2010. - №4. – С. 17-22.]
3. Горбунов А.В. Космический комплекс оперативного мониторинга техногенных и природных чрезвычайных ситуаций «Канопус-В» [Текст] / А.В. Горбунов, И.Н. Слободской // Геоматика. – 2010. - №1. – С. 30-33.
4. Носенко Ю.И. Единая территориально-распределенная информационная система дистанционного зондирования Земли — проблемы, решения, перспективы (часть 1) [Текст] / Ю.И. Носенко, П.А. Лошкарев, С.А. Черногузов, В.А. Мусиенко, А.Г. Исаков и др. // Геоматика. – 2010. - №3. – С. 35-42.]
5. Болсуновский, М.А. Перспективные направления развития дистанционного зондирования Земли из космоса [Текст] / М.А. Болсуновский // Геоматика. – 2009. - №2. – С. 12-15.
6. Дворкин Б.А. Новый спутник NPP продолжит комплексное наблюдение за Землей [Текст]/ Б.А. Дворкин // Геоматика. – 2011. - №4. – С. 26-34.
7. The JPSS Mission [Electronic resource] / Home page of the National Environmental Satellite, Data, and Information Service, NASA – Англ. – Режим доступа: <http://www.nesdis.noaa.gov/jpss>.
8. Дворкин Б.А. Европейская программа GMES и перспективная группировка спутников ДЗЗ Sentinel [Текст]/ Б.А. Дворкин // Геоматика. – 2011. - №3. – С. 14-26.
9. В составе российской орбитальной группировки по целевому назначению используются 53 космических аппарата [Электронный ресурс] / Информационное телеграфное агентство России. – Режим доступа: <http://www.itar-tass.com/c9/360938.html>.
10. Pleiades. Imagery to meet European civil and military challenges [Electronic resource] / CNES: CNES Programmes – Англ. – Режим доступа: <http://www.cnes.fr/web/CNES-en/3236-pleiades.php>
11. Pleiades: a multi-missions concept and a partnership program [Electronic resource] – Англ. – Режим доступа: <http://smc.cnes.fr/PLEIADES>.

ЭВОЛЮЦИЯ ПОЧВЕННОГО ЗОО-МИКРОБИАЛЬНОГО КОМПЛЕКСА В КОТЛОВИНАХ ЮГА ЗАПАДНОЙ МОНГОЛИИ

Владислав Семенович Андриевский

Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, 630099, г. Новосибирск, ул. Советская, 18, кандидат биологических наук, доцент, старший научный сотрудник лаб. Биогеоценологии, тел. (383)222-54-15, e-mail: VS@issa.nsc.ru

Михаил Владимирович Якутин

Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, 630099, г. Новосибирск, ул. Советская, 18, доктор биологических наук, старший научный сотрудник лаб. Биогеоценологии, тел. (383)222-54-15, e-mail: yakutin@issa.nsc.ru; СГГА, г. Новосибирск, профессор кафедры экологии и природопользования

Чойжилжав Лхагвасурен

Ховдский государственный университет, Монголия, 213500, г. Ховд, ул. Арата Аюша, 5, кандидат географических наук, профессор, директор Института естественных наук и технологии, тел. (976)01432-25201, e-mail: lha157@yahoo.com

Цель настоящего исследования состояла в изучении важнейших компонентов зоо-микробного комплекса в почвах Шаргын-Цаган-Нурской котловины Западной Монголии. Состояние этого комплекса оценивалось по численности и видовому богатству панцирных клещей и биомассе почвенных микроорганизмов. Делается вывод об основных тенденциях эволюции почвенного зоо-микробного комплекса под воздействием аридизации климата.

Ключевые слова: Западная Монголия, Шаргын-Цаган-Нурская котловина, почва, зоо-микробный комплекс, панцирные клещи, биомасса микроорганизмов, аридизация климата.

THE EVOLUTION OF A SOIL ZOO-MICROBIAL COMPLEX IN DEPRESSION OF THE WESTERN MONGOLIA SOUTH

Vladislav S. Andrievskiy

Institute of Soil Science and Agrochemistry SB RAS, 18 Sovetskaya, Novosibirsk, 630099, PhD, senior researcher, laboratory of biogeocenology, tel. (383)222-54-15, e-mail: VS@issa.nsc.ru

Mikhail V. Yakutin

Institute of Soil Science and Agrochemistry SB RAS, 18 Sovetskaya, Novosibirsk, 630099, ScD, senior researcher, laboratory of biogeocenology, tel. (383)222-54-15, e-mail: yakutin@issa.nsc.ru; SSGA, Novosibirsk, professor of department of ecology and wildlife management

Choigiljav Lhagvasuren

Hovd State University, 5 Arata Ayusha, Hovd, Mongolia, 213500, PhD, professor, The director of Institute of natural sciences and technology, tel. (976)01432-25201, e-mail: lha157@yahoo.com

The purpose of the present research consisted in studying of the main components of zoo-microbial complex in soils of the Shargyn-Tsagan-Nur depression in the Western Mongolia. The

state of this complex was estimated by a number and specific riches of oribatid mites and a biomass of soil microorganisms. The conclusion about the main tendencies of evolution soil zoo-microbial complex under influence of increase in dryness of a climate is becomes.

Key words: Western Mongolia, Shargyn-Tsagan-Nur depression, soil, zoo-microbial complex, oribatid mites, biomass of microorganisms, increase in dryness of a climate.

Основу деструкционного звена биологического круговорота в подземном блоке аридных экосистем составляют почвенные микроорганизмы и некоторые почвенные животные. Имеются многочисленные данные о количественном участии почвенных микроорганизмов и беспозвоночных животных в разложении органического вещества в почве. Указывается, что доля участия микроорганизмов в разложении опада составляет примерно 85%. Оставшаяся часть приходится на долю беспозвоночных животных [1].

Правильное понимание процесса разложения возможно только при изучении биологического единства почвенных животных и микроорганизмов, которые осуществляют процесс разложения органического вещества в почве в тесном взаимодействии. Функциональная роль этих компонентов деструкционного звена в составе почвенной биоты различна. Микроорганизмы, формируя пул гидролитических ферментов в почве, напрямую разлагают почвенную органику. Участие почвенных животных в этом процессе в меньшей мере является прямым, а в большей – опосредованным. Прямое участие заключается в предварительной фрагментизации растительных остатков и перемешивании их с почвой, а также в переработке экскрементов и кусочков растительных тканей, не переваренных крупными животными – первичными разрушителями. Косвенное участие заключается в разнообразном влиянии на комплекс микроорганизмов [2, 3].

Одна из наиболее многочисленных и важнейших групп среди почвообитающих животных – микроартроподы, среди которых доминируют две таксономические группы: коллемболы и панцирные клещи (орибатиды). Их численности в некоторых типах почв достигают сотен тысяч и даже миллионов экземпляров на квадратный метр. Они влияют на рост и активность микроорганизмов, а также на видовой состав и структуру микробных сообществ, формирующихся при разложении растительных остатков. Зоомикробные взаимодействия в той или иной степени определяют протекание основных почвенных процессов и состояние биотического сообщества в целом [4]. В лабораторных и полевых опытах неоднократно показано увеличение скорости разложения органического вещества почв в присутствии микроартропод по сравнению со скоростью разложения его только микроорганизмами [5, 6].

Цель настоящего исследования состояла в изучении важнейших компонентов зоо-микробного комплекса в почвах Шаргын-Цаган-Нурской котловины Западной Монголии и их трансформации в катенном ряду равнинных почв в Котловине Больших озер Западной Монголии.

Почвы, выбранные в качестве объектов настоящего исследования, составляют ряд, характерный для котловин южной части Гобийского Алтая. Все

исследованные почвы расположены на территории Гоби-Алтайского аймака на одной катене длиной около 25 км. Катена начинается в нижней части северо-восточного склона хребта Дарвийн-Нуру. В аккумулятивной позиции катены находится озеро Шаргын-Цаган-Нур. На более высоких элементах рельефа формируются светло-каштановые почвы (Р. 1). Ниже по высоте их сменяют бурые пустынно-степные почвы (Р. 2). Еще ниже находится пояс серых пустынных почв (Р. 3), занимающих основные территории в равнинной части Гоби. Самые низкие элементы рельефа занимают солончаки, лежащие на побережье постоянных или пересыхающих озер. В нашем случае солончак (Р. 4) был выбран в 500 м от уреза воды пересыхающего озера Шаргын-Цаган-Нур. Участки на светло-каштановой и на бурой полупустынной щебнистой почвах находятся под сильной пастбищной нагрузкой, участки на серо-бурой пустынной гипсоносной почве и на солончаке типичном – под умеренной пастбищной нагрузкой. Высоты над уровнем моря всех выбранных участков составляли от 956 до 1749.

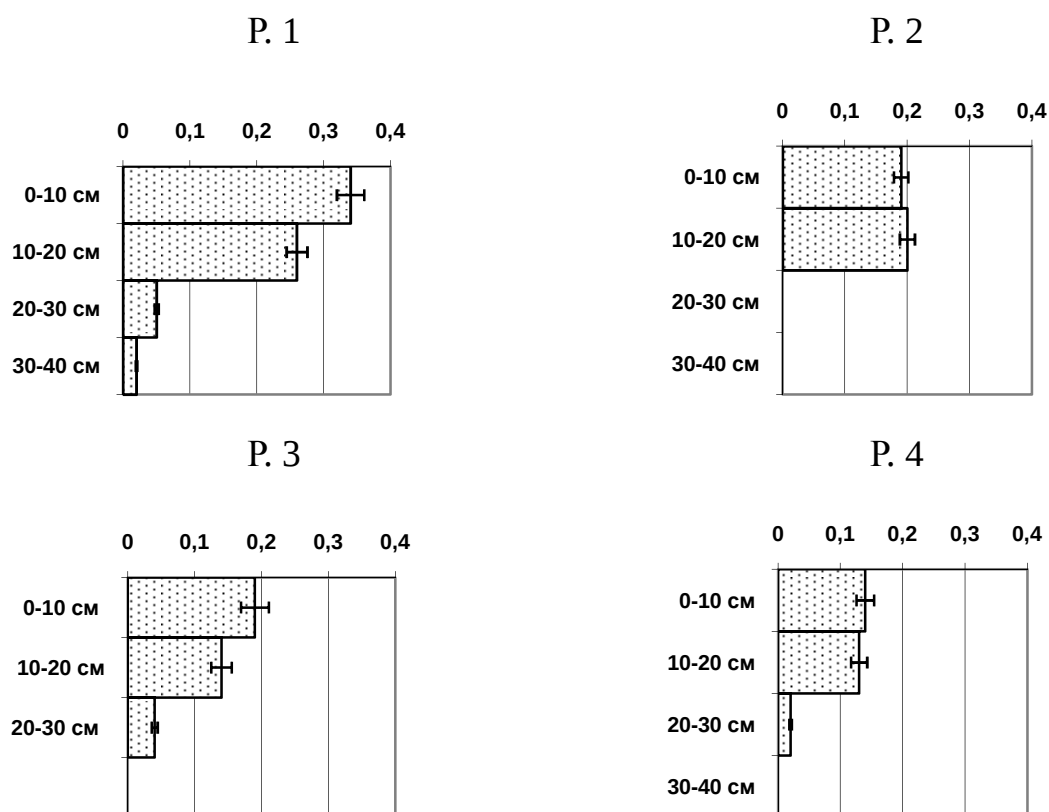
В отобранных образцах определяли содержание углерода в биомассе почвенных микроорганизмов (С-биомассы) методом SIR и базальное дыхание [7]. Для анализа населения панцирных клещей отбирались почвенные пробы стандартным пробоотборником послойно, по 5 см в глубину в 10-кратной повторности в каждой экосистеме. Выгонка клещей из почвы осуществлялась также общепринятым для микроартропод методом термоэктекции Тулльгрена-Берлезе [8]. Статистическая обработка полученных результатов проводилась методами вариационного и дисперсионного анализов [9].

Содержание С-биомассы было максимальным в верхнем (0-10 см) слое почвы 1 (Р. 1) и резко снижалось вниз по профилю. В верхнем слое в почве 2 (Р. 2) и в почве 3 (Р. 3) этот показатель был в 1,4 и в 1,7 раза ниже, чем в почве 1. В слое 10-20 см достоверных различий между почвами по данному показателю установлено не было. В почве 4 (Р. 4) отмечены минимальные значения С-биомассы среди всех изученных почв и в слое 0-10, и в слое 10-20 см.

Максимальное базальное дыхание в верхнем (0-10 см) слое почвы было отмечено в почве 1 (Р. 1), а минимальное – в 2,4 раза меньше – в почве 4 (Р. 4) (Рис. 1). Почвы 2 (Р. 2) и 3 (Р. 3) занимали по данному показателю промежуточное положение между почвами 1 и 4. В почвах 1 и 3 наблюдалось закономерное уменьшение базального дыхания с глубиной по профилю, а в почвах 2 и 4 значения данного показателя в слоях 0-10 и 10-20 см достоверно не различались.

В процессе проведения данного исследования встал вопрос об оценке силы влияния таких факторов, как тип почвы и глубина взятия образцов на изучаемые показатели. С использованием дисперсионного анализа был рассчитан F критерий для этих факторов и их взаимодействия. Влияние факторов, определяемых глубиной отбора образцов на содержание С-биомассы и базальное дыхание оказалось сильным и достоверным ($F=7,3$ и $F=11,1$ при $p<0,001$, соответственно). Но наиболее значительным, как и следовало ожидать, оказалось влияние типа почвы ($F=19,1$ для С-биомассы и $F=48,0$ для базального дыхания при $p<0,001$).

При обследовании катенного профиля с целью выявления населения панцирных клещей после тщательного изучения всего было обнаружено 7 видов. Их численности находились в пределах от 40 до 344 тыс. экз. / м², что является нормальным для аридных экосистем (Табл. 1). Малое видовое богатство, по-видимому, связано с малым запасом растительного опада и низким уровнем увлажненности. Среди панцирных клещей существует лишь небольшое количество видов относительно толерантных к засушливым условиям.



$$\text{НСР}(5\%) = 0,03$$

Рис. 1. Базальное дыхание в профилях исследованных почв (мг С / 100 г почвы)

В почве 1, отличающейся более значительными запасами влаги и корней, численность панцирных клещей в 3-8 раз превышала численность в следующих по степени увлажнения экосистемах (почва 2 и 3). В почве 4 увеличивается степень увлажненности и запас растительного вещества, но также резко увеличивается и концентрация солей. Панцирных клещей становится здесь значительно больше, чем в почвах 2 и 3, но все же их обилие здесь гораздо ниже такового в незасоленных луговых почвах этой же природной зоны [10]. В целом, обследование показало, что население панцирных клещей катенного профиля в пустынной зоне Западной Монголии достаточно бедно как по численности, так и по видовому богатству.

Таким образом, в результате проведенного исследования можно сделать вывод, что при снижении уровня увлажненности и увеличении уровня

засоления происходят существенные перестройки деструкционного звена биологического круговорота, основой которого является зоомикробный комплекс (почвенные микроорганизмы и панцирные клещи), в катенном ряду почв в зоне пустынь Западной Монголии. Происходит снижение биомассы микроорганизмов и уровня ее базального дыхания, а также численности панцирных клещей. При этом в более засушливых автоморфных почвах уровень снижения микроббиомассы и базального дыхания ниже, а в менее засушливых гидроморфных – выше, чем уровень снижения численности панцирных клещей.

Таблица 1. Распределение панцирных клещей в почвах катены озера Шаргын-Цаган-Нуур (Монголия) (тыс. экз./м²)

Вид	Почва			
	1	2	3	4
<i>Galumna obvia</i> (Berlese, 1915)	133	-	-	-
<i>Scheloribates latipes</i> (C.L.Koch, 1844)	133	-	-	-
<i>Oribatula alata</i> (Hermann, 1804)	44	-	-	-
<i>Bipassalozetes cf. lineolatus</i> (Sitnikova, 1975)	-	40	44	44
<i>Liebstadia similes</i> (Michael, 1880)	-	-	100	200
<i>Scheloribates sp.</i>	-	-	44	-
<i>Oppia sp.</i>	-	-	-	100
Суммарная численность	310	40	188	344

Из этого можно сделать вывод, что при усилении ксероморфности почв все большую роль в процессах деструкции органического вещества начинают играть почвенные микроорганизмы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Звягинцев Д.Г. Биология почв / Д.Г. Звягинцев, И.П. Бабьева, Г.М. Зенова. – М., Изд-во МГУ, 2005. – 445 с.
2. Luxton M. Substrate utilization by the soil fauna / M. Luxton // Oikos. – 1982. – V. 39, № 3. – P. 355-388.
3. Visser S. Ecological Interactions in Soil / S. Visser // [eds. A.H. Fitter, D. Atkinson, D.J. Read, M.B. Usher]. – Oxford: Blackwell scientific Publications, 1985. – P. 297-317.
4. Бызов Б.А. Зоомикробные взаимодействия в почве / Б.А. Бызов. – М.: ГЕОС, 2005. – 228 с.
5. Симонов Ю.В. Сравнительная характеристика деятельности микроартропод и микроорганизмов в процессе гумификации лесной подстилки / Ю.В. Симонов // Экология. – 1989. – № 4. – С. 28-33.
6. Чернова Н.М. Доклады на VII ежегодном чтении памяти академика В.Н. Сукачева / Н.М. Чернова, Н.А. Кузнецова, Ю.В. Симонов. – М.: Наука. 1989. – С. 5-33.
7. Schinner F. Methods in soil biology / F. Schinner, R. Ohlinger, E. Kandeler, R. Margesin. – Berlin: Springer-Verlag, 1996. – 420 p.
8. Методы почвенно-зоологических исследований. [под ред. М.С.Гилярова]. – М.: Наука, 1975. – 280 с.
9. Плохинский Н.А. Биометрия / Н.А. Плохинский. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1970. – 367 с.
10. Якутин М.В. Изменение основных компонентов деструкционного звена биологического круговорота в ряду равнинных почв Котловины Больших озер Западной

Монголии / М.В. Якутин, В.С. Андриевский, Ч. Лхагвасурен // Сибирский экологический журнал. – 2010. – № 3. – С. 437-444.

© В.С. Андриевский, М.В. Якутин, Ч. Лхагвасурен, 2012

К ВОПРОСУ ОБ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ В СОВРЕМЕННОМ УЧЕНИИ О ПОЧВЕННОМ ГУМУСЕ

Борис Максимович Кленов

Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, 630099, г. Новосибирск, ул. Советская, 18; Сибирская государственная геодезическая академия, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник, профессор, тел. (383)222-76-36, e-mail: klenov@issa.nsc.ru

Экологическая устойчивость почвенного гумуса рассмотрена в двух аспектах - биосферном и хозяйственно-экономическом. С одной стороны, гумус представляется как система органических соединений биосферы, образовавшихся в процессе своеобразного естественного отбора и характеризующихся различной экологической устойчивостью. С другой, экологическая устойчивость на примере гуминовых кислот почв рассматривается как мера изменения их содержания и природы под влиянием антропогенной нагрузки. Предложены критерии экологической устойчивости гумуса.

Ключевые слова: экологическая устойчивость, гумус, гуминовые кислоты, антропогенное воздействие.

PROBLEM OF ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY IN PRESENT-DAY SOIL HUMUS STUDIES

Boris M. Klenov

Institute of Soil Science and Agrochemistry of SB RAS, 630099, Novosibirsk, 18 Sovietskaya St; Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St, leading researcher, professor, phone (383)222-76-36, e-mail: klenov@issa.nsc.ru

Environmental sustainability of soil humus was considered in two aspects such as biospheric and economical. On the one hand, humus is considered as a system of organic compounds of the biosphere which are formed as a result of specific natural selection and which are noted for different environmental sustainability. On the other hand, by example of soil humic acids the environmental sustainability is considered as a measure of their change under human impact. The criteria of environmental sustainability of humus are proposed.

Key words: environmental sustainability, humus, humic acids, human impact.

Известно, что, что любое антропогенное воздействие на почву изменяет её как физическую и химическую среду обитания живых организмов и ведёт к сокращению биоразнообразия, а, значит, и к сокращению уровня гумуса. Кроме того, сокращение уровня гумуса сопровождается изменением его качества и структуры, т.е. природы в целом.

Понятие «экологическая устойчивость (ЭУ), или устойчивость экологического функционирования» сейчас тесно связано с изучением любого природного объекта, в том числе и почвы в целом и её органической составляющей в частности, представленной в основном гумусом. Вопрос ЭУ гумуса, образованного главным образом гуминовыми кислотами (ГК) и фульвокислотами (ФК), – один из наименее выясненных. Вместе с тем следует

отметить, что уже в классических работах в области почвоведения эта проблема обсуждалась на примере так называемой буферной способности почв при поступлении в них агентов кислотной или щелочной природы. Об ЭУ гумуса, видимо, целесообразно судить по ЭУ гуминовых кислот (ГК). Дело в том, что, с одной стороны, эта группа специфических органических соединений почвы к настоящему времени наиболее обстоятельно изучена, а, с другой, одна, видимо, наиболее устойчива в экологическом отношении. О наиболее высокой ЭУ гуминовых кислот по сравнению с другими компонентами гумуса можно определенно судить по многочисленным результатам определения возраста ГК методом радиоуглеродного датирования [1].

Вопрос ЭУ гумуса в целом и ГК в особенности, прежде всего, наиболее остро встает в связи с освоением почв и последующим использованием их в земледелии, а также в связи с поступлением в почву продуктов антропогенной деятельности. В наиболее общем понимании ЭУ ГК в агроэкосистеме – это их способность в целом сохранять значение своих параметров, в т.ч. и структурных, в пространстве и времени.

Совершенно иная картина в почвах естественных ненарушенных биогеоценозов, где разложение органических остатков и синтез гумусовых веществ находится примерно в равновесии, поэтому потерь гумуса не происходит. Наоборот, происходит его увеличение, хотя и очень медленное. Следовательно, к рассмотрению ЭУ органического вещества в естественных и сельскохозяйственных почвах нельзя подходить одинаково. В естественных биогеоценозах гумус как система экологически устойчивых соединений образуется в ходе своеобразного естественного отбора. В сложной многокомпонентной смеси органического опада трансформации в первую очередь подвергаются легко разлагающиеся соединения (белки, углеводы), медленнее разлагаются жиры, а самым устойчивым, как известно, являются лигнин. Более трудно разлагающиеся компоненты и служат структурной основой биотермодинамически устойчивой системы гумусовых кислот (ГК и ФК). Однако даже и такая устойчивая система специфических органических соединений, как свидетельствуют многочисленные данные, теряет устойчивость при превращении биогеоценозов в агроценозы [2].

Представляется, что сравнительно-аналитическая оценка изменения наиболее характерных показателей ГК почв естественных ценозов и агроценозов позволит дать более четкое представление о критериях ЭУ. Предварительно систематизация таких критериев, приведенных в таблице по результатам изучения гумуса почв Западной Сибири, была предпринята ранее [3]. Предлагаемые критерии устойчивости в известной степени условны. По климатическим показателям, а также по показателям гумусового состояния и по основным показателям структурного состояния ГК почвенные экосистемы в целом можно подразделять всего на две группы (категории): экологически устойчивые и экологически слабоустойчивые. Таким образом, предлагаемая схема довольно проста, т.к. выделяются всего две группы ЭУ, однако набор данных довольно обширный, что вполне естественно, если принять во внимание сложность процесса гумусообразования вообще. К настоящему

времени эти показатели подкреплены данными для ГК почв других районов Сибири [4], в частности, Баргузинской котловины, где весь спектр почв по соответствующим показателям, предложенным в прилагаемой таблице, относится к категории экологически слабоустойчивых.

Обращаясь к содержанию таблицы, необходимо выделить, что при разработке показателей экологической устойчивости системы гумусовых соединений принимаются во внимание три параметра: биоклиматические, гумусового состояния почв и структурного состояния ГК. Величины показателей в правой колонке, предложенные на основании ранее проведенных исследований на примере почв Западной Сибири [2, 3], формально служат показателем экологической устойчивости почв и их гумусовых систем в естественных ценозах. При этом допускается, что в таких ценозах имеет место либо слабое проявление эрозионных процессов, либо их отсутствие. В случае проявления эрозии картина представляется иной, т.к., например, уже половина потерь гумуса, а иногда и больше происходит за счет только одного этого процесса. Неодинаковость величин показателей ЭУ свидетельствует о различной степени выраженности ЭУ изучаемых почв. Например, почвы, формирующиеся в условиях продолжительного периода биологической активности (ПБА) и повышенной среднегодовой температуры, будут экологически устойчивее почв, развивающихся в более суровых биоклиматических условиях. Например, серые, темно-серые почвы, черноземы, а также каштановые почвы характеризуются более высокой ЭУ, нежели автоморфные почвы таежной и тундровой зон. В Западной Сибири разделительным барьером ЭУ автоморфных почв является подтаежная зона с коэффициентом увлажнения, равным 1. Представляется, что применение только одних биоклиматических параметров будет вполне достаточным, чтобы предварительно классифицировать почву как экологически устойчивую или экологически слабоустойчивую. Показатели же гумусового состояния, дополнительно дающие ещё четыре величины, позволят более надежно подтвердить степень проявления ЭУ почв и их гумусовых систем. Что касается трех приведенных в таблице параметров структурного состояния ГК, то вследствие более сложного их получения в техническом отношении их целесообразно применять только в случае изучения ЭУ почв пахотных агроценозов или почв, экологическое равновесие которых нарушено иными видами антропогенной деятельности (орошение, осушение и др.). Первые два параметра являются, скорее всего, обязательными. Именно изменение структурных показателей ГК, например, возрастание величины (более 1) Н:С и степени ароматичности (более 30).

Необходимо добавить, что из показателей гумусового состояния целесообразнее использовать данные запаса гумуса вместо его содержания в %. Вместе с тем, при изучении естественных ценозов и агроценозов одних биоклиматических показателей, равно как и одних показателей гумусового состояния не достаточно для отнесения экосистемы к категории экологически устойчивой. Эти два вида параметров являются взаимодополнительными.

Показатели ЭУ почв и гумуса

Показатель	Значение показателя для экологически устойчивых почвенных экосистем
<i>Биоклиматические показатели</i>	
Период биологической активности	Более 120 дней в году
Среднегодовая температура	Выше +0,5оС
Коэффициент увлажнения по Н.Н.Иванову	Менее 1,0
<i>Показатели гумусового состояния</i>	
Содержание гумуса, %	Более 5
Запас гумуса, т/га в слое 0-100 см	Более 300
Степень гумификации, %	Более 30
Тип гумуса - фульватно-гуматный, гуматный	Сгк:Сфк более 1,0
Содержание свободных ГК, % от общего их содержания	Менее 40
<i>Показатели структурного состояния ГК</i>	
Н:С в молекуле ГК	Менее 1,0
Степень бензоидности, % (по результатам элементного анализа и расчету по модифицированной формуле Ван-Кревелена)	Более 30
Разрушение ГК при гидролизе минеральными кислотами, % массы	Менее 30

Третий параметр структурного состояния ГК, т.е. их отношение к гидролизу минеральными кислотами (гидролизуемость), не является обязательным. Получение его не представляет технических трудностей, но отличается продолжительностью. Однако получение этого параметра, тем не менее, заслуживает внимания в случае подтверждения химической устойчивости изучаемого объекта. А химическая устойчивость согласуется с его устойчивостью к биологическому разложению, т.е. с ЭУ. Вместе с тем этот параметр хорошо согласуется со степенью ароматичности, поэтому может служить в качестве её контроля при оценке ЭУ почв, включенных в сельскохозяйственный оборот. Возрастание степени ароматичности ГК по мере увеличения срока использования почвы в качестве пашни сопровождается, как правило, снижением гидролизуемости ГК [2]ъ. Снижение при этом гидролизуемости, в свою очередь, объясняется тем, что ГК теряют алифатические структуры, что приводит к усилению степени их ароматичности. Как правило, показатель гидролизуемости в пахотных почвах ниже, нежели в целинных их аналогах. Таким образом, антропогенная нагрузка на почву также упрощает структуру ГК и снижает их ЭУ.

В заключение следует отметить, что почвенный гумус – продукт своеобразного естественного отбора, в ходе которого в почве длительное время сохраняются наиболее устойчивые его фракции. Все эти фракции, как известно, постепенно обновляются под влиянием современного почво- и гумусообразования, но сохраняют ЭУ в пространстве и времени. Основными устойчивыми соединениями гумуса являются ГК, которые, видимо, могут

служить в качестве своеобразного индикатора ЭУ почвы. По изменению их содержания и структуры в условиях антропогенного воздействия можно судить об изменениях ЭУ почвы в целом. Разрабатываемые критерии ЭУ почв и их гумусовой составляющей требует дальнейшего уточнения. Однако в любом случае их необходимо рассматривать в двух аспектах: биосферном и хозяйственно-экономическом. Устойчивость почв и гумуса в биосфере представляется целесообразным рассматривать на примере ненарушенных экосистем. Что касается хозяйственно-экономического аспекта, то ЭУ нужно рассматривать как меру изменения величин показателей гумусового состояния и структурного состояния ГК под влиянием антропогенного воздействия.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Чичагова О.А. Радиоуглеродное датирование гумуса почв. М.: Наука, 1985.– 145 с.
2. Кленов Б.М. Устойчивость гумуса автоморфных почв Западной Сибири. Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал «ГЕО», 2000. – 176 с.
3. Кленов Б.М. Некоторые критерии устойчивости системы гумусовых веществ почвы // Вестн. ТГУ. – 2005. - №15. – С. 160-162.
4. Кленов Б.М. , Гладков А.А., Альмендрос Г. Природа гумуса почв Баргузинской котловины в связи с их многообразием / Материалы II Международной научной конференции. Улан-Удэ, 20-25 июня 2011 г. Т.1. С. 75-76.

© Б.М. Кленов, 2012

БАРЬЕРНЫЕ ЛАНДШАФТЫ КАЛБИНСКОГО НАГОРЬЯ

Анна Вавильевна Егорина

ВКГТУ им. Д. Серикбаева, Усть-Каменогорск, Казахстан, ул. Дзержинского 16-36, д.г.н., академик Академии ЕН РК, профессор кафедры «Безопасность жизнедеятельности и охрана окружающей среды», тел. 8 (7232) 535335, e-mail: av_egorina@mail.ru

Алёна Николаевна Логиновская

ВКГТУ им. Д. Серикбаева, Усть-Каменогорск, Казахстан, ул. Михаэлиса 2 кв.72, к.г.н., старший преподаватель кафедры «Геодезия, землеустройство и кадастр» тел. 87771547377, e-mail: loginovskaja@bk.ru

В статье рассмотрены ландшафты Калбинского нагорья и барьерные эффекты, оказывающие влияние на их формирование.

Ключевые слова: ландшафт, водораздел, климат.

BARIERNYE LANDSCAPES KALBINSKOGO UPLANDS

Anna V. Egorina

d.g.n., academician to Academies EN RK, professor of the pulpit "Safety to vital activity and guard surrounding ambiances" Eas, Kazakhstan State Technical University afler D. Serikbayev, 16-36 Dzerynskogo st., Ust-Kamenogorsk c., Republic of Kazakhstan, tel.8 (7232) 535335, e-mail: av_egorina@mail.ru

Alyna N. Loginovskaya

k.g.n., cl. teacher of the pulpit "Geodesy, landdevice and cadastre", East Kazakhstan State Technical University afler D. Serikbayev, 2-72 Mihaelis st., Ust-Kamenogorsk c., Republic of Kazakhstan, tel. 87771547377, e-mail: loginovskaja@bk.ru

In the article landscapes are considered Kalbinsky highland and barrier effects influencing on their shaping.

Key words: landscape, watershed, climate.

Калбинский хребет является одним из интереснейших природных объектов в Восточном Казахстане. Калбинский хребет расположен в Восточно-Казахстанской области. Калба протягивается от большой излучины в районе устья реки Нарым до долины реки Чар на востоке. На севере он граничит с левобережьем реки Иртыш, на востоке с Бухтарминским водохранилищем, на юге с рекой Кокпекты и западе с Казахским мелкосопочником.

В Калбинском хребте широко развито низкогорье, имеющее по западной периферии характер мелкосопочника, врезаны речные долины, хорошо разработанные и широкие, с двумя надпойменными террасами. Углублены долины относительно водораздельных равнин на 100-120 м, склоны их сильно расчленены оврагами. Водораздельная часть хребта образована остатками поверхностей выравнивания, имеющими холмисто - увалистый, грядовой и

сильно уплощенный рельеф. В местах развития гранитоидов вершины имеют резкие скалистые очертания. На востоке, в области наибольших поднятий Калбинского хребта, склоны сильно расчленены, крутые. Реки Шигелек, Малая Буконь и Большая Буконь прорезывают насквозь данные горы в поперечном направлении, образуя не очень глубокую, но узкую и ущелистую долину, огражденную крутыми, нередко почти отвесными, скалистыми склонами.

К западу от долины реки Шигелек рельеф Буконских гор имеет характер близкий к мелкосопочному рельефу: небольшая возвышенности с каменистыми вершинами и пологими склонами разобщены широкими ложбинами и неглубокими котловинами. Только близ левого берега долины реки Шигелек наблюдается несколько невысоких но очень крутых и острых пиков с очень каменистыми и скалистыми склонами.

Южные склоны рассматриваемой гряды отличаются гораздо большей крутизной, чем северные, они сильно изрезаны ложбинами, очень каменисты и в значительной части очень скалисты.

Реки Таинты, Аблакетка, Уланка, Кызылсу формируют свой сток на северных склонах нагорья. Бассейны рек Большая и Малая Буконь, частично Кокпекты, занимают его южные склоны. Река Чар, хотя и течет большую часть своего пути в северном направлении, но своими верховьями располагается на южных склонах Калбинских гор.

Промежуточное расположение Калбинского хребта на стыке Алтайской горной системы и Казахстанского мелкосопочника обуславливает смешение флоры степной и горной зоны, такое естественно-географическое расположение хребта определяет богатство его территории уникальными объектами природы.

Калбинские барьерные ландшафты характеризуются лесными и лесостепными образованиями на собственно горной, низкогорно-предгорной, мелкосопочной и равнинно-предгорной территориях. Сосновые леса достаточно широко распространены на собственно горных территориях Калбы.

В сосновом лесу преобладают мезофиты и мезоксерофиты, ареалы формирования евразийского и азиатского видов. В подлеске присутствуют жимолость татарская, шиповник, карагана, в местах с большим увлажнением прибавляется смородина. В травостое доминируют ковыль, мятлик, полыни, луки, реже осоки, чина, ирис и др. Запас древесины в наиболее продуктивных лесах достигает $200 \text{ м}^3 / \text{га}$.

Район остепненных калбинских кустарниковых сосновых лесов представлен ландшафтами холмисто увалистого низкогорья, сложенного гранитами, с сосновыми лесами на горных каштановых почвах. Березовые леса, тополевики и ивняки распространены в межгорных долинах, по горным речкам [1, 2].

Калбинское нагорье зимой находится под центральной частью западного отрога Азиатского антициклона. В связи с этим на высотах 600-1400 м наблюдается пояс антициклонических фёнов, с температурами минус 13 - минус 14°C .

Нисходящие токи обеспечивают ясную тихую погоду, пояс является наиболее комфортным для рекреационных целей [3].

На Калбинском нагорье (северный склон горы Медведка) сохранился уникальный памятник природы – Синегорская пихтовая роща. «Остров» пихты занимает площадь около 50 га. Сопутствующие нагорным соснякам фитоценозы образованы растительностью, присущей сосновым лесам большей части Евразии.

Зимний период со средними суточными температурами ниже нуля на высотах до 800 м над ур. м. может продолжаться от 150 до 160 дней – с третьей декады октября до первой декады апреля, до 190-200 дней в наиболее высокой части хребта.

Устойчивый снежный покров в северных предгорьях формируется при средней суточной температуре минус 5°C , средняя дата разрушения устойчивого снежного покрова совпадает с переходом средней суточной температуры через 0° .

Период с устойчивым снежным покровом в северных предгорьях длится 153 дня (с 12 ноября по 2 апреля), продолжительность этого периода на каждые 100 м высоты увеличивается в среднем на 4-5 суток [4].

По снегосъемкам в лесных и лесостепных ландшафтах средняя из наибольших высот снежного покрова за зиму, по данным В.С. Ревякина, составляет 70 - 100, в степях – 30 - 70, в сухих степях – 20-30 см.

Обеспеченность наибольшей декадной высоты снежного покрова в районе Самарки – 60 см, что составляет 15,3%, в Усть-Каменогорске – 50 см, или 25,3% [4, 5, 6].

По продолжительности залегания и высоте снежного покрова зимы в предгорьях Калбы относятся к умеренно снежным. На наветренных склонах выше 750 метров над у.м. зимы следует относить к значительно снежным. Коэффициент снежности, по И.М. Осокину, от 20 до 40. Он характеризует умеренно снежные, от 40 до 70 – значительно снежные зимы [7].

Вертикальные градиенты температуры составляют минус $0,6^{\circ}$ - минус $0,8^{\circ}$ на 100 м поднятия, атмосфера характеризуется устойчивой стратификацией. Проветривание ландшафтов слабое. Средние скорости ветра зимой не превышают 2 м/сек, в теплый период от 1,6 до 2,4 м/сек. Число дней с сильными ветрами (более 15 м/сек) составляет на севере и востоке нагорья до 20, на высотах более 1000 м до 30 дней в году.

Летом ясная, теплая погода со слабыми ветрами, редкими ливневыми осадками, грозами обусловливается распространением на исследуемую территорию, и особенно на районы Калбы и Южного Алтая, Иранской термической депрессии. На Рудном Алтае и Калбе в течение всего года 80-90% погод являются комфортными для рекреационных целей [8].

Калба имеет большие ресурсы тепла и света. Число часов солнечного сияния за год превышает 2400, число ясных дней за этот же период – 180. При общей облачности 5-6 баллов вероятность повторяемости нижней облачности 0-2 балла по месяцам колеблется от 60 до 70%.

В течение года над Калбинским нагорьем на юго-западные потоки воздуха приходится 39, на западные 38, северо-западные и северные 23% их общей повторяемости. Природные ландшафты Калбы являются наиболее экологически

чистыми, так как только с северо-западными и северными потоками может осуществляться вынос атмосферных загрязнений из промышленной зоны Рудного Алтая в район Калбы [9] .

Радиационные индексы сухости ($\frac{B}{Lr}$) соответствуют: 2,0 – типичные степи, 1,2 – лесостепные ландшафты, 0,9-1,0 – лесные ландшафты [8].

Испаряемость в лесах Калбы превышает осадки на 100-150, в лесостепных и степных ландшафтах – на 200-300 мм, что указывает на общую засушливость климата. Лето на Калбе теплое, его средняя температура колеблется от 19 до 21,5⁰ (Самарка), на высотах более 1000 м над у.м. от 15 до 18⁰С. Температуры осени: сентябрь 11,5⁰; октябрь 3,7⁰С [10].

Вегетационный период длится 180-170 дней (15 апреля - 15 октября). Сумма эффективных температур ($\Sigma t^0 > 10$) составляет 2800-1800⁰. Безморозный период в среднем длится 130 дней, в отдельные годы от 87 до 164 дней. Необходимо учитывать, что в широких долинах, межгорных понижениях часты штили, преобладают слабые ветры, четко выражены инверсии температуры, которые характерны особенно в зимний сезон [3].

Условия формирования поверхностного и подземного стока в пределах Калбинского хребта, особенно в северо-западной его части, отличаются от условий Горно-Рудного и Южного Алтая. Рельеф приближается к мелкоопочнику. Долины рек имеют сравнительно малые уклоны.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ландшафтная карта Казахской ССР. - 1:2500000 / Отв. ред. Н.А. Гвоздецкий. - М.: ГУГК, 1979. - 2 л.
2. Система ведения лесного хозяйства в лесах Восточного Казахстана / Каз НИИ лесного хозяйства и агролесомелиорации. - Алма-Ата.: Кайнар, 1984. - с. 16-105.
3. Егорина А.В. Климат Юго-Западного Алтая.- Усть-Каменогорск, 2002.- 240 с.
4. Дюкарев А.Д., Егорина А.В. Основные закономерности формирования снежного покрова Восточно-Казахстанской области // Гляциологические исследования в Сибири. - Иркутск, 1987. - Вып. 2. - с. 39-50.
5. Ревякин В.С. Природные льды Алтае-Саянской горной области. - Л.: Гидрометеиздат., 1981. - 288 с.
6. Ревякин В.С. Снежный покров и лавины Алтая. - Томск.: Изд-во ГТУ, 1977. - 216 с.
7. Осокин И.М., Осокин Н.И. Типы снежности на территории СССР //Вопросы географии и биологии. Чита, 1970. – с. 119
8. Егорина А.В. Барьерный фактор в формировании природной среды гор.- Барнаул, 2003.- 344 - с.
9. Егорина А.В., Попова К.И. Структура годового цикла осадков по эпохам циркуляции в пределах Юго-Западного Алтая. - Барнаул, 1989. – с. 34-42.
10. Егорина А.В. Пространственно-временная изменчивость гидротермических показателей в природных комплексах Восточного Казахстана // автореферат канд. дисс. - Л, 1990. - 17 с.

УДК 551.1/2.

ПРОБЛЕМА РАЗРУШЕНИЯ БЕРЕГОВ ОЗЕРА АЛАКОЛЬ

Надежда Ивановна Михайлова

ВКГУ им. С. Аманжолова, ул. 30-ой Гв. Дивизии 34, Усть-Каменогорск, Казахстан, к. г.-м. н., профессор кафедры «География» тел. 8(7232)253270

Алёна Николаевна Логиновская

ВКГТУ им. Д. Серикбаева, Усть-Каменогорск, Казахстан, ул. Михаэлиса 2 кв.72, к. г. н., старший преподаватель кафедры «Геодезия, землеустройство и кадастр» тел. 87771547377, e-mail: loginovskaja@bk.ru

Рассмотрены проблемы разрушения берегов озера Алаколь в геолого-историческом аспекте. Дан анализ возможных причин разрушения и рекомендации по сохранению и закреплению берегов.

Ключевые слова: озеро, береговая линия, разрушение.

PROBLEM OF THE DESTRUCTION COAST LAKE ALAKOLI

Naejda I. Mihailova

k.g.-m.n., professor of the pulpit "Geography", East Kazakhstan State University after S. Amanzolov, 34 30-Gv. Divisii st., Ust-Kamenogorsk c., 070007 Republic of Kazakhstan, tel. 8(7232)253270

Alyna N. Loginovskaya

k.g.n., cl. teacher of the pulpit "Geodesy, landdevice and cadastre", East Kazakhstan State Technical University after D. Serikbayev, 2-72 Mihaelis st., Ust-Kamenogorsk c., Republic of Kazakhstan, tel. 87771547377, e-mail: loginovskaja@bk.ru

The Considered problems of the destruction coast lake Alakoli in geology-history aspect. It Is Given analysis of the possible reasons of the destruction and recommendations on conservation and fastening coast.

Key words: lake, coast line, destruction.

Озеро Алаколь расположено на востоке Казахстана, юго-востоке Восточно-Казахстанской области. Длина озера 104 км, ширина 52 км, длина береговой линии составляет 384 км, максимальная глубина 22,1 м, площадь водосбора составляет 68,7 тыс. км².

В настоящее время озеро и его окрестности используются в бальнеологических целях. Там построены кемпинги и санатории, но так как в последние 50-лет происходит активное разрушение восточных, юго-восточных берегов, такая опасность вызывает особую тревогу. Возникла проблема о причинах разрушения берега. Чаще всего речь идет о сильных северо-западных ветрах, как причине разрушения нагонными волнами. Но, в таких межгорных впадинах, как Алакольская и Зайсанская, западный перенос сформировался давно, возможно существует десяток миллионов лет. Поэтому точный ответ нам

может дать изучение истории палеогеографии Алакольской впадины и озера Алаколь по литературным и картографическим источникам. Через палеогеографию можно проследить развитие геосистем. Данное изучение имеет экологическое, историческое и социальное значение.

Алакольская впадина вытянута в юго-восток северо-западном направлении на 130 км при ширине 80 км. С севера она ограничена хребтами Саур-Тарбагатая. На юге впадина ограничена передовыми хребтами Джунгарского Алатау. На северо-западе она сочленяется с Балхашской впадиной и плавно переходит в Казахский мелкосопочник. На юго-востоке между отрогами Саура и Алатау существует значительное понижение в рельефе – Джунгарский переход. В наиболее пониженной (347-350 м) центральной части впадины располагается система озер так называемой Алакольской группы: это Алаколь, Кошкарколь, Жаланашколь, Уялыколь, Сасыкколь. К подножию хребтов абсолютная высота поверхности впадины увеличивается до 700 – 800 м. Самое крупное из этой группы озеро Алаколь имеет неправильную грушевидную форму и прижато к джунгарскому берегу. Сейчас зеркало озера располагается на абсолютной отметке 387 м. Все озера бессточные и не сообщающиеся между собой, поэтому солоноватоводные от 3 до 9 грамм на литр [1].

В озеро впадает более 15 притоков, из которых основными являются шесть: реки Урджар (дающая 50% поверхностного притока в озеро), Хатынсу (8,8%) и Эмель (27,4%) на севере и северо-востоке и Жаманутколь (5%), Ргайты и Жаманты (8,8%) – на юге и юго-востоке. Реки, берущие начало с отрогов Джунгарского Алатау (Тентек, Ыргытай, Жаманты), с Саур-Тарбагатая (Урджар, Эмель, Тасты).

Алакольская впадина и озеро Алаколь имеют длительную и сложную геологическую историю. Основные черты современного рельефа Балхаш-Алакольской впадины и окружающих территорий созданы тектоническими движениями, продолжающимися с олигоцена и поныне - в течение новейшего этапа альпийского тектогенеза.

По мнению А.К. Бувалкина время заложения Алакольской впадины – поздний триас - ранняя юра (рэт-среднелейасовое время). Джунгарская зона ранней мезозойской активизации прослеживается в широтном направлении на большое расстояние. В ее пределы входят современный Джунгарский хребет и его западные отроги, близко поступающие к озеру Балхаш. С севера Джунгарская зона активизации ограничена Алакольско-Джунгарским разломом, который в течение всего позднего триаса и ранней юры определял формирование Алакольской впадины. Бувалкин А.К. считает, что активизация движения земной коры Джунгарской зоны началась в самом конце триаса поднятием Джунгарского блока. Поэтому вдоль северного пограничного разлома на палеозойском складчатом фундаменте заложился Алакольский локальный прогиб, как компенсация поднимающемуся Джунгарскому блоку [2].

В первой половине мезозоя впадина была покрыта пышной растительностью, заболочена, что привело к формированию бурогоугольного месторождения, рет-лейасового возраста.

Во второй половине мезозоя впадина высокогорная, с суровыми условиями, озеро отсутствует.

С начала кайнозоя уже в палеогене, впадина приобретает современный облик, озеро неоднократно меняло конфигурацию.

Современное состояние Алакольской впадины было создано процессами в неоген-четвертичное время. Т. Н. Джуркашев подразделил отложения неоген-четвертичного возраста впадины на павлодарскую, илийскую, алакольскую и хоргосскую свиты [3].

Отложения представлены как грубообломочными галечниками и гравийниками, так и песчано-глинистыми образованиями озерного генезиса. Из суглинков здесь определена фауна пресноводных моллюсков и ископаемая цветочная пыльца.

В антропогене происходит возникновение единой системы Древнего Балхаша, который объединяет всю Алакольскую группу озер, Балхаш и Эби-Нор на территории Китая.

В мелкосопочном и горном обрамлении впадины преобладают элювиально-делювиальные, пролювиальные и аллювиальные отложения. Алакольская впадина выполнена аллювиальными и озерными образованиями, мощностью по данным буровых скважин 428 м.

В алматинскую фазу по Т.Н. Джуркашеву поднимается перемычка между Балхашем и Алаколем, т.е. древний Балхаш распался на самостоятельные, Балхашскую и Алакольскую впадины заполненные озерами. Медленное поднятие перемычки, формирование дельт баканасов, заставляет Балхаш перемещаться на северо-запад, а Алаколь на юго-восток [3].

Берега озера Алаколь непостоянные, сильно изрезаны. Основными факторами динамики берегов озера являются ветровое волнение в сочетании с циклическими колебаниями уровней воды, деятельность рек, дрейфовые навалы льда, фитогенные и эоловые процессы. Многочисленны полуострова, мысы, косы, заливы и бухты.

Рассмотрим некоторые возможные причины разрушения берегов озера Алаколь.

Одна из причин – ветры северо-западных румбов. Особенности рельефа описываемого участка обуславливают сложный характер ветровой деятельности. Направление ветров самое различное, смена его происходит иногда несколько раз в течение одного дня.

Наиболее сильные ветры на равнинной части описываемых участков бывают западного и северо-западного направления. Средние многолетние скорости ветра изменяются от 1,6 м/сек до 5,9 м/сек. Наибольшие скорости в отдельные периоды наблюдений были отмечены зимой до 28 м/сек, летом до 20 м/сек (Семипалатинское Прииртышье). Ветры кроме волнения вызывают сильный нагон волн. Специфический характер ветрового режима обуславливает пеструю картину волнения на акватории озера. Наибольшая высота волны (2 – 2,5 м) наблюдается на ветрах восточных направлений. Продолжительность непрерывного волнения (высота волн 1,25 – 2,5 м) в отдельные годы достигает 4

– 5 суток. Активное разрушение берегов наблюдается последние 50 лет, а ветры здесь дуют с момента возникновения Алакольской впадины.



Рис. 1. Берег озера Алаколь (юго-восточный)



Рис. 2. Берег озера Алаколь

Впадина начала формироваться с позднего триаса и представляла естественную аэродинамическую «трубу». За столь длительный срок почти более чем 200 млн. лет ветры разрушили бы не только берега озера, но и хребты окружающие впадину.

По мнению Т. Н. Джуркашева реки, стекающие с растущих блоков Саур-Тарбагатая и Джунгарского блока, из принесенного аллювия формировали дельты – баканасы. В результате возникла перемычка Арганаты между Балхашской и Алакольской впадиной. В результате воды озера Балхаш стали вытесняться на северо-запад, а воды озера Алаколь на юго-восток. Воды озера Алаколь стали наступать на берег и разрушать его, а ветры и нагонные волны только дополняли разрушения [3].

В перемычке Арганаты отсутствуют отложения средней и верхней юры и мела, нижепалеогеновые отложения. Поэтому сомнительно, чтобы небольшие, хотя и горные реки, смогли бы за неоген-четвертичное время намывать выносимым аллювием перемычку, разделившую единый водоем.

Алакольская впадина, так же как и Зайсанская и Иссык-Кульская, формируются тектоническими процессами послеплатформенной активизации и неотектоническими движениями, действующими и в настоящее время. Рост блоков хребтов Барлык и Майли приводит к отчленению Эби-Нора. С начала четвертичного времени начинает активно расти блок Арганаты, разделявший Балхашскую и Алакольскую впадины, что приводит к перемещению озера Балхаш на северо-запад, а озера Алаколь на юго-восток.

Критическая ситуация для оз. Алаколь наступила, вероятно, в последние два столетия. Надвигающиеся воды озера Алаколь перекрыли галечниковые пляжи и стали разрушать берег. Вдоль береговой перенос весь подводный пляж переместил и продолжает перемещать на юго-восток, где намывается коса. Отсутствие подводного пляжа постепенно привело к критической ситуации, и сейчас происходит активная абразия юго-восточных и юго-западных берегов.

В результате проведенного анализа всех возможных причин, можно предположить, что основная причина разрушения берегов озера Алаколь это новейшие тектонические процессы. А деятельность ветров и нагонных волн, намыв дельт - причины второстепенные и малозначительные.

Мировая практика подсказывает дать следующие практические рекомендации по берегоукрепительным работам и природоохранным мероприятиям.

Необходимо провести изучение береговой полосы озера:

- Провести батиметрические измерения, установить мощность отложений подводного пляжа, площадь подводного пляжа, вещественный состав отложений;
- Установить возраст рыхлых отложений пляжевых галечников и перекрывающих лессовидных суглинков.

Выполнить палеогеографический анализ истории формирования и развития Алакольской впадины и озера Алаколь с целью установления передвижения береговой полосы в прошлом.

Уже сейчас необходимо начинать отсыпку пляжей на клифовом участке побережья, искусственно систематически наращивать ширину пляжа, как это делается по юго-восточному побережью Крыма. Бутовый камень для подсыпки пляжа можно получать с отрогов Тарбагатая и Джунгарского Алатау. Это самый надежный и самый дешевый метод сохранения береговой зоны на северо-востоке, востоке озера.

Начать строительство вдоль разрушающихся берегов подводного бум, который бы задерживал снос пляжевых галечников на глубину.

Минимизировать техногенные воздействия, так как геосистемы аридной зоны очень неустойчивы [4, 5].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Филонец П.П. Очерки по географии внутренних вод Центрального, Южного и Восточного Казахстана (озера, водохранилища и ледники) / Алма-Ата: Наука КазССР, 1981.
2. Бувалкин А. К. «Юрские отложения Восточного Казахстана», издательство «Наука» Казахской ССР, Алма-Ата, 1978 г. - С. 119-140.
3. Джуркашев Т.Н. «Антропогенная история Балхаш-Алакольской впадины», Алма-Ата: Наука, 1972.
4. Байсалбаева К., Михайлова Н.И. Возможные причины разрушения берегов озера Алаколь и берегоукрепительные мероприятия / Материалы конференции «Региональный компонент в экологическом образовании». - Усть-Каменогорск, 2008.- С. 9-16.
5. Михайлова Н.И., Колтей Н.М. Кризис динамики берегов озера Алаколь. и возможные берегоукрепительные работы / Материалы конференции «Региональный компонент в экологическом образовании и воспитании». - Усть-Каменогорск, 2009.- С. 104-108.

© Н.И. Михайлова, А.Н. Логиновская, 2012

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ЛЕСНЫХ ДОРОГ НА ПОЖАРНУЮ ОПАСНОСТЬ НАСАЖДЕНИЙ НИЖНЕГО ПРИАНГАРЬЯ

Андрей Валерьевич Иванов

Сибирский государственный технологический университет, 660049, г. Красноярск, пр. Мира, 82, старший преподаватель кафедры лесоводства, кандидат биологических наук, тел. (391)2495429, e-mail: green@escapenet.ru

Светлана Александровна Москальченко

Сибирский государственный технологический университет, 660049, г. Красноярск, пр. Мира, 82, доцент кафедры лесоводства, кандидат сельскохозяйственных наук, тел. (391) 2660419, e-mail: lhf@sibstu.kts.ru

Проведен анализ пожарной опасности нелесных земель Нижнего Приангарья. Дана оценка влияния дорог на пожарную опасность прилегающих к ним лесных участков.

Ключевые слова: пожарная опасность, виды нарушенных территорий, нелесные земли, лесные дороги, лесные пожары.

ESTIMATING EFFECT S OF FOREST ROADS ON FIRE DANGER OF FOREST OF THE LOVER ANGARA REGION

Andrey V. Ivanov

Siberian State Technological University, 660049, Krasnoyarsk, Mira, 82, senior teacher, department of forestry, PhD, tel. (391)2495429, e-mail: green@escapenet.ru

Svetlana A. Moskalchenko

Siberian State Technological University, 660049, Krasnoyarsk, Mira, 82, associate professor, department of forestry, PhD, tel. (391) 2660419, e-mail: lhf@sibstu.kts.ru

Fire danger of the non-forest area of the Lower Angara Region is analyzed. The influence of forest roads on fire danger of the adjoining forest territory is shown.

Key words: fire danger, types of disturbed territory, non-forest area, forest fuel, forest fire, logging.

Введение

Основные эксплуатационные леса в Красноярском крае находятся на территории Нижнего Приангарья, где они ежегодно вырубаются на площади более 35 тыс. га. Возведение Богучанской ГЭС и линий электропередач, подсочка леса, геологоразведательные работы, сельскохозяйственная и промышленная расчистка и связанное с ними строительство автомобильных дорог, все это приводит к нарушению лесных территорий, увеличению площади нелесных земель и повышению горимости лесов (Калашников 1998; Фуряев, 1997; Соколов, 1997, Андреев 1999, Иванов с соавторами, 2011).

Лесовозные дороги в зависимости от срока их действия делятся на постоянные и временные. К постоянным относятся грузосборочные,

магистральные, соединяющие лесной массив с нижним складом, и лесохозяйственные дороги. К временным дорогам относятся лесовозные усы, карьерные дороги и другие. По времени действия различают дороги круглогодичные и сезонные - зимние и летние (Матвеев, 1974).

Дороги являются одним из самых противоречивых объектов нарушения лесного участка с пожарной точки зрения. С одной стороны, наличие дорог в лесном массиве может служить основой при создании сети противопожарных барьеров, а также при определенных условиях ее можно использовать в качестве опорной полосы при отжиге (Мелехов, Душа-Гудым, 1980). Дорога также позволяет осуществлять наземное патрулирование и облегчает доставку сил и средств к месту пожара. В тоже время наличие дорог способствует появлению антропогенных источников огня на лесном участке. Вместе с ростом населения увеличивается посещаемость лесов и, возрастает число пожаров (Курбатский, 1980).

В связи с этим, целью данной работы является оценка влияния дорог на пожарную опасность прилегающих к ним лесных участков.

Результаты исследования

Транспортные коммуникации в Нижнем Приангарье представлены, в основном, лесовозными дорогами. По данным лесоустройства густота сети дорог неравномерная: от 76 до 400 км на 100 тыс.га. Свыше 60 % от общего числа лесных пожаров возникает в 20 км зоне от дорог (рис.1). Принято считать, что в этой зоне пожары, в основном, антропогенного происхождения. С увеличением расстояния от дороги количество лесных пожаров убывает, что согласуется с ранее сделанными выводами (Андреев 1999, Иванов с соавторами, 2011).

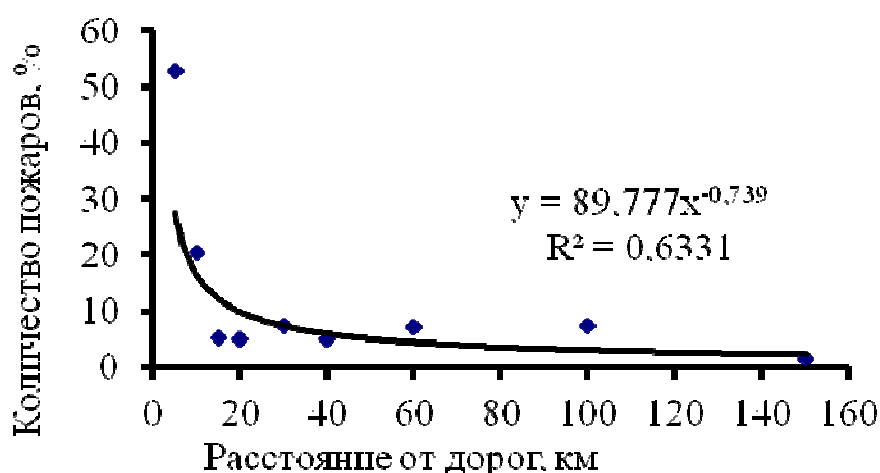


Рис. 1. Распределение числа лесных пожаров по удаленности от дорог

С удалением от дорог увеличивается средняя площадь пожаров - от 77 до 604 га (рис. 2). Связь между расстоянием от дороги и средней площадью пожара высокая и характеризуется коэффициентом корреляции - 0,81. Причинами этого

являются и сложность своевременного обнаружения пожара вдали от населенных пунктов и дорог, и трудность доставки сил и средств пожаротушения на удаленные пожары, и то, что при засушливых погодных условиях возможно одновременное возникновение большого количества пожаров. Все это затрудняет своевременное тушение пожаров на небольших площадях.

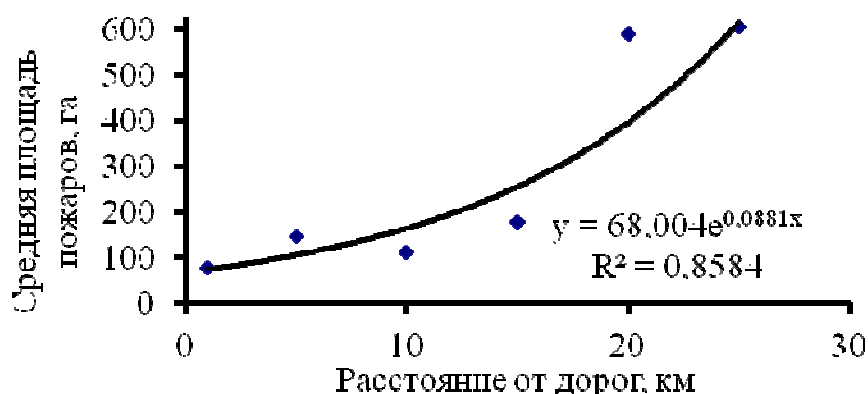


Рис. 2. Распределение средней площади лесных пожаров по удаленности от дорог

В километровой зоне от дороги регистрируется до 30 % от всего количества пожаров по региону (рис. 3), из которых треть приходится на стометровую зону, прилегающую к дороге. По мнению исследователей (Львов, Орлов, 1984) наиболее пожароопасной является трехметровая зона обочин дорог.

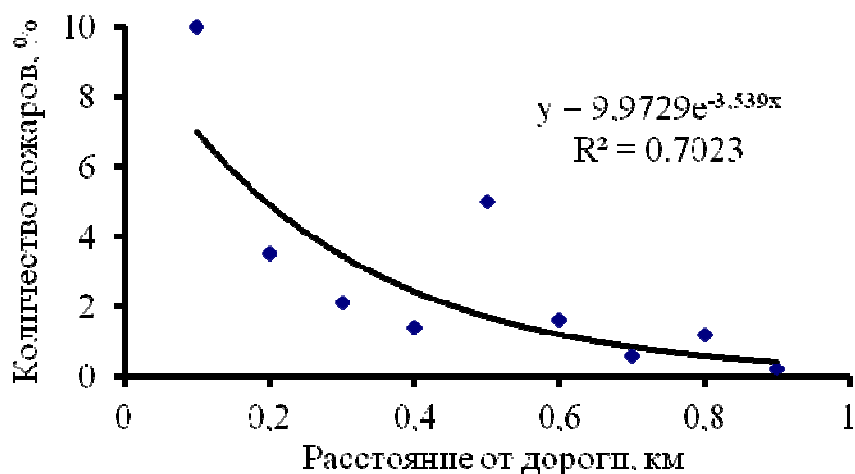


Рис. 3. Распределения числа лесных пожаров по удаленности от дороги (в километровой зоне)

Дороги, в зависимости от их состояния, назначения и периода пожароопасного сезона, могут являться естественными противопожарными

барьерами, но могут и способствовать возникновению и распространению горения. В весенний пожароопасный период дороги, независимо от их назначения и состояния, являются негоримыми противопожарными барьерами. Зимой вдоль дорог скапливается большое количество снега, который становится плотным и приминает лесной горючий материал. Весной плотный снег вблизи дорог сходит гораздо медленнее, чем в лесу и горючий материал более длительное время находится во влажном состоянии. Кроме того, вдоль дорог образуются канавы, наполненные водой. Все это увеличивает ширину барьера, делает его негоримым.

Летом лесовозные усы, карьерные и лесохозяйственные дороги эксплуатируются редко и становятся часто более пожароопасными, чем прилегающие к ним лесные участки. Такие дороги зарастают травой, на них скапливается опад, появляется подрост. На сухих почвах численность соснового подроста может достигать до 9 тыс. экз./га. При этом подрост приурочен к минерализованной части дороги – канавам. На суглинистых свежих и влажных почвах подрост представлен в основном мелколиственными породами, его количество достигает 4 тыс. экз./га и приурочен он к неуплотненной части дороги, в основном к её центру. Часто вдоль постоянных дорог в придорожных канавах селится очень густой подрост с участием всех лесообразующих пород региона, его количество может превышать 100 тыс. экз./га.

Дороги представляют открытые пространства, в связи с этим на них наблюдается повышенная скорость ветра и инсоляция по сравнению с окружающим лесом. Это способствует высыханию горючего материала, как на дороге, так и в непосредственной близости от нее. Тем самым вдоль дороги создается повышенная пожарная опасность для лесного участка. Эксперименты по зажиганию лесных горючих материалов, показали, что при комплексном показателе ПВ-1, характеризующем погодные условия, равном 1870 ед. и более горение устойчиво распространялось на расстояние от 1,0 до 3,0 м по слою из сухой травы, опада и зеленых мхов от обочины дороги глубь лесного участка в сосняке разнотравно-бруснично-зеленомошном. С удалением от дороги свыше 3,0 м огонь не распространялся, хотя опад и прошлогодняя трава могли гореть. Проведенные эксперименты показали, что при таком источнике огня, как искра из выхлопной системы автотранспорта, окурки, спичка, его энергии достаточно, чтобы горючий материал, находящийся в непосредственной близости у дороги, загорелся и выделяющейся энергии достаточно для распространения огня вглубь лесного участка. Но энергии перечисленных источников огня недостаточно для воспламенения горючего материала под пологом насаждения.

Заключение

При организации охраны лесных участков от пожаров необходимо учитывать весь комплекс нарушенности территории, в том числе наличие путей транспорта. Лесные дороги могут рассматриваться и как фактор, увеличивающий пожароопасность прилегающих лесных участков, и как фактор, являющийся естественным барьером при распространении лесного пожара. Установлено, что с увеличением расстояния от дороги количество лесных пожаров убывает, но при этом увеличивается их площадь. Проведенная оценка

естественного возобновления показала, что количество подроста, преимущественно сосны, может составлять на лесовозных дорогах и их обочинах от 4 до 100 тысяч экз/га. То есть, редко используемые лесные дороги являются временным явлением и из категории земель «непокрытых лесной растительностью» могут перейти в категорию «покрытые лесной растительностью».

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Андреев, Ю. А. Население и лесные пожары в Нижнем Приангарье. – Красноярск, 1999. – 94 с.
2. Иванов В.А., Иванова Г.А., Коршунов Н.А., Москальченко С.А., Пономарев Е.И. Связь частоты лесных пожаров со степенью нарушенности лесных территорий Нижнего Приангарья // Лесное хозяйство, 2011, №1, с. 39-41.
3. Калашников Е.Н. Мониторинг нарушенности лесов Сибири // Сибирский экологический журнал. – 1998. – № 1. – С. 49-57.
4. Курбатский Н.П. Некоторые особенности охраны зеленых зон от пожаров // Охрана лесных ресурсов Средней Сибири. – Красноярск, 1980. – С. 6-16.
5. Львов П.Н., Орлов А.И. Профилактика лесных пожаров.– М.: Лесная пром-сть, 1984. – 116 с.
6. Матвеев Л. С. Эксплуатация лесовозных дорог. – М.: Лесн. пром-сть, 1974. – 54 с.
7. Мелехов И.С., Душа-Гудым С. И. Лесоведение : учеб. пособие – М.: Лесная пром-сть, 1980. – 406 с.
8. Соколов, В. А., Фарбер С. К. Проблемы лесопользования в Нижнем Приангарье // Сырьевые ресурсы Нижнего Приангарья : труды первой науч.-практ. конф. по реализации федеральной целевой программы освоения Нижнего Приангарья в Красноярском крае. Лесохимический комплекс. – Красноярск, 1997. – С. 173-177.
9. Фуряев В.В., Злобина Л.П. Прогноз вероятных потерь лесных ресурсов под воздействием пожаров (на примере Нижне-Ангарского ТПК) // Сырьевые ресурсы Нижнего Приангарья : тр. первой науч.-практ. конф. по реализации федеральной целевой программы освоения Нижнего Приангарья в Красноярском крае. Лесохимический комплекс. – Красноярск, 1997. – С. 166-173.

© А.В. Иванов, С.А. Москальченко, 2012

ЗАПАСЫ УГЛЕРОДА И АЗОТА В БОЛОТНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ СРЕДНЕЙ ТАЙГИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Елена Владимировна Миляева

Сибирская государственная геодезическая академия, кафедра экологии и природопользования, аспирант, 630108, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, (383) 3610886, milek123@mail.ru

Вера Андреевна Степанова

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт почвоведения и агрохимии Сибирского отделения Российской Академии наук, младший научный сотрудник, 630099, г. Новосибирск, ул. Советская, 18, тел. (383) 222-54-15, verastep1985@rambler.ru

Евгения Константиновна Вишнякова

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт почвоведения и агрохимии Сибирского отделения Российской Академии наук, младший научный сотрудник, 630099, г. Новосибирск, ул. Советская, 18, тел. (383) 222-54-15

Приведены новые данные по запасам углерода и азота в мертвом и живом растительном веществе олиготрофных болот средней тайги. Показано, что в экосистемах олиготрофных болот запасы углерода в мертвом растительном веществе увеличиваются, а в живом – уменьшаются. Больше всего запасено азота в фотосинтезирующих частях сфагновых мхов, максимальное количество в яме – $3,15 \text{ гN/м}^2$. В ряду экосистем – яма, гряда, мочажина, топь запас азота, как в живых частях сфагновых мхов, так и в очесе плавно снижается.

Ключевые слова: Запасы углерода и азота, биологическая продуктивность, болотные экосистемы, Западная Сибирь, подзона средней тайги.

CARBON AND NITROGEN RESERVES IN MARSH ECOSYSTEMS OF WEST SIBERIAN TAIGA

Elena V. Milyayeva

A post-graduate student, Department of Ecology and Nature Management, Siberian State Academy of Geodesy, 10 Plakhotnogo St., 630108 Novosibirsk, phone: (383) 3610886, milek123@mail.ru

Vera A. Stepanova

Junior researcher, The Institute of Soils Study and Agrochemistry, Siberian Branch of Russian Academy of Science, 18 Sovetskaya St., Novosibirsk 630099, phone: (383) 222-54-15, verastep1985@rambler.ru

Yevgenyua K. Vishnyakova

Junior researcher, The Institute of Soils Study and Agrochemistry, Siberian Branch of Russian Academy of Science, 18 Sovetskaya St., Novosibirsk 630099, phone: (383) 222-54-15

In the paper the new data about carbon stock in living and dead plant matter in ombrotrophic mires in the middle taiga are presented. It was shown, in ombrotrophic mire ecosystems the carbon stock increased in the dead plant matter and it decreased in the living plant matter, nitrogen stock in the photosynthetic part sphagnum mosses $3,15 \text{ гN/м}^2$.

Key words: carbon stock, nitrogen stock, mire ecosystems, Western Siberia, middle taiga subzone.

Исходя из положения о том, что основной функцией растительных сообществ и вообще природы является не продуктивность, а стремление создать стабильные системы, можно полагать, что накопление органического вещества имеет определяющее значение для роста и развития растительных сообществ болот. Роль растительности в почвообразовании чрезвычайно разнообразна, однако наиболее существенной функцией ее является синтез органического вещества. Величина накопления или потерь органического вещества в болотных почвах конкретной болотной экосистемы является главным признаком ее современного функционального состояния. Органическое вещество обладает способностью, поглощать и удерживать в больших количествах воду и эта особенность явилась предпосылкой использования создаваемых запасов мертвых растительных остатков в качестве субстрата (почвы) для устойчивого функционирования растительных сообществ. Органогенные почвы служат не только накопителем влаги, но и источником углерода и азота, количество и пропорции которых соответствуют составу произрастающей на них растительности.

Вопросы, связанные с определением ведущего источника углерода и азота для болотной растительности, до сих пор не имеют однозначного решения, хотя изменяющиеся на протяжении жизни болот условия минерального питания фитоценоза – один из главных движущих факторов развития болотной экосистемы и ее компонента – почвы.

Бюджет макроэлементов для четырех болотных экосистем в средней тайге показал наличие стока углерода и повышенное накопление элементов-биофилов в корнеобитаемом слое торфяных почв, что свидетельствует о роли последнего в регуляции обмена углекислого газа в системе растение – почва при современном состоянии уровня накопления углекислого газа в атмосфере.

Объектами наших исследований являлись болотные комплексы таежной зоны Западной Сибири (междуречье Оби и Иртыша). Болота представлены кустарничково-сфагновыми, кустарничково-пушицевыми, осоково-сфагновыми растительными сообществами. (Табл.1)

Таблица 1. Расположение ключевых участков

Зона и подзона	Название болота	Координаты	Название экосистем
средняя тайга	выпуклое олиготрофное болото «Кукушкино»	60°58' с.ш. 70°10' в.д.	рям, гряда и мочажина ГМК, осоково-сфагновая топь
	выпуклое олиготрофное болото «Чистое»	61°03' с.ш. 69°28' в.д.	рям, гряда и мочажина ГМК

На основе данных по запасам растительного вещества в исследуемых экосистемах и содержания элементов во фракциях растительного вещества были рассчитаны запасы элементов в исследуемых экосистемах в слое 0-30 см.

На долю углерода приходится примерно 49% от общего запаса растительного вещества. Запасы углерода в разных экосистемах колеблются в пределах от 4164 до 5221 гС/м², причем наибольший запас углерода наблюдался в ряме, а наименьший в осоково-сфагновой топи. Это обусловлено разницей в количестве очеса сфагновых мхов в сообществах. В топи сфагновый покров, а, следовательно, и слой сфагнового очеса, имеет гораздо более рыхлое строение, чем в других экосистемах. На долю углерода живого растительного вещества приходится от 16 до 22% от его общего запаса. В ряду экосистем – рям, гряда, мочажина, топь запас углерода кустарничков снижается от 643 до 72гС/м², а в органах травянистых растений возрастает от 71 до 580 гС/м². (табл.2)

Таблица 2. Запасы углерода в болотных экосистемах средней тайги, г/м²

Фракции	Рям	Гряда	Мочажина	Топь
Фотосинт. фитомасса кустарничков	49.16	42.48	6.16	4.82
Фотосинт. фитомасса трав	5.28	12.75	10.37	27.25
Фотосинт. фитомасса мхов	220.38	172.76	291.95	255.40
Общая фотосинт. фитомасса	274.82	227.99	308.48	287.47
Ветви кустарничков	428.76	394.22	184.32	28.56
Корни кустарничков	165.31	171.54	59.98	38.15
Корни трав	65.72	111.98	237.06	553.18
Общая нефотосинт. фитомасса	659.78	677.74	481.36	619.88
Вся фитомасса	934.60	905.73	789.84	907.35
Ветошь	-	3.76	3.89	81.98
Подстилка	25.09	17.25	5.37	3.12
Сухостой	21.07	3.41	-	5.81
Очес мхов	4240.27	4245.32	4085.91	3165.67
Общая мортмасса	4286.43	4269.74	4095.17	3256.59
Все растительное вещество	5221.03	5175.47	4885.02	4163.94

Во фракции живых частей мхов максимум запаса углерода наблюдался в сообществе мочажины – 292 гС/м².

Запас азота в исследованных экосистемах колебался в пределах 29-41 гN/м², что соответствует примерно 0,4% от запаса всего растительного вещества. На повышенных элементах рельефа запас азота выше, чем на пониженных элементах. Около одной трети всего азота содержится в живом растительном веществе, причем в ряме и на грядах значительная его часть приходится на кустарнички, а в топи на травы. Во фракции зеленой фитомассы больше всего запасено азота в фотосинтезирующих частях сфагновых мхов, максимальное количество в ряме – 3,15 гN/м². В ряду экосистем – рям, гряда, мочажина, топь запас азота, как в живых частях сфагновых мхов, так и в очесе плавно снижается (Табл. 3).

Таблица 3. Запасы азота в болотных экосистемах средней тайги, г/м²

Фракции	Рям	Гряда	Мочажина	Топь
Фотосинт. фитомасса кустарничков	0.83	0.91	0.12	0.09
Фотосинт. фитомасса трав	0.16	0.39	0.31	0.66
Фотосинт. фитомасса мхов	3.15	2.47	2.00	1.75
Общая фотосинт. фитомасса	4.15	3.77	2.43	2.50
Ветви кустарничков	5.92	5.70	1.96	0.37
Корни кустарничков	2.03	2.01	0.84	0.57
Корни трав	1.48	2.52	1.88	9.36
Общая нефотосинт. фитомасса	9.43	10.23	4.68	10.30
Вся фитомасса	13.57	14.00	7.11	12.80
Ветошь	-	0.04	0.07	0.85
Подстилка	0.36	0.25	0.09	0.04
Сухостой	0.18	0.03	-	0.05
Очес мхов	26.88	26.71	21.37	16.63
Общая мортмасса	27.42	27.02	21.53	17.57
Все растительное вещество	40.99	41.02	28.64	30.36

Сравнивая соотношение С:N разных фракций растительного вещества, можно сказать, что во фракции фитомассы оно колеблется в пределах от 65 до 111. Во фракции мортмассы данное соотношение в среднем в два раза выше, чем в фитомассе. Среди фракций живого растительного вещества минимальным соотношением С:N, равным 22, обладают зеленые листья *Betula nana*, а максимальным, равным 146, живые части *Sphagnum balticum*. Наименьшее соотношение С:N для общего запаса растительного вещества в экосистеме было отмечено на гряде (126), а наибольшее – в мочажине (171).

При больших значениях соотношения С:N разложение органического вещества проходит медленнее. Сравнивая показатели соотношения С:N в слое 0-30 см и ниже лежащим торфяном горизонте видно, что соотношение С:N больше в слое 0-30 см. Низкое соотношение С:N в торфяном горизонте говорит о более интенсивном его разложении.

Таблица 4. Соотношение С:N в болотных экосистемах средней тайги

Фракции	Рям	Гряда	Мочажина	Топь
Фотосинт. фитомасса кустарничков	59	47	50	54
Фотосинт. фитомасса трав	33	32	33	41
Фотосинт. фитомасса мхов	70	70	146	146
Общая фотосинт. фитомасса	66	60	127	115
Ветви кустарничков	72	69	94	77
Корни кустарничков	81	85	71	67
Корни трав	44	44	126	59
Общая нефотосинт. фитомасса	70	66	103	60
Вся фитомасса	69	65	111	71

Фракции	Рям	Гряда	Мочажина	Топь
Ветошь	-	99	54	96
Подстилка	70	70	61	87
Сухостой	120	120	-	120
Очес мхов	158	159	191	190
Общая мортмасса	156	158	190	185
Все растительное вещество	127	126	171	137

Выводы:

В экосистемах олиготрофных болот среднетаежной подзоны Западной Сибири запасы углерода в мертвом растительном веществе увеличиваются, а в живом – уменьшаются. Больше всего запасено азота в фотосинтезирующих частях сфагновых мхов, максимальное количество в ряме – 3,15 гN/м². В ряду экосистем – рям, гряда, мочажина, топь запас азота, как в живых частях сфагновых мхов, так и в очесе плавно снижается.

Минимальным соотношением C:N, равным 22, обладают зеленые листья *Betula nana*, а максимальным, равным 146, живые части *Sphagnum balticum*. Низкое соотношение C:N в зеленых листьях определяет их легкую доступность для деструкторов, а высокое – в сфагновых мхах определяет их высокую сохранность и накопление в виде торфяного слоя.

АНАЛИЗ МЕТОДИК УЧЕТА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ КОМПОНЕНТЫ В КАДАСТРЕ ГОРОДСКИХ ЗЕМЕЛЬ

Дмитрий Владимирович Панов

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Новосибирск, Плеханового, 10
аспирант кафедры экологии и природопользования, тел. (913)7604333, e-mail:
dima_panov@mail.ru

В статье дан обзор подходов к учету экологической компоненты городских территорий. Отмечается, что при оценке экологического состояния городской территории, наряду с общепринятыми экологическими факторами принимаются во внимания и другие, с учетом специфики территории. При этом сделано заключение об отсутствии единой методики оценки экологической компоненты в кадастре городских земель.

Ключевые слова: экологическая компонента, кадастр поселений, экологические факторы.

ANALYSIS OF THE TECHNIQUES FOR DETERMINING ECOLOGICAL COMPONENT IN URBAN LANDS CADASTRE

Dmitry V. Panov

A post-graduate student, department of Ecology and Land Management, Siberian, State Academy of Geodesy, 8 Plakhotnogo st., 630108 Novosibirsk, phone: (913)7604333, e-mail:
dima_panov@mail.ru

Review of the approaches to determining ecological component of urban territory is presented. It is noted that in urban territory ecological state assessment, in addition to the standard ecological factors, some other territorial factors should be taken into account. It is concluded that there is no uniform technique for determining ecological component in urban lands cadastre.

Key words: ecological component, settlement cadastre, ecological factors.

Рациональное использование земли возможно лишь при наличии соответствующим образом представленной информации. Требуется тщательное изучение земельных ресурсов, всесторонняя информация о количестве, составе, местоположении, качестве, характере современного и возможного перспективного использования земель, включая земли поселений. Такого рода информация, систематизируется для целей кадастровой оценки земель.

При этом проводятся регистрации землепользований, количественный и качественный учет земель, их экономическая оценка в целях рационального использования территорий [1].

Одним из важных факторов, влияющих на стоимость участков городских земель, является экологическое состояние территории. Необходимость учета экологической обстановки при кадастровой оценке урбанизированных территорий указана в «Методике государственной кадастровой оценки земель поселений» (2002 г.) [2].

Исходя из того, что земля выступает пространственным операционным базисом для населенных пунктов, первоочередное значение приобретают характеристики земель, отвечающие строительным требованиям, а именно геологическое строение, уклон местности, глубина залегания грунтовых вод, наличие инженерных сетей, характеристика существующих строений и другие. Кроме того, одной из главных задач земельного фонда населенных пунктов является удовлетворение жилищно-бытовых, культурных, производительных и других потребностей населения. Таким образом, объект изучения земельный фонд населенных пунктов имеет отличительные черты, которые следует учитывать при организации земельного кадастра на этих территориях.

Должно быть обеспечено согласование процессов создания и развития городского земельного кадастра с системами описания, оценки и регистрации всех видов недвижимости, Генеральным планом развития города, градостроительным кадастром, всеми информационными системами, обеспечивающими управление городом, в том числе и экологическими управленческими структурами.

Города являются уникальными по силе воздействия на природную среду искусственными объектами, пока еще источниками сильной деградации природы. От эффективного решения вопросов взаимодействия города и природы зависит состояние города и будущность природы, условия жизни человека в городе. Соответственно должны оцениваться санитарно-гигиенические условия жизни населения.

При оценке ущерба, связанного с загрязнением окружающей среды и другими экологическими нарушениями, основным нормирующим документом является «Временная типовая методика определения экономической эффективности осуществления природоохранных мероприятий и оценки экономического ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей среды». [3]. При учете экологической компоненты целесообразно так же руководствоваться ФЗ «Об охране окружающей среды» [4] и Гражданским кодексом РФ [5], так как эти документы дают общие принципы сохранения окружающей природной среды.

Анализ отечественных практик в области кадастровой оценки городских земель показал, что при проведении земельно-оценочных мероприятий, природные и антропогенные факторы не в полной мере учитываются в кадастровой оценке земель поселений.[6]

В большинстве работ предлагаются методики оценки экологического состояния территории города, которые учитывают загрязнение атмосферы, почвы, питьевой воды, водных объектов, загрязнение твердыми отходами и физические загрязнения, в дискретных точках городской среды.

Перечень факторов, в основном единый для всех крупных городов, может быть расширен с учетом специфики конкретной городской территории.

Например для г. Ростова-на-Дону серьезной экологической проблемой является подъем уровня грунтовых вод, поэтому данный фактор отражен в системе критериев экологической оценки. Угроза загрязнения территории г. Владимира бытовым мусором ввиду существования более чем 150

несанкционированных свалок обусловила необходимость учета степени опасности загрязнения бытовыми отходами [7].

Авторы ряда разработок предлагают в систему критериев экологической оценки включать не только общепринятые экологические негативные факторы, но и позитивные, к которым относятся рекреационные ресурсы, представленные различными категориями ООПТ и ОПТ [7].

Такой подход применен для оценки территории г. Владимира [8]. Предлагается оценивать состояние города выделением загрязнений атмосферы, загрязнений почв, загрязнений питьевой воды, загрязнений водных объектов, загрязнений твердыми бытовыми отходами и физические загрязнения. Отдельно выделяют положительный показатель рекреационной ценности, в состав которого входят такие факторы как: природно-заповедные территории, рекреационно - заповедные территории, заповедные и защитные лесные территории, санитарно - защитные природные территории [8].

Еще один подход предложен в работе Поляковой Н.О. для территории г. Курска. Для оценки состояния городской среды и качества земель в основу положено ландшафтное, геологическое строение, климат, водные объекты, отдельно почвенный покров и растительность города [9].

В работе Буковского М.Е. «Комплексная оценка и мониторинг земель малых городов на примере г. Моршанска», для общей геоэкологической оценки территории малых городов автор предлагает оценивать состояние атмосферного воздуха, поверхностных и подземных вод, почв и растительности, а также учитывать экономико-географическое положение. Зонирование города предлагает производить на основе кластерного анализа [10].

Выполнен ряд разработок, в которых проведена оценка и картографирование городской территории по степени остроты экологической ситуации. Как правило, на первом этапе исследований для этой цели выделяется комплекс факторов, формирующих экологическую ситуацию. Наиболее значимыми считаются химическое загрязнение (атмосферного воздуха, почвы, питьевой воды, поверхностных вод, загрязнение твердыми отходами), а также физическое (чаще всего, шумовое и радиационное). Оценка степени остроты экологических проблем проводится на основе утвержденных нормативов и методик.

Таким образом, выполненный анализ показал, что до сих пор нет общепринятой методики учета экологической компоненты в кадастре городских земель, нет единых подходов определения значимости экологических факторов. Особо следует отметить отсутствие учета особенностей рельефа исследуемых территорий, которые имеют существенное значение в распределении и накоплении загрязняющих веществ в пространстве города.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Городской кадастр: Учеб. пособие / И.В. Лесных, В.Б. Жарников, В.Н. Ключниченко - Новосибирск: СГГА, 2000. – 120 с.
2. Методика государственной кадастровой оценки земель поселений от 17.10.02 № П/337

3. Временная типовая методика определения экономической эффективности осуществления природоохранных мероприятий и оценки экономического ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей среды. М.: Экономика, 1983. №254/284/134.93 с.
4. Об охране окружающей среды. Федеральный закон от 26.12.2001 г. №7 –ФЗ (ред. от 10.01.2002 г.)
5. Гражданский кодекс Российской Федерации. Части первая, вторая и третья. – М.: Омега-Л, 2003. – 416 с.
6. Креймер М.А., Трубина Л.К. Некоторые аспекты интеграции кадастра и геоэкологии в управлении землепользованием // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2009. - №5. – С. 130 – 134.
7. Геоэкологическое картографирование: Учеб. пособие / Б.И. Кочуров и др. – М.: Издательский центр «Академия», 2009. – 192 с.
8. Трифонова Т.А. Оценка экологической компоненты в кадастре земель урбанизированных территорий // ArcReview. – 2008. - №4. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.dataplus.ru/Arcrev/Number_47/17_kadastr.html
9. Полякова И.О. Методы оценки стоимости городских земель (на примере г. Курска) / И.О. Полякова // Проблемы региональной экологии. - 2009. - № 1. - с.87-90.
10. Буковский М.Е. Комплексная оценка и мониторинг земель малых городов на примере г. Моршанска автореферат диссертации.[место защиты: Воронеж гос. пед. ун-т] Тамбов, 2008. – 168 с.

© Д.В. Панов, 2012

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ ТОРФЯНЫХ БОЛОТ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Наталья Павловна Косых

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт почвоведения и агрохимии Сибирского отделения Российской Академии наук, 630099 Новосибирск, ул. Советская, 18, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, e-mail: npkasykh@mail.ru

Нина Петровна Миронычева-Токарева

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт почвоведения и агрохимии Сибирского отделения Российской Академии наук, 630099 Новосибирск, ул. Советская, 18, кандидат биологических наук, заведующая лабораторией биогeoценологии, тел. (383)2225415; Сибирская государственная геодезическая академия, кафедра экологии и природопользования, Новосибирск, ул. Плеханова, 10, тел. (383)3610886, e-mail: nina@issa.nsc.ru

Рассмотрены особенности биологической продуктивности разных типов болотных экосистем в зависимости от климатических условий Западной Сибири. Запасы фитомассы изменяются в зависимости от растительного сообщества и топографии. Запасы мортмассы и продукция зависят от климатических условий. Продукция увеличивается с севера на юг, а запасы мортмассы уменьшаются.

Ключевые слова: биологическая продуктивность, чистая первичная продукция, фитомасса, мортмасса.

BIOLOGICAL PRODUCTIVITY OF THE PEATLANDS OF WESTERN SIBERIA

Natalya P. Kosykh

Ph.D., senior research scientist, the Institute of Soil Science and Agrochemistry, Siberian branch of Russian Academy of Sciences, 18 Sovetskaya, Novosibirsk 630099, e-mail: npkasykh@mail.ru

Nina P. Mironycheva-Tokareva

Ph.D., Head of Biogeocenology Laboratory, the Institute of Soil Science and Agrochemistry, Siberian branch of Russian Academy of Sciences, 18 Sovetskaya, Novosibirsk 630099, phone: (383)2225415, Department of Ecology and Nature Management, Siberian State Academy of Geodesy, 10 Plakhotnogo St., 630108 Novosibirsk, phone: (383)3610886, e-mail: nina@issa.nsc.ru

The peculiarities of the biological productivity of different types of wetland ecosystems depending on climatic conditions of Western Siberia. Stocks of phytomass change depending on the plant community and topography. Stocks of mortmass supplies and production depend on climatic conditions. Production increases from North to South, and mortmassy are decreasing.

Key words: biological productivity, net primary production, phytomass, mortmass.

Благоприятные условия для широкого развития болотообразовательного процесса сложились таежной зоне Западной Сибири. Около 30 % территории зоны занято торфяными болотами. Преобладающие плавные мягкие формы рельефа и климатические условия позволяют болотам не только существовать,

но и активно развиваться как на водоразделах, так и в долинах больших и малых рек. Роль климата очень существенна в северных районах, где при малой мощности деятельного слоя глубина сезонного промерзания и оттаивания грунтов оказывает основное влияние на продукционные процессы. Цель данной работы - выявить современное состояние продуктивности растительного покрова болотных экосистем, особенностей распределения запасов растительного вещества в зависимости от климатических условий, микротопографии, трофности экосистем и состава растительных сообществ в олиготрофных, мезотрофных и евтрофных болотах таежной зоны Западной Сибири.

Исследования проводились на 3 ключевых участках в разных подзонах тайги в крупных болотных массивах. В северной тайге наибольшего распространения достигали разновидности бугристо-грядово-мочажинных комплексов, экосистемы в мезотрофных болотах по долинам рек, рямы и грядово-мочажинные комплексы. В средней и южной тайге в пределах крупных болотных массивов широко распространены олиготрофные грядово-мочажинные комплексы, обычно занимающие центральные и средние части массива. В центральной части развито множество крупных озер, поэтому эти комплексы можно назвать грядово-мочажинно-озерковыми. На небольших верховых торфяниках и по периферии крупных болотных массивов расположены сосново-кустарничково-сфагновые, кустарничково-сфагновые сообщества на повышенных элементах рельефа в грядово-мочажинных комплексах и рямах. Таким образом во всех подзонах были обследованы следующие экосистемы: рямы и гряды с сосново-кустарничково-сфагновым сообществом, олиготрофные мочажины с пушицево-сфагновыми и осоково-сфагновыми сообществами, мезотрофные мочажины осоково(*S. rostrata*)-сфагновыми сообществами. В северной тайге было обследованы мерзлые бугры с кустарничково-лишайниково-сфагновыми сообществами. Одинаковые типы экосистем разных подзон позволяют оценить влияние изменения климата на продуктивность болотных экосистем.

Гряды и рямы представляют собой превышения относительно среднего уровня болота, высотой 0,5-1,0 м, которые покрыты сосново-кустарничково-сфагновыми или кустарничково-сфагновыми сообществами. Древесный ярус редкий, образован сосной, высота которой не более 5 м. Возраст сосны не превышает 180 лет, средний возраст порядка 90-100 лет. На грядах олиготрофных комплексов выражен ярус из зарослей кустарничков – карликовой березы (*Betula nana*), багульника (*Ledum palustre*), кассандры (*Chamaedaphne calyculata*), подбела (*Andromeda polifolia*), брусники (*Vaccinium vitis-idaea*), а из травянистых растений – пушицы (*Eriophorum vaginatum*) и морошки (*Rubus chamaemorus*). Довольно много клюквы (*Oxycoccus palustris*, *O. microcarpus*). В моховом ярусе господствует *Sphagnum fuscum*, занимающий возвышенные части гряд. В моховом покрове незначительная примесь *Sphagnum magellanicum*, *S. angustifolium* или *S. balticum*. У оснований сфагновых гряд и в понижениях между ними растёт *Cladonia stellaris*, *Cladonia stygia*, *C. rangiferina*.

Высота бугров варьирует от 1 до 3 м. На буграх близость мерзлоты определяет доминирование лишайников. Кустарничковый ярус составляют *Ledum decumbens*, *Betula nana*. Редкий древесный ярус чаще всего представлен кедром. Причем наряду со старыми кедрами с диаметром до 50 см, встречаются молодые кедр, с диаметром ствола 10-20 см. О возрасте мерзлых бугров можно судить по произрастающим на них кедрам. Довольно крупные для болота кедр диаметром до 50 см указывают на то, что мерзлые бугры довольно устойчивые образования. На высоких буграх *Cladonia stellaris*, *Cladonia stygia*, *C. rangiferina* могут занимать выположенные верхние части. Из зеленых мхов часто можно встретить *Pleurozium schreberi*.

В комплексе с грядами и буграми расположены мочажины, которые заняты сфагновыми, осоково-сфагновыми и сфагново-пушицевыми сообществами. Олиготрофные мочажины более обводнены и являются переходными к дистрофным озеркам. Они заняты осоковыми и пушицевыми сообществами. Доминируют *Eriophorum russeolum*, *Carex limosa*, *C. magellanica*. В моховом ярусе сплошной покров образуют *Sphagnum balticum*, *S. lindbergii*, которые создают буро-зеленый аспект. В местах выхода метана моховой ярус – разреженный с пятнами оголенного разлагающегося торфа или с пятнами, покрытыми слоем водорослей. Наблюдаются как сильно обводненные мочажины с доминированием *Sphagnum lindbergii*, *S. balticum*, переходящие в озера, так и мочажины с преобладанием *Sphagnum majus*, *S. angustifolium*, *S. fallax*, часто образующие сплавины возле озер и проточные мезотрофные топи. Мочажины – это микропонижения относительно среднего уровня болот, с болотными водами на поверхности или чуть ниже. Мезотрофные мочажины заняты осоково-сфагновыми сообществами. Здесь встречаются *Carex rostrata*, *C. lasiocarpa*, *C. pauciflora*, *C. limosa*, *Eriophorum vaginatum*, *E. russeolum*, *E. polystachion*. В моховом ярусе – сплошной покров образуют *Sphagnum angustifolium*, *S. jensenii* и *S. riparium*.

Для исследования растительного покрова и определения продуктивности были использованы методы биогеоценологических исследований, полевых геоботанических описаний и отбора проб, выполненных по профилю и в маршрутах на пробных площадях. Наиболее важной фракцией растительного вещества, определяющей функционирование болотной экосистемы, является запас живой фитомассы. Растительное вещество делилось нами на надземную, приземную, подземную живую фитомассу и мортмассу. К надземной отнесена фитомасса трав, кустарников и кустарничков, срезанных над головками мхов, с площадки размером 0,25 м². Основные фракции фитомассы разделялись по видовой принадлежности. Приземный и подземные слои отличаются сравнительно однородным строением, поэтому достаточным является объем пробы 1 дм³. Отбор проб проводился пробоотборником послойно от поверхности головок мхов до глубины 30 см. Разделение на фракции фитомассы и мортмассы нами проводилось в свежих пробах. Затем фракции растительного вещества высушивались при 108°C до аб.-сух. состояния и взвешивались.

Продуктивность экосистем отражает биологический потенциал экосистемы и характеризуется тремя параметрами – запасом фитомассы, мортмассы и

чистой первичной продукцией (NPP), то есть количеством органического вещества, создаваемого зелеными растениями за единицу времени (месяц, год) на единице площади (м^2 , га). Определенные величины запасов фитомассы и чистой первичной продукции характерны для каждой климатической зоны и растительной формации. В данной статье основное внимание сосредоточено на запасах фитомассы и мортмассы травяно-кустарничково-мохового яруса болотных экосистем на территории таежной зоны Западной Сибири.

Наиболее важной фракцией растительного вещества, определяющей функционирование экосистемы, является запас живой фитомассы. В условиях таежной зоны запасы живой фитомассы определяются особенностями климатических факторов подзоны, растительностью фитоценозов, водно-минеральным питанием, топографией и наличием мерзлоты. Запас живой фитомассы в болотных экосистемах составляет от 10 до 27 % от общих запасов растительного вещества. Запасы живой фитомассы в ряду болотных экосистем отличаются более резко, чем в ряду географических подзон. Запасы фитомассы кустарничково-сфагнового яруса увеличиваются в ряду типов экосистем в следующем порядке: травяно-моховые олиготрофные мочажины, сосново-кустарничково-сфагновые рямы и гряды без учета древесного яруса, травяно-моховые мезотрофные и евтрофные экосистемы. Максимальный запас живой фитомассы накапливается в экосистемах бугров, за счет приземного слоя. Во всех типах экосистем преобладают запасы подземных органов, и только в олиготрофных мочажинах существенная доля фитомассы сформирована мхами, а на буграх - лишайниками.

Структура запасов живой фитомассы отражает тип экосистемы. На повышенных элементах рельефа, в рямах и грядах, запасы живой фитомассы изменяются от 1200 до 2000 г/м^2 . Наибольший вклад дают подземные органы. Кустарнички запасают органическое вещество в погребенных в мох стволиках, что может составить до 30-50% от всей живой подземной массы. Вклад фракции всасывающих корней не превышает 10%, но постоянное обновление в течение сезона, и максимальное развитие при благоприятных условиях, могут привести к значительному вкладу в продукцию экосистемы в целом. Запас фитомассы мохового слоя, с доминированием *Sphagnum fuscum*, колеблется в пределах от 200 до 460 г/м^2 , что составляет 30% от запасов всей живой фитомассы.

На буграх запасы живой фитомассы варьируют от 2100 до 4300 г/м^2 . Наибольший вклад дают живые части лишайников и подземные органы кустарничков. Наибольшее количество фитомассы во фракции подземных органов дает крупные корни, которые запасают органическое вещество в течение 6-8 лет. За столь продолжительное время они могут накапливать до 70-80% от всей подземной массы, погребенные стволики составляют всего 10%. Фракция всасывающих корней имеет большое значение, но вклад их не превышает 7-10%. Приземный слой, с доминированием лишайников, достигает от 600-830 г/м^2 верхней фотосинтезирующей его части, и еще 980-1200 г/м^2 живой части, что составляет больше половины запасов всей живой фитомассы. На долю надземной фитомассы приходится всего 10%, основной вклад вносят

кустарнички. Причем зеленая фитомасса часто превышает запасы многолетних частей растений (ветки, стволы), что связано с достаточно суровыми зимами и невысоким снежным покровом, который чаще всего сдувается зимой с повышенных элементов рельефа, что приводит к уничтожению высоких многолетних побегов и уменьшению запасов многолетних частей кустарничков.

Структура фитомассы мерзлотного бугра сходна со структурой экосистем олиготрофных мочажин, только вместо кустарничков здесь доминируют осоки, а в приземном слое с лишайником доминантами выступают сфагновые мхи.

Минимальные запасы живой фитомассы образуются в экосистемах олиготрофных мочажин крупнобугристо-мочажинного комплекса. Их запасы не превышают 1000 г/м^2 , причем основная доля приходится на приземный слой, доминантами которого являются *S.balticum*, *S.lindbergii* и другие олиготрофные сфагновые мхи, хорошо переживающие сильное обводнение и недостаток питательных элементов. Запасы подземных органов сформированы шейхцерией, мелкими осоками (*Carex limosa*), пушицей (*Eriophorum russeolum*) и составляют 40-50%. Запасы фитомассы на пониженных элементах рельефа, сформированных в основном травянистой растительностью и мхами, с небольшим участием кустарничков, сильно варьируют и зависят от трофности экосистемы. С увеличением трофности формируются мезотрофные транзитные топи. Доминируют в них крупные осоки, пушицы. В подземной сфере доля узлов кущения и корневищ трав и злаков достигает 70-80% от всех запасов живой фитомассы. И хотя запасы приземного слоя по абсолютной величине остаются такими же, как в других экосистемах, доля их сильно снижается и составляет не более 20%.

Запасы мортмассы в болотных экосистемах имеют особое значение, так как являются исходным материалом для формирования торфа. В разных болотных экосистемах в слое 0-30 см они могут изменяться от 3900 до 20800 г/м^2 , достигая максимума на буграх. В сосново-кустарничково-сфагновых экосистемах (гряд и рямов) запасы мортмассы варьируют от 4600 до 7600 г/м^2 , в кустарничково-лишайниково-сфагновых растительных сообществах увеличиваются до 19100 г/м^2 , в мезотрофных и мезо-евтрофных изменяются от 3900 до 5400 г/м^2 . Запасы мортмассы в олиготрофных мочажинах составляют 6700 - 9300 г/м^2 . Причем доля мортмассы увеличивается с юга на север.

Роль климата очень существенна для болот в северных районах и оказывает основное влияние на интенсивность биологического круговорота. В условиях северной тайги запасы живой фитомассы составляет от 10 до 27 % от общих запасов растительного вещества. Во всех типах экосистем превалируют запасы подземных органов, и только в олиготрофных мочажинах существенная доля фитомассы сформирована мхами, на буграх - лишайниками. Продукция болотных экосистем в северной тайге меняется от 250 до 1100 г/м^2 в год, при запасах живой фитомассы от 900 до 3200 г/м^2 . Наибольший вклад дают подземные органы, на повышенных элементах рельефа (экосистемы рямов и гряд) - кустарничков, на пониженных - трав, осок и пушиц. Фитомасса мхов составляет 30% от запасов живой фитомассы. Запасы мортмассы в болотных экосистемах являются исходным материалом для формирования торфа. В разных

болотных экосистемах они могут изменяться от 4000 до 21000 г/м², достигая максимума на буграх.

© Н.П. Косых, Н.П. Миронычева-Токарева, 2012

ИНФОРМАЦИОННАЯ СРЕДА ДЛЯ ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ПОДЗЕМНОЙ ГИДРОСФЕРЫ

Елена Петровна Янкович

Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина 30, старший преподаватель кафедры геологии и разведки полезных ископаемых, тел.(3822)42-14-64, e-mail: yankovich@tpu.ru

Антон Станиславович Янкович

Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина 30, студент кафедры геологии и разведки полезных ископаемых, e-mail: ayan@sibmail.com

В статье предложена методико-технологическая схема создания информационной среды для эколого-геохимической оценки состояния подземной гидросферы, на основе определения геохимических типов подземных вод с использованием геоинформационных технологий.

Ключевые слова: информационная среда, эколого-геохимическая оценка, подземные воды.

INFORMATION ENVIRONMENT FOR ECOGEOCHEMICAL ASSESSMENT OF THE UNDERGROUND HYDROSPHERE

Elena P. Yankovich

Tomsk Polytechnic University, 30 Lenin Avenue, Tomsk, 634050, senior teacher, Department of Geology and Prospecting, tel. (3822)42-14-64, e-mail: yankovich@tpu.ru

Anton S. Yankovich

Tomsk Polytechnic University, 30 Lenin Avenue, Tomsk, 634050, student, Department of Geology and Prospecting, e-mail: ayan@sibmail.com

Methodological and technological scheme of creating an information environment for ecogeochemical assessment of the underground hydrosphere based on determination of the geochemical types of groundwater using GIS technologies is proposed in the article.

Key words: information environment, ecogeochemical assessment, ground water.

Информационная среда – это ресурс, который включает набор условий для технологической переработки и эффективного использования данных, при решении различных задач и принятии обоснованных решений. Информационная среда состоит из организованных определенным образом данных, методов и технологий работы с данными, программного и аппаратного обеспечения. Реализация конкретной информационной системы происходит с учетом методологических и технологических требований необходимых для выполнения поставленной задачи [3].

Государственный мониторинг подземных вод является частью государственного мониторинга состояния недр (ГМСН) и одной из составных

частей государственного геологического изучения недр Российской Федерации, (ст. 36.1 Закона «О недрах»). Мониторинг подземных вод изучает их состояние в природном (естественном) или нарушенном состоянии, обусловленном воздействием различных техногенных источников. Одна из составляющих мониторинга подземных вод это оценка состояния вод, выявление техногенных загрязнений. Система мониторинга имеет дело с пространственно-распределенными и географически привязанными данными, для работы с такими данными во всем мире применяются современные геоинформационные технологии [4]. Реализацией и возможностью использования таких технологий являются геоинформационные системы.

Современные достижения в исследованиях геологической эволюции системы вода-порода-органическое вещество [1] позволяют по-новому подойти к решению проблемы эколого-геохимического состояния подземных вод. Интегральной характеристикой состава вод, как следствия одной из стадий геологической эволюции системы вода-порода является геохимический тип воды, выделяемый по составу формирующихся вторичных продуктов выветривания и являющийся стабильной компонентой геологической среды [1,6]. На принципах выделения геохимических типов вод на основе их равновесия с вторичными минералами и изучения закономерностей распространенности элементов в водах разных геохимических типов возможно проведение эколого-геохимической оценки состояния подземных вод с выявлением природной и техногенной составляющей избыточного содержания элементов.

Цель создания системы – объединение на единой информационной основе данных наблюдений по скважинам, с возможностью их дополнительной обработки, осуществления различных выборок данных, пространственного моделирования, представления информации в виде карт. Прикладное значение геоинформационной системы (ГИС) заключается в использовании данных с целью обеспечения информацией для эколого-геохимической оценки состояния гидросферы. Концептуальной основой ГИС является изучение равновесия в системе вода-порода для определения геохимических типов вод в целях разделения данных на однородные совокупности и выявления повышенных содержаний компонентов разной степени аномальности, выделение участков, где происходит изменение качественного состава подземных вод, но концентрации веществ еще не превышают ПДК.

Технология формирования информационной среды зависит от состава, качества и формы представления информационных ресурсов.

Нами в качестве инструмента исследований было использовано программное обеспечение ArcGIS, которое включает в себя интегрированный набор ГИС приложений. ArcGIS является масштабируемой системой для создания, управления, интеграции и анализа географических данных. Приложениями ArcGIS являются ArcMap, ArcCatalog и ArcToolbox. ArcMap используется для работы с пространственными данными и создания картографического продукта. ArcCatalog предназначен для поиска и управления пространственными данными. ArcToolbox обеспечивает средства конвертации и

геообработки данных. Для хранения данных в ГИС была выбрана модель данных база геоданных [2]. Выбор данной модели был определен решаемыми задачами и преимуществами модели данных базы геоданных. База геоданных (БГД) создается с помощью приложения ArcCatalog и включает классы пространственных объектов, наборы растровых данных, таблицы с результатами анализов проб воды. БГД составляет основу геоинформационной системы, но данные хранящиеся в информационной системе будут приносить практическую пользу при условии, что к ним применяются адекватные методы обработки, определенные из прикладных задач. Т.е. нам необходимо определить инструменты для построения поверхностей, способы объединения пространственной и атрибутивной информации, приемы визуализации полученных результатов.

Для оптимизации работы с данными объединение пространственной и атрибутивной информации происходит в документе ArcMap. С помощью инструмента «Соединить» устанавливается связь по ключевому полю между пространственными объектами и таблицей, содержащей результаты химических анализов.

Для построения поверхностей распределения элементов в подземных водах выбраны методы обратно взвешенных расстояний и кригинга. Метод ОВР предполагает, что по мере увеличения расстояния от точки замера уменьшается влияние значения измеренной переменной. Кригинг – геостатистический метод, использующий статистические модели с автокорреляцией (учет статистических зависимостей между измеренными точками). Для получения оптимальных результатов методы используются в зависимости от плотности и распределения данных.

Таким образом, на базе ArcGIS создается геоинформационная система, представляющая систематизированный свод сведений, качественно и количественно характеризующий состояние подземных вод.

Методико-технологический подход к созданию информационной среды для эколого-геохимической оценки состояния подземных вод нами опробовался на данных характеризующих качественный состав подземных вод полигона «Томский».

Полигон «Томский» располагается, в основном, на междуречье рек Оби и Томи, административно входит в состав Томского района, на западе незначительная часть принадлежит Шегарскому и Кожевниковскому районам Томской области. На территории полигона «Томский» расположен один из крупнейших в России подземный водозабор, снабжающий питьевой водой г. Томск.

Стационарные наблюдения за режимом подземных вод мезо-кайнозойских отложений и палеозойских образований на рассматриваемой территории были начаты в 1962 году Томской режимной гидрогеологической станцией ТКГРЭ (с 1980 года ТГРЭ). Начиная с 1994 года и по сегодняшний день, наблюдением за подземными водами и обработкой данных мониторинга занимается Территориальный Центр «Томскгеомониторинг» (ОАО «Томскгеомониторинг»).

Вся информация о состоянии подземных вод ретроспективная и новые сведения подземных вод заносятся в информационно-аналитическую систему (ИАС).

Из ИАС были отобраны данные по всем скважинам, расположенным в пределах полигона «Томский», которые включали себя характеристики химического состава вод, координаты скважин, глубину, дату бурения, дату ввода в эксплуатацию, водоносный горизонт и т.д. Вся информация была разбита на несколько таблиц, которые были импортированы в БГД. Благодаря возможности ArcMap формировать слой «событий» по таблице с координатами скважин, создается класс пространственных объектов «Скважины». Данные по результатам химического анализа воды по скважинам с помощью инструмента «Соединить» связываются с пространственными объектами. По ним можно делать различные выборки, выносить на карту интересующую информацию, строить поверхности распределения элементов, создавать обобщенные схемы районирования территории.

Исследование равновесия вод с вторичными минералами и выделение геохимических типов вод выполняется в MS Excel, затем по ключевому полю также устанавливается связь между пространственными объектами и таблицей, содержащей результаты. Это позволяет строить карты геохимических типов воды, выделять зоны однородности по геохимическим типам и выявлять тенденции.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Геологическая эволюция и самоорганизация системы вода-порода: в 5 томах. Т.2: Система вода-порода в условиях зоны гипергенеза/С.Л. Шварцев; отв. редактор Б.Н. Рыженко. – Изд-во СО РАН, 2007. – 389
2. Зейлер М. Моделирование нашего мира. Руководство ESRI по проектированию базы геоданных.– ESRI, 1999. – 254 с. (про форматы и бгд).
3. Методические рекомендации по использованию компьютерных технологий при построении гидрогеологических карт./ Сост. В.В.Куренной, З.А.Веселова и др., М. МПР РФ – 2001 г. – 61 с.
4. Королёв В. А. Мониторинг геологических, литотехнических и эколого-геологических систем. / Уч. пособие / Под ред. В. Т. Трофимова. – М., КДУ, 2007. – 416 с.
5. Лурье И. К. Основы геоинформатики и создание ГИС. Дистанционное зондирование и географические информационные системы. Часть 1. Под ред. А. М. Берлянта. - М.:Издательство ООО "ИНЭКС-92", 2002. - 140 с.
6. Шварцев С.Л. Гидрогеохимия зоны гипергенеза. Изд. 2-е, испр. и доп. – М.: Недра, 1998. – 366с.

О ДОСТОВЕРНОСТИ НЕКОТОРЫХ СТАТИСТИЧЕСКИХ ОЦЕНОК В БИОИНДИКАЦИОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Геннадий Павлович Мартынов

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, доцент кафедры высшей математик, тел.: (383) 343 25 77

Анна Юрьевна Луговская

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, аспирант кафедры экологии и природопользования, тел.: (383) 361 08 86, e-mail: aulyg@mail.ru

В статье предлагается методика, которая позволяет с заданной надёжностью обеспечить заданную точность для оценки неизвестного генерального среднего изучаемого признака X с помощью требуемого объёма выборки. Для исследования достаточности объёма выборки был использован анализ одного параметра – площади X (мм^2) растения биоиндикатора – *Pentaphylloides fruticosa* (L.) O.Schwarz – пятилистник кустарниковый семейства Rosaceae.

Ключевые слова: биоиндикация, достоверность, объем выборки, квадратичное отклонение.

RELIABILITY OF SOME STATISTICAL ESTIMATION IN BIOLOGICAL INDICATION RESEARCH

Gennady P. Martynov

Assoc. Prof., Department of Higher Mathematics, Siberian, State Academy of Geodesy, 8 Plakhotnogo St., 630108 Novosibirsk, phone: (383) 343 25 77

Anna Yu. Lugovskaya

A post-graduate student, Department of Ecology and Nature Management, Siberian, State Academy of Geodesy, 8 Plakhotnogo St., 630108 Novosibirsk, phone: (383) 361 08 86, e-mail: aulyg@mail.ru

The authors present the techniques, securing reliability and the preset accuracy in estimation of the unknown general mean characteristic X under study by the required sample size. For the research of the sample size sufficiency one parameter – area X (mm^2) of bioindicator (*Pentaphylloides fruticosa* (L.) O. Schwarz, Rosaceae family) was analyzed.

Key words: bioindication, reliability, sample size, square deviation.

В связи с большой антропогенной нагрузкой, испытываемой природными комплексами в последнее время, приобретает особую актуальность использование метода биоиндикации, позволяющего быстро и эффективно оценивать экологическое состояние природно-антропогенных ландшафтов. Наиболее остро на изменения окружающей природной среды реагируют растения, поэтому их часто используют в качестве биоиндикаторов. В качестве

анализируемых характеристик наряду с концентрациями химических элементов определяют изменение морфологии отдельных органов растений, в частности листовых пластин.

В качестве биоиндикатора выбран *Pentaphylloides fruticosa* (L.) O.Schwarz – пятилистник кустарниковый семейства Rosaceae. Растение представляет собой сильноветвистый кустарник высотой до 1,5 м с непарноперистыми листьями, обычно с 5-ю, изредка 7-ю листочками и золотисто-желтыми крупными цветками, собранными обычно на концах побегов. Цветение продолжительное (июнь–август), плоды созревают в августе – сентябре. Этот вид широко распространен в восточной Сибири, на Дальнем востоке, Алтае, Урале и на Кавказе.

При негативных воздействиях на растения могут изменяться размеры, форма и конфигурация листовых пластин. Измеряемыми характеристиками для оценки формы являются длина и ширина листовой пластины, площадь и периметр листа.

Для исследования достаточности объёма выборки был использован анализ одного параметра – площади X (мм²) листа для получения статистически достоверных оценок значений распределения признака X в генеральной совокупности. С каждого участка было собрано по 5, 19, и 90 листьев с кустов в наиболее биологически активный период (30.07.08). Кусты были выращены на газоне вдоль автомобильной магистрали по улице Шамшурина в Железнодорожном районе города Новосибирска саженцами из центрального сибирского ботанического сада СО РАН (ЦСБС СО РАН). Кроме того, для формирования выборки использовались растения, выращенные на интродукционном участке ЦСБС СО РАН, расположенном среди лесного массива в относительно благоприятном с экологической точки зрения районе (Советский район, Академгородок).

По данным первой выборки [1, с. 37] получено следующее:

объём выборки $n = 5$, выборочное среднее $\bar{X}_{cp} = 304$, исправленное среднее квадратическое отклонение $\delta = 43$. Далее делается вывод, что признак X изменяется в пределах:

$$304 - 43 \leq X \leq 304 + 43. \quad (1)$$

Попытаемся оценить на базе имеющейся выборки изменение неизвестного генерального среднего $\bar{X}_{ген}$ признака X в генеральной совокупности с помощью доверительного интервала. Зададим надёжность нашей будущей оценки: например, $\gamma = 0,95$.

1. Если не задавать точность Δ этой оценки, а использовать известное $n = 5$, то можно с помощью распределения Стьюдента [2, с. 287] найти:

$$t_{\gamma} = 2,78 \Rightarrow \Delta = \frac{t_{\gamma} \cdot \delta}{\sqrt{n}} \approx 54,5. \quad (2)$$

Тогда доверительный интервал для генерального среднего $\bar{X}_{ген}$ получится такой:

$$304 - \Delta \leq \bar{X}_{ген} \leq 304 + \Delta \Rightarrow \bar{X}_{ген} \in [249,5; 358,5], \quad (3)$$

то есть точность нахождения $\bar{X}_{ген}$ хуже, чем точность нахождения X по имеющейся выборке.

2. Пусть надёжность $\gamma = 0,95$. Зададим точность нашей оценки $\Delta = 0,5 \cdot \delta = 21,5$ (7% от $\bar{X}_{ср} = 304$) и найдём [2, с. 287] требуемый для такой точности и надёжности объём выборки:

$$\text{при } n=18 \ t_{\gamma}=2,11 \Rightarrow \frac{t_{\gamma} \cdot \delta}{\sqrt{n}} \approx 21,5 \Rightarrow$$

при $n > 18$ с надёжностью $\gamma = 0,95$ и точностью $\Delta = 0,5 \cdot \delta = 21,5$ доверительный интервал для оценки неизвестного генерального среднего имеет вид:

$$\bar{X}_{ср2} - 21,5 \leq \bar{X}_{ген} \leq \bar{X}_{ср2} + 21,5. \quad (4)$$

Замечание. После нахождения нового (необходимого) объёма $n = 19$ выборки изменятся: выборочное среднее (получим новое $\bar{X}_{ср2} = 303$ вместо старого 304) и исправленное среднее квадратическое отклонение (получим новое $\delta_2 = 47,6$ вместо старого $\delta = 43$), а также немножко изменится и точность $\Delta = 23$. Следовательно, сдвинется и доверительный интервал для оценки генерального среднего (см. (4) и (5)).

$$303 - 23 \leq \bar{X}_{ген} \leq 303 + 23 \Rightarrow \bar{X}_{ген} \in [280; 326] \quad (5)$$

При сравнении (3) и (5) видно, что оценка для генерального среднего стала лучше. Это стало возможным при увеличении объёма выборки. При этом выборка первая ($n = 5$) и выборка вторая ($n = 19$) были получены «при прочих равных условиях» [3, с. 14].

3. Пусть надёжность $\gamma = 0,95$. Повысим точность нашей оценки $\Delta = 9,0$ (3% от $\bar{X}_{ср2} = 303$) и найдём требуемый для такой точности и надёжности объём

$$\text{выборки: при } n=90 \ t_{\gamma}=1,98 \Rightarrow \frac{t_{\gamma} \cdot \delta}{\sqrt{n}} \approx 9,0 \Rightarrow$$

при $n \geq 90$ с надёжностью $\gamma = 0,95$ и точностью $\Delta = 9,0$ доверительный интервал для оценки неизвестного генерального среднего имеет вид:

$$\bar{X}_{ср3} - 9,0 \leq \bar{X}_{ген} \leq \bar{X}_{ср3} + 9,0. \quad (6)$$

Замечание. После нахождения нового (необходимого) объёма n выборки изменятся: выборочное среднее (получим новое $\bar{X}_{ср3} = 299$ вместо старого 303) и исправленное среднее квадратическое отклонение (получим новое $\delta_3 = 68$ вместо старого $\delta = 47,6$), а также немножко изменится и точность $\Delta = 13$ вместо точности 9,0. Следовательно, сдвинется и доверительный интервал для оценки генерального среднего (см. (6) и (7)).

$$299 - 13 \leq \bar{X}_{ген} \leq 299 + 13 \Rightarrow \bar{X}_{ген} \in [286; 312] \quad (7)$$

Вывод: описанная выше методика позволяет с заданной надёжностью γ обеспечить заданную точность Δ для оценки неизвестного генерального среднего изучаемого признака X с помощью требуемого объёма n выборки.

После получения таким способом доверительного интервала далее можно изучать изменение признака X относительно генерального среднего.

При сравнении рисунков 1 и 2 можно заметить, что распределение признака X в выборке «похоже» на нормальное распределение; однако довольно сильно отличается от стандартной кривой Гаусса.

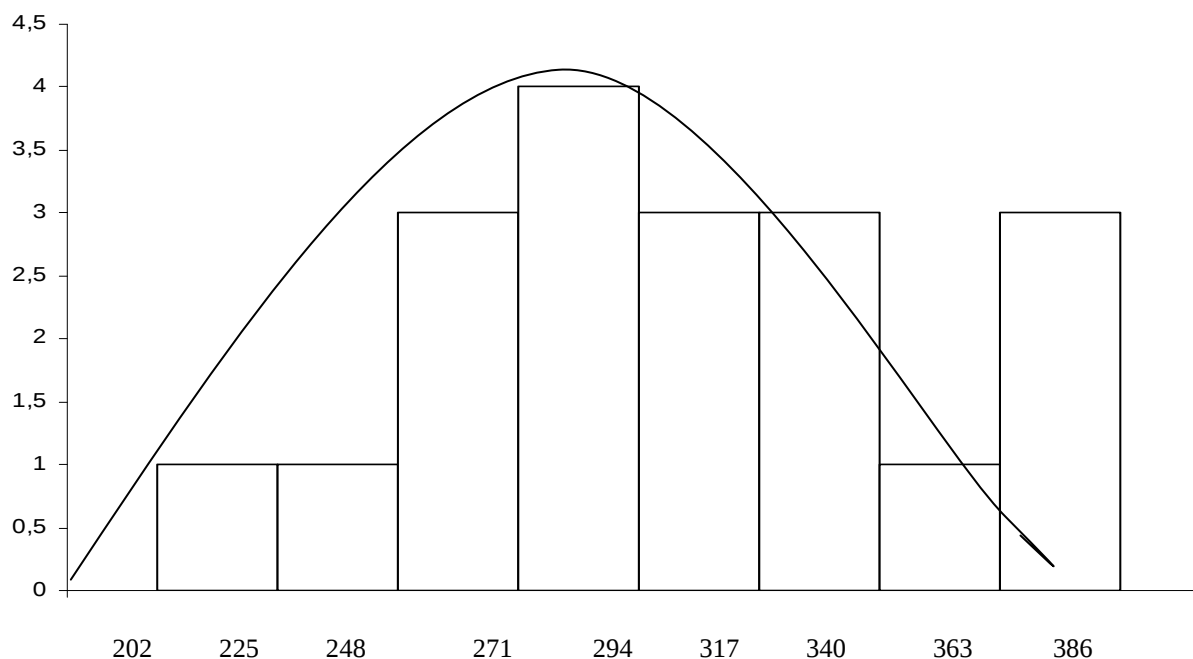


Рис. 1. Распределение признака X в выборке объема $n = 19$

На наш взгляд это может объясняться недостаточной случайностью формирования выборок, поэтому необходимо более детальное дополнительное исследование, которое выходит за рамки этой статьи.

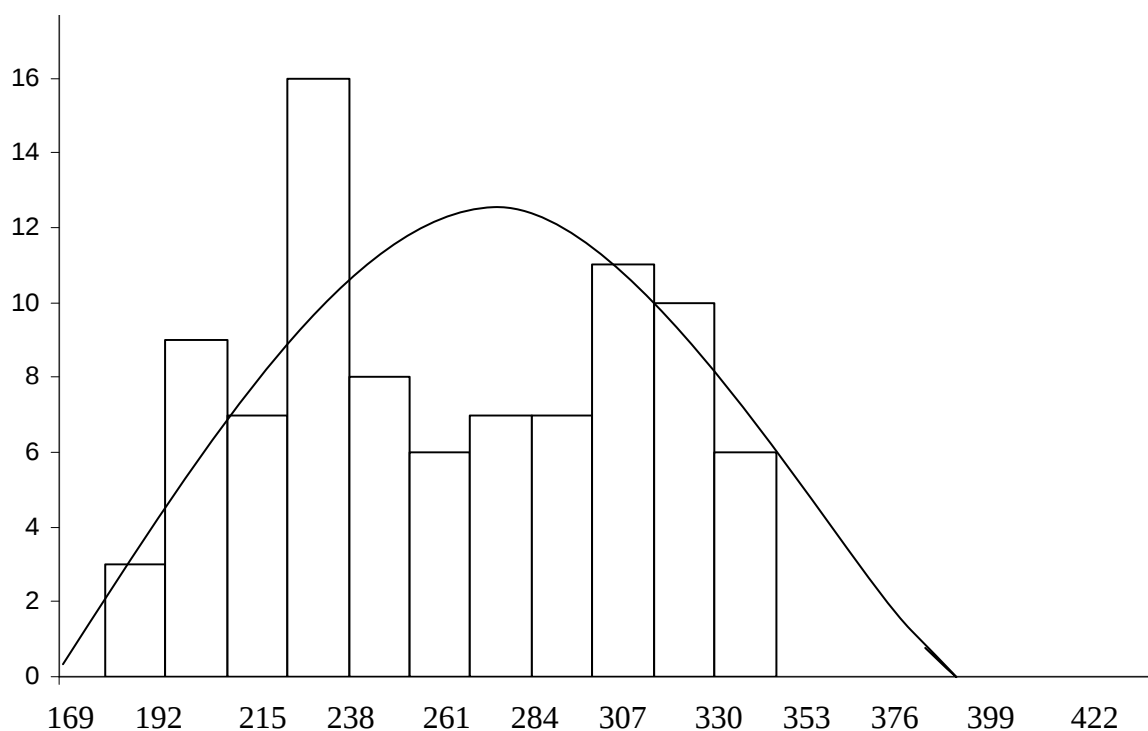


Рис. 2. Распределение признака X в выборке объема $n = 90$

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Трубина Л.К., Беленко О.А. Экологическая информатика (лабораторный практикум). – Новосибирск: СГГА. – 2009, 87 с.
2. Письменный Д.Т. Конспект лекций по теории вероятностей, математической статистики и случайным процессам. – М.: Айрис-пресс, 2006. – 288 с. – (Высшее образование).
3. Пузаченко Ю.Г. Математические методы в экологических и географических исследованиях: Учеб. Пособие для студ. вузов. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 416 с.
4. Храмова Е.П. Биохимические механизмы адаптации растений в условиях радиационного воздействия// Химия в интересах устойчивого развития. – 2008. – Т.16, № 3. – С. 259 –267.

© А.Ю. Луговская, Г.П. Мартынов, 2012

РАЗВИТИЕ ОЗЕРНЫХ СИСТЕМ И ИХ РЕАКЦИЯ НА КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В ГОЛОЦЕНЕ (НА ПРИМЕРЕ ОЗ. ЧАНЫ, БАРАБИНСКАЯ НИЗМЕННОСТЬ)

Ольга Геннадьевна Невидимова

Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, 634055, г. Томск, пр. Академический, 10/3, к.г.н., научный сотрудник, тел. (382-2)492223, e-mail: olga-nevidimova@mail.ru

В статье рассматриваются особенности пространственно-временной организации озерной системы в связи с изменчивостью климатических условий Барабинской низменности в голоцене. Дается оценка водно-экологического состояния озера.

Ключевые слова: озерная система, природно-климатические изменения, экологическое состояние.

THE EVOLUTION OF THE LAKE SYSTEMS AND ADAPTATION TO THE CLIMATIC CHANGES IN THE HOLOCENE (FOR EXAMPLE THE LAKE CHANY, BARABINSKAYA LOWLAND)

Olga G. Nevidimova

Institute of monitoring of Climatic and Ecological Systems SB RAS (IMCES), 10/3 Akademicheskoy Ave., Tomsk, 634055, candidate of geographical science, research officer, tel. (382-2)492223, e-mail: olga-nevidimova@mail.ru

This article explores the characteristics of spatio-temporal organization of the Lake system in connection with climate variability Barabinskoy lowland in the Holocene. Assess of water-ecological condition of the Lake.

Key words: the Lake system, natural and climatic changes, water-ecological condition.

Многочисленные озера лесостепной зоны Западной Сибири с их рекордной биологической продуктивностью представляют большую водохозяйственную ценность и на протяжении ряда веков являются источниками и важнейшим оплотом комплексного использования природных ресурсов. Однако чрезмерная антропогенная нагрузка, ускоренное освоение природных богатств этой территории, начавшееся в середине 20-го века и сопровождавшееся интенсивными мелиоративными работами по «улучшению» земель в Барабинской низменности привели к массовому разрушению природных комплексов. В основе деградации лежит изменение степени увлажненности территории, осушение заболоченных земель, когда был ликвидирован тот запас влаги, который позволял всем водно-болотным системам переживать резкие изменения природно-климатической обстановки. Сегодня Барабинская низменность отнесена к разряду территорий с недостаточной водообеспеченностью. Негативная антропогенная деятельность в совокупности с естественным влиянием происходящих климатических изменений привели к

тому, что ряд озер, расположенных на этой территории, испытывает предельный уровень воздействий, за которым начинается необратимое разрушение или утрата отдельных функций озерных систем. Поэтому проблема эволюции озера Чаны, его состояния в контексте климатических флуктуаций, трансформации гидрометеорологических показателей представляется актуальной задачей, решение которой позволяет подойти как к детальному прогнозированию изменений в структуре Чановской озерно-бассейновой системы, так и оптимизации неизбежного ресурсопользования.

Чановская озерно-бассейновая система расположена в южной части Западно-Сибирской равнины Обь - Иртышского междуречья. Этот регион включает в себя отдельные части таких природных областей, как лесостепная Бараба, степная Кулунда, южнотаежное Васюганье и занимает по количеству и суммарной акватории озер одно из первых мест не только в России, но и в мире. Так, на долю Барабинского озерного бассейна площадью 121541 км² приходится 3546 озер общей площадью 4668,4 км², в котором одним из самых крупных является Чановский озерный бассейн, занимающий территорию в 26190 км² с 400 озерами общей площадью 2619 км². Центральную часть Чановской озерно-бассейновой геосистемы занимает озеро Чаны (54°30' - 55°09' с. ш. и 76°48' - 78°12' в. д.) – наибольшее по величине акватории среди всех естественных озер юга Сибири и входящее по этому показателю в число 253 больших озер мира. Это бессточный и неглубокий водоем с извилистой береговой линией, дававший в 80-х годах прошлого века до 25% всего улова в Западной Сибири.

Уникальной особенностью исследуемого района можно считать предельную сжатость ландшафтных зон: на расстоянии около 260 км наблюдается последовательная смена 3 ландшафтных зон или 6 ландшафтных подзон от южной тайги до степи типичной [1, 2, 3]. Здесь зональные закономерности в сочетании с локальными геоморфологическими, климатическими, биологическими факторами формируют как чрезвычайное разнообразие ландшафтов, так и ресурсное богатство местных озер. Спецификой Барабинской низменности являются также увалисто-лощинные и гривные формы рельефа, широкое развитие лессовых отложений на прилегающих территориях и в гривных толщах, ярусная обводненность и неоднородность почвенно-грунтовой толщи, резкие эволюционно-динамические изменения почвенно-растительного покрова, широко развитые процессы засоления, осолонцевания почв. Исключительно высокая контрастность и комплексность природных условий определяют пространственно-временную организацию Чановской озерной системы. Чановская система расположена на своеобразном биоклиматическом рубеже, где происходит переход соотношения тепла и влаги через единицу. Эта территория (подзона южной лесостепи) является местом раздела термических поясов – бореального с недостаточной теплообеспеченностью при достаточном увлажнении и суббореального, где достаточно тепла при недостатке влаги. Таким образом, здесь можно проследить климатически обусловленные миграции границы между лесной и степной зонами, а также выявить закономерности глобальных и локальных климатических изменений.

Любое озеро – это не только «продукт климата», но и результат геолого-геоморфологического развития территории. Образование Чановской озерной системы связано с общими тектоническими процессами, сформировавшими Барабинскую низменность. В геологическом отношении Чановская озерно-бассейновая система находится в пределах Западно-Сибирской платформы, в строении которой выделяют два яруса: нижний – складчатый сложнопостроенный фундамент и верхний – почти горизонтально лежащий мезокайнозойский покров. Глубина залегания палеозойского фундамента в районе озерного бассейна достигает 3000 м. За хронологический интервал около 150 млн. лет в Барабе отложились осадки мощностью до 2600 метров. В течение всего мезо-кайнозоя территория испытывала слабое погружение: Чаны занимают центральную часть Омско-Кулундинской синеклизы. Последняя морская трансгрессия в палеоцене и эоцене оставила мощные толщи глин, которые образовали региональный водоупор. Позднее был только континентальный режим. Палинологические данные свидетельствуют, что накопление осадков в мезозое и раннем кайнозое происходило в основном в условиях влажного и теплого климата, близкого к субтропическому. Полученные из разрезов эоплейстоценовых осадков палинокомплексы говорят об образовании отложений в ландшафтах близких к лесотундре. [4]. Это было связано с усилением контрастности природных обстановок, с резкими климатическими колебаниями и общим нарастанием похолодания. К концу эоплейстоцена на исследуемой территории образовалась единая геологическая основа, слагающая плоскую низменную слаборасчлененную озерную аккумулятивную равнину. Тогда же произошло климатически обусловленное постепенное угасание водного осадконакопления и субаэральная деятельность стала преобладающей.

Современная котловина озера Чаны оформилась в голоцене. К началу позднего ледникового (13 тыс. л. н.), когда завершилась эпоха глубокой аридизации климата, вызвавшая исчезновение Мансийского приледникового озера, завершилось и формирование гривного рельефа территории Барабы. Мощность голоценовых осадков в большинстве случаев составляет первые единицы метров.

Климатические условия голоцена были неоднородны. Циклические изменения климата способствовали значительным колебаниям водности. Известные данные радиоуглеродного анализа позволяет выделить три наиболее теплые фазы голоцена: бореальную — 8300-8900 лет назад, позднеатлантическую (собственно климатический оптимум) – 4700-6000 лет назад, среднесуббореальную – 3200-4200 лет назад.

В раннем голоцене над Сибирью была ослаблена континентальность климата, усилилась циклоническая деятельность, в теплом и влажном климате трансгрессивное состояние озера сопровождалось биогенными процессами. В понижениях формировались болота, вокруг – березовая лесостепь с примесью сосны. Озерная система была обширной, вокруг имела развитая гидросеть, связывающая озера в единый комплекс и обеспечивающая им постоянную проточность, возможность регулярного наполнения; озерный комплекс играл

роль гидроаккумулятора, принимая сток с обширной поверхности Обь-Иртышского междуречья.

Ко времени климатического оптимума, несмотря на то, что количество обильных дождей немного уменьшилось, а положительные аномалии температуры доходили до 4°C развитие озера как системы достигло своего максимума. Однако с течением времени сухой климат способствовал засолению понижений и обмелению озерного комплекса. Основная площадь питания речных и озерных систем стала интенсивно заторфовываться и зарастать. Торфонакопление происходило во всех районах Западной Сибири в таких грандиозных масштабах, как ни в какой другой части земного шара. Специфика климатических и гидрологических условий этой территории способствовала развитию здесь в голоцене огромных торфяников, перекрывающих часто обширные водораздельные пространства. С увеличением мощности торфяного слоя происходило нивелирование водоразделов, ложбин стока, из-за чего существенно сокращался сток в озеро, резко уменьшалась его водность.

Суббореальный период характеризуется ослаблением зональной циркуляции, особенно зимней. В результате зимние периоды стали холоднее, а летние все еще теплые. В середине суббореального периода степень континентальности климата мало отличалась от современной. Чередующиеся этапы похолодания и потепления с изменением циркуляционных процессов и усилением континентальности климата приводили к значительной трансформации озерного бассейна, объема стока.

В позднем голоцене климатические условия влажные и прохладные. Активизируется озерная и речная деятельность. Увеличение увлажнения привело к увеличению водности озерной котловины. В дальнейшем наблюдались несколько периодов с глобальными колебаниями климата, но они не оказывали существенного влияния на изменение границ природных зон и системных характеристик озера. Именно здесь, на юге Западной Сибири прослеживается узкая, «нейтральная» полоса, где температурный режим мало отличался от современного, в то время когда севернее и южнее, например, происходили значительные колебания зимних и летних температур по сравнению с настоящим временем. Уникальная стабильность ландшафтной структуры западносибирской степи, отражающая местную специфику глобальных климатических процессов, обусловила устойчивое, с циклически-многослойным характером гидрологического режима, развитие озерной системы в этот период.

Известно, что для Западной Сибири, особенно для ее южной части, эпохи похолодания сопровождаются возросшим увлажнением, а теплые – аридизацией. Так, в малый ледниковый период (1550-1850 г.г.), когда установилась особая суровость климата с продолжительным зимним периодом, с очень низкими зимними температурами, увеличилось количество зимних осадков. Поскольку питание озера Чаны происходит в основном за счет талых вод, то многоснежные зимы способствовали росту площади озер. В последней четверти XVII в. (время максимального обводнения территории за последние века) площадь озер Чановской системы достигала 10–12 тыс. км². Это

последнее трансгрессивное состояние Чановского озерного бассейна сохранялось до 1820-1830 г.г. Распад системы произошел в 40-е гг. XIX в., и с тех пор площадь озера Чаны только сокращается.

С 1901 по 2000 год средняя годовая глобальная температура приземного воздуха возросла на $0,6 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$. Для районов Западной Сибири хорошо выраженная, устойчивая тенденция потепления наблюдается с 40-х годов прошлого века. Это отчетливо фиксируется и на метеостанциях различных частей бассейна озера Чаны – многолетняя амплитуда достигает $+1^{\circ}\text{C}$. Наметившаяся тенденция современного изменения климата характеризуется фазами пониженной и повышенной увлажненности. Последняя фаза повышенной увлажненности была зафиксирована в 50-х годах прошлого столетия. В 60-х, 70-х и 80-х годах наблюдался относительно сухой период, который нашел свое отражение в снижении уровня озера и осушении болотных массивов. И хотя на многовековой цикл колебания озера накладываются другие циклы, в современный период озеро Чаны испытывает существенные снижение уровня обводнения.

Значение нынешнего этапа в развитии озера трудно переоценить – это своеобразная точка бифуркации: если темпы обмеления озера по естественным причинам не изменятся, а давление антропогенеза увеличится, то терригенные ландшафтные факторы вскоре начнут доминировать над собственно водообменном и внутриводоёмными факторами, а это означает только одно – деградацию озера как системы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пульсирующее озеро Чаны. - Л., Наука, Ленингр. отд-ние.- 1982. - 380 с.
2. Орлова Г. А. Голоцен Барабы. Стратиграфия и радиоуглеродная хронология. - Новосибирск, Наука, Сиб. отд-ние. - 1990.
3. Чано-Кулундинская область. Инженерная геология СССР. Т. 2. Западная Сибирь. - М., Изд-во Моск. ун-та. - 1976. - С. 187–193.
4. Палинология голоцена. – М.: АН СССР. - 1971. – 257 с.
5. Палеогеография Западно-сибирской равнины в максимум позднезырянского оледенения. – Новосибирск, Наука. - 1980.

© О.Г. Невидимова, 2012

МОНИТОРИНГ БИОГЕННЫХ КОМПОНЕНТОВ АТМОСФЕРНОГО АЭРОЗОЛЯ ЮГА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Александр Сергеевич Сафатов

Федеральное бюджетное учреждение науки «Государственный научный центр вирусологии и биотехнологии «Вектор», 630559, п. Кольцово Новосибирская обл., зав. отделом биофизики и экологических исследований, тел. (383)363-48-20, e-mail: safatov@vector.nsc.ru

Галина Алексеевна Буряк

Федеральное бюджетное учреждение науки «Государственный научный центр вирусологии и биотехнологии «Вектор», 630559, Новосибирская область, Новосибирский район, р. п. Кольцово, Научный сотрудник отдела биофизики и экологических исследований, тел. (383) 363-47-78, e-mail: buryak@vector.nsc.ru

Сергей Евгеньевич Олькин

Федеральное бюджетное учреждение науки «Государственный научный центр вирусологии и биотехнологии «Вектор», 630559, Новосибирская область, Новосибирский район, р. п. Кольцово, заведующий лабораторией отдела биофизики и экологических исследований, тел. (383) 336-74-79, e-mail: olkin@vector.nsc.ru

Ирина Сергеевна Андреева

Федеральное бюджетное учреждение науки «Государственный научный центр вирусологии и биотехнологии «Вектор», 630559, Новосибирская область, Новосибирский район, р. п. Кольцово, Заведующая лабораторией отдела биофизики и экологических исследований, тел. (383) 363-17-79, e-mail: andreeva_is@vector.nsc.ru

Ирина Константиновна Резникова

Федеральное бюджетное учреждение науки «Государственный научный центр вирусологии и биотехнологии «Вектор», 630559, Новосибирская область, Новосибирский район, р. п. Кольцово, старший научный сотрудник отдела биофизики и экологических исследований, тел. (383) 336-74-79, e-mail: reznikova@vector.nsc.ru

Михаил Юрьевич Аршинов

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева Сибирского отделения Российской академии наук, 634021, г. Томск, пл. Академика Зуева, 1, старший научный сотрудник лаборатории климатологии атмосферного состава, тел. (382) 249-28-94, e-mail: michael@iao.ru

Борис Денисович Белан

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева Сибирского отделения Российской академии наук, 634021, г. Томск, пл. Академика Зуева, 1, заместитель директора по научной работе, тел. (382) 249-16-39, e-mail: bbd@iao.ru

Денис Валентинович Симоненков

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева Сибирского отделения Российской академии наук, 634021, г. Томск, пл. Академика Зуева, 1, научный сотрудник лаборатории климатологии атмосферного состава, тел. (382) 249-28-94, e-mail: simon@iao.ru

Валерий Иванович Макаров

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт химической кинетики и горения Сибирского отделения Российской академии наук, 630090, г. Новосибирск, ул. Институтская, 3, заведующий лабораторией дисперсных систем, тел. (383) 333-07-87, e-mail: makarov@kinetics.nsc.ru

Светлана Анатольевна Попова

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт химической кинетики и горения Сибирского отделения Российской академии наук, 630090, г. Новосибирск, ул. Институтская, 3, младший научный сотрудник лаборатории дисперсных систем, тел. (383) 333-07-87, e-mail: popova@kinetics.nsc.ru

Борис Сергеевич Смоляков

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт неорганической химии им. А.В. Николаева Сибирского отделения Российской академии наук, 630090, г. Новосибирск, просп. Ак. Лаврентьева, 3, ведущий научный сотрудник лаборатории кластерных соединений, тел. (383) 316-55-31, e-mail: ecol@niic.nsc.ru

Марина Петровна Шинкоренко

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт неорганической химии им. А.В. Николаева Сибирского отделения Российской академии наук, 630090, г. Новосибирск, просп. Ак. Лаврентьева, 3, Инженер лаборатории кластерных соединений, тел. (383) 333-29-44, e-mail: shrink@niic.nsc.ru

В статье приведены результаты долгосрочного мониторинга биогенных компонентов атмосферного аэрозоля юга Западной Сибири. Обсуждаются их долгосрочное изменение, годовой и суточный ход, разнообразие присутствующих в атмосферных биоаэрозолях жизнеспособных микроорганизмов, а также их потенциальную опасность для человека.

Ключевые слова: атмосферные биоаэрозоли, жизнеспособные микроорганизмы, потенциальная опасность для человека.

MONITORING OF ATMOSPHERIC AEROSOLS' BIOGENIC COMPONENTS IN THE SOUTH OF WESTERN SIBERIA

Alexander S. Safatov

Federal Budgetary Research Institution "State Research Center of Virology and Biotechnology "Vector", 630559, Koltsovo, Novosibirsk rgn, Head of department of Biophysics and Ecological, Tel. +7-(383)-363-48-20, e-mail: safatov@vector.nsc.ru

Galina A. Buryak

Federal Budgetary Research Institution State Research Center of Virology and Biotechnology "Vector", 630559, Koltsovo, Novosibirsk region, Staff scientist of department of Biophysics and Ecological, tel. (383) 363-47-78, e-mail: buryak@vector.nsc.ru

Sergei E. Olkin

Federal Budgetary Research Institution State Research Center of Virology and Biotechnology "Vector", 630559, Koltsovo, Novosibirsk region, Head of laboratory of department of Biophysics and Ecological, tel. (383) 336-74-79, e-mail: olkin@vector.nsc.ru

Irina S. Andreeva

Federal Budgetary Research Institution State Research Center of Virology and Biotechnology "Vector", 630559, Koltsovo, Novosibirsk region, Head of laboratory of department of Biophysics and Ecological, tel. (383) 363-17-79, e-mail: andreeva_is@vector.nsc.ru

Irina K. Reznikova

Federal Budgetary Research Institution State Research Center of Virology and Biotechnology "Vector", 630559, Koltsovo, Novosibirsk region, Senior staff scientist of department of Biophysics and Ecological, tel. (383) 336-74-79, e-mail: reznikova@vector.nsc.ru

Mikhail Yu. Arshinov

Federal State Budgetary Research Institution V.E. Zuev Institute of Atmospheric Optics of Siberian Branch of the Russian Academy of Science, 634021, Tomsk, Academician Zuev square, 1, Senior staff scientist Laboratory of Atmosphere Composition Climatology, tel. (382) 249-28-94, e-mail: michael@iao.ru

Boris D. Belan

Federal State Budgetary Research Institution V.E. Zuev Institute of Atmospheric Optics of Siberian Branch of the Russian Academy of Science, 634021, Tomsk, Academician Zuev square, 1, Deputy director, tel. (382) 249-16-39, e-mail: bbd@iao.ru

Denis V. Simonenkov

Federal State Budgetary Research Institution V.E. Zuev Institute of Atmospheric Optics of Siberian Branch of the Russian Academy of Science, 634021, Tomsk, Academician Zuev square, 1, Staff scientist Laboratory of Atmosphere Composition Climatology, tel. (382) 249-28-94, e-mail: simon@iao.ru

Valerii I. Makarov

Federal State Budgetary Research Institution Institute of Chemical Kinetics and Combustion of Siberian Branch of the Russian Academy of Science, 630090, Novosibirsk, Institutskaya, 3, Head of laboratory of Disperse Systems, tel. (383) 333-07-87, e-mail: makarov@kinetics.nsc.ru

Svetlana A. Popova

Federal State Budgetary Research Institution Institute of Chemical Kinetics and Combustion of Siberian Branch of the Russian Academy of Science, 630090, Novosibirsk, Institutskaya, 3, Head of laboratory of Disperse Systems, tel. (383) 333-07-87, e-mail: popova@kinetics.nsc.ru

Boris S. Smolyakov

Federal State Budgetary Research Institution A.V. Nikolaev Institute of Inorganic Chemistry of Siberian Branch of the Russian Academy of Science, 630090, Novosibirsk, Ac. Lavrentieva avenue, 3, Leading staff scientist of Laboratory of clathrate compounds, tel. (383) 316-55-31, e-mail: ecol@niic.nsc.ru

Marina P. Shinkorenko

Federal State Budgetary Research Institution A.V. Nikolaev Institute of Inorganic Chemistry of Siberian Branch of the Russian Academy of Science, 630090, Novosibirsk, Ac. Lavrentieva avenue, 3, Engineer of Laboratory of clathrate compounds, tel. (383) 333-29-44, e-mail: shink@niic.nsc.ru

The results of the long-term monitoring of biogenic components of atmospheric aerosols in the South of Western Siberia are presented in this paper. Here are discussed: its long-term trends, seasonal and diurnal changes, diversity of viable microorganisms in atmospheric bioaerosols and its potential danger for human.

Key words: atmospheric bioaerosols, culturable microorganisms, potential danger for human.

Введение

Биоаэрозоли являются неотъемлемой частью атмосферного аэрозоля, достигая 95% от его счетной концентрации [1-2]. Известно, что биоаэрозоли, как и другие аэрозоли в атмосфере, оказывают воздействие на климат, перераспределяя радиационные потоки в атмосфере и участвуя в процессах нуклеации в облаках [3]. Также как и другие аэрозоли, биоаэрозоли могут оказывать токсическое действие на человека, животных, растения и др. компоненты экосистем [4,5], и, кроме этого, вызывать в них инфекционные заболевания [4-7]. Однако до последнего времени атмосферным биоаэрозолям и их компонентам в мире уделялось мало внимания [3], а их мониторинг практически нигде не проводился.

В настоящей работе представлены результаты долгосрочного мониторинга биогенных компонентов атмосферного аэрозоля юга Западной Сибири. Основное внимание уделяется их долгосрочному изменению, годовому и суточному ходу, разнообразию присутствующих в атмосферных биоаэрозолях жизнеспособных микроорганизмов, а также их потенциальной опасности для человека.

Материалы и методы

Изучение атмосферного аэрозоля проводилось в трех наземных точках (на площадке ФБУН ГНЦ ВБ «Вектор», в п. Ключи и на базе отдыха «Синеморье») и с помощью самолета-лаборатории, который осуществлял ежемесячные пробоотборы на высотах 500, 1000, 1500, 2000, 3000, 4000, 5500 и 7000 м над лесными массивами юга Западной Сибири. Пробы отбирались на волокнистые фильтры типа АФА-ХА с расходом примерно 250 л/мин для определения массовой концентрации, химического и биохимического состава аэрозоля. Для определения концентрации жизнеспособных микроорганизмов пробы отбирались на импинджеры с расходом примерно 50 л/мин и анализировались культуральными методами, как это описано в [2]. В качестве сорбирующей жидкости в импинджеры заливалось 50 мл бесцветного раствора Хенкса (ICN Biomedicals). Определение концентрации суммарного белка на фильтрах проводилось с использованием флуоресцентного красителя [8]. Химический и ионный состав проб аэрозоля определялся по методикам «Атомно-эмиссионного спектрального анализа» и «Ионной хроматографии», прошедшим метрологическую экспертизу в Государственном метрологическом центре Госстандарта РФ (г. Екатеринбург) № 08-48/031 и 08-48/032 20.12.1994 г. Более подробно эти методики описаны в работах [2,9]. Концентрации органического и неорганического углерода определялись по методу, описанному в работе [10].

Результаты и обсуждение

За более чем 10 лет наблюдения среднегодовые концентрации основных биологических компонентов атмосферного аэрозоля, измеренные на высотах 500 - 7000 м на юге Западной Сибири проявляют тенденцию к снижению. В среднем это падение невелико и составляет примерно 1,6 за 11 лет для концентрации суммарного белка и 8 раз за 11 лет для концентрации

жизнеспособных микроорганизмов (эта величина представляет собой суммарную концентрацию жизнеспособных бактерий и низших грибов; и, как принято в микробиологии, величина этой концентрации здесь и далее по тексту выражена в десятичных логарифмах числа жизнеспособных микроорганизмов в 1 м³ воздуха). Воспользовавшись данными для полной массы аэрозоля, определенной в тех же условиях (уменьшение которой за тот же период составило примерно 2 раза), можно построить тренд доли суммарного белка в полной массе атмосферного аэрозоля на высотах 500 - 7000 м. В отличие от тенденций к уменьшению полной концентрации аэрозоля и его биогенных компонентов в атмосфере юга Западной Сибири за период наблюдений, доля суммарного белка в полной массе аэрозоля возрастает. Скорее всего, это связано с проходящими климатическими изменениями, приводящими к изменению источников аэрозоля, фиксируемого в Западной Сибири, их мощности и, вероятно, путей транспорта биоаэрозолей в атмосфере.

Аналогичные тенденции изменения основных биологических компонентов атмосферного аэрозоля, обнаруженные для наземных измерений на площадке ФБУН ГНЦ ВБ «Вектор», дают падение примерно 1,6 за 9 лет для концентрации суммарного белка и примерно 5 раз за 9 лет для концентрации жизнеспособных микроорганизмов. Для п. Ключи статистически значимых тенденций к снижению концентраций аэрозоля и его биогенных компонентов не выявлено. Причины этого в настоящее время не ясны. Возможно, это связано с различным вкладом локальных источников аэрозолей и биоаэрозолей в наблюдаемые концентрации измеряемых величин. Отметим, что концентрации суммарного белка и органического углерода в атмосферном аэрозоле проявляют также тенденции к снижению за период наблюдений.

Для всех точек наблюдения и для высот 500 – 7000 м выявлен выраженный сезонный ход концентраций суммарного белка (амплитуда изменений которого составляет 3 – 5 раз) и жизнеспособных микроорганизмов (амплитуда изменений которой превосходит порядок величины). Определена зависимость наблюдаемых концентраций суммарного белка и жизнеспособных микроорганизмов от направления и скорости ветра в наземных точках пробоотбора, а также от средних температуры и относительной влажности в период отбора проб. Вместе с тем, по данным наземных точек наблюдения статистически достоверного суточного хода этих концентраций выявить не удалось.

Анализ биоразнообразия жизнеспособных микроорганизмов, выявил присутствие большого количества различных бактерий и грибов в пробах атмосферного воздуха, тогда как присутствия вирусов (прежде всего, вызывающих респираторные заболевания человека) не выявлено. В отличие от полной концентрации жизнеспособных микроорганизмов в атмосферном аэрозоле, сезонной зависимости их отдельных родов не обнаружено. Вероятно, это связано с наблюдаемой высокой изменчивостью их присутствия в различных пробах, а также небольшими, как правило, концентрациями микроорганизмов отдельных родов.

Поскольку подавляющее большинство обнаруживаемых в атмосферном аэрозоле микроорганизмов не являются патогенными, был разработан метод, позволяющий оценивать потенциальную опасность для человека любых бактерий, в том числе и неизвестных, без проведения экспериментов на модельных животных по определению их патогенности [11]. Метод основан на определении численности выделенного изолята и ряда его морфологических биологических и биохимических характеристик. Он применим как для отдельных изолятов, так и для всей их совокупности в пробах атмосферного воздуха.

Заключение

Таким образом, данные долговременного мониторинга показывают, что изменения климата за последнее десятилетие сопровождаются заметным снижением концентраций аэрозоля, биоаэрозоля и жизнеспособных микроорганизмов в нем на юге Западной Сибири. Данные мониторинга биогенных компонентов атмосферного аэрозоля юга Западной Сибири также важны для оценки качества атмосферного воздуха, его потенциальной опасности для человека и изменения этих характеристик атмосферы в будущем.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Aerosol characteristics and sources for the Amazon basin during the wet season / P. Artaxo [et al.] // *J. Geophys. Res.* – 1990. – Vol. 95, N D10. – P. 16971-16985.
2. Atmospheric bioaerosols / A.S. Safatov [et al.] // *Aerosols – Science and Technology*. / I. Agranovski, Ed. – Weinheim: Wiley – VCH, 2010. – P. 407-454.
3. Primary biological aerosol particles in the atmosphere: A review / V.R. Després [et al.] // *Tellus B.* – 2012. – Vol. 64, N 1. – Paper 15598, DOI: 10.3402/tellusb.v64i0.15598. – 58 p.
4. Bioaerosols health effects and exposure assessment: Progress and prospects / J. Douwes [et al.] // *Ann. Occup. Hyg.* – 2003. – Vol. 47, N 3. – P. 187-200.
5. O’Gorman C.M., Fuller H.T. Prevalence of culturable airborne spores of selected allergenic and pathogenic fungi in outdoor air // *Atmos. Environ.* – 2008. – Vol. 42, N 18. – P. 4355-4368.
6. Nicas M., Nazaroff W.W., Hubbard A. Toward understanding the risk of secondary airborne infection: Emission of respirable pathogens // *J. Occup. Environ. Hyg.* – 2005. – Vol. 2, N 3. – P. 143-154.
7. Roy C.J., Milton D.K. Airborne transmission of communicable infection – The elusive pathway // *N. Engl. J. Med.* – 2004. – Vol. 350, N 17. – P. 1710-1712.
8. Аэрозоли Сибири. / под ред. К.П. Куценого. – Новосибирск: Наука, 2006. – 548 с.
9. Экспериментальное исследование трансформации примесей в шлейфах предприятий / М.Ю. Аршинов [и др.] // *Оптика атмосферы и океана.* – 2005. – Т. 18, № 04. – С. 335–343.
10. Сравнение результатов измерения содержания углерода в атмосферных аэрозолях методами реакционной газовой хроматографии и сухого сжигания / С.А. Попова [и др.] // *Химия в интересах устойчивого развития.* 2007. – № 1. – С. 97-103.
11. To what extent can viable bacteria in atmospheric aerosols be dangerous for humans? / A.S. Safatov [et al.] // *Clean.* – 2008. – Vol. 36, N 7. – P. 564-571.

© А.С. Сафатов, Г.А. Буряк, С.Е. Олькин, И.С. Андреева,
И.К. Резникова, М.Ю. Аршинов, Б.Д. Белан, Д.В. Симоненков,
В.И. Макаров, С.А. Попова, Б.С. Смоляков, М.П. Шинкоренко, 2012

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Людмила Константиновна Трубина

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Новосибирск, Плахотного, 10, доктор технических наук, профессор, заведующая кафедрой экологии и природопользования, (383) 361-09-11, e-mail: lab.ite@ssga.ru

В статье рассматриваются методологические аспекты экологической оценки состояния урбанизированных территорий на основе учета морфологии геопространства. Отмечается, что существующая практика сбора и последующего отображения интегральных показателей изолиниями равных значений, не учитывает в полной мере взаимодействие природных и антропогенных факторов. Избежать этого позволит системный подход, который может быть реализован через учет морфологии рельефа, во многом с помощью трехмерного моделирования, четко выделяющего и определяющего распределение потоков минеральных, водных, воздушных масс и других компонентов.

Ключевые слова: морфология рельефа, экологическая оценка, потоки вещества.

METHODOLOGICAL ASPECTS OF URBAN LANDS STATE ECOLOGICAL ASSESSMENT

Lyudmila K. Trubina

Ph.D., Prof., head of the department of Ecology and Land Management, Siberian, State Academy of Geodesy, 8 Plakhotnogo st., 630108 Novosibirsk, phone: (383) 361-09-11, e-mail: lab.ite@ssga.ru

Methodological aspects of urban lands state ecological assessment, taking into account geospace morphology, are considered. It is noted that current practice of integral indicators collection and further representation by equal values isolines does not fully take into consideration natural - anthropogenic factors interrelation. This can be improved through the system approach, i.e. by taking into account the relief morphology, mostly based on 3D modeling. The model makes it possible to mark out and determine the distribution of mineral-, water- and air flows as well as other components.

Key words: relief morphology, ecological assessment, substance flows.

Особенностью информации о состоянии окружающей среды является ее геопространственный характер. При этом, данные о загрязнении разных природных сред обеспечиваются, как правило, стационарными постами наблюдений, расположенными практически произвольно на исследуемой территории, либо «выборкой» на ключевых ее участках. Показатель загрязнения конкретным веществом одного компонента получается непосредственно в результате наблюдений или измерений, может являться интегрированным в пространстве или во времени для одной территориальной единицы (точки отбора пробы).

Обобщение показателей осуществляется разными методами. Переход от значений, определенных в точке, к пространственному отображению

распределения влияния того или иного показателя осуществляется методами интерполяции и экстраполяции. Часто используют матрицы, которые заполняются по каждому ингредиенту загрязнения, для последующего определения суммарного значения на основе тех или иных аналитических зависимостей. Во всех случаях интегральные показатели получают в результате преобразования первичных данных, измеренных в дискретных точках пространства.

Отображение интегральных показателей реализуется на экологических картах в виде статистических поверхностей изолиниями равных значений – изоплетами, известными способами. Следовательно, изолинейная поверхность (либо ее послойная раскраска, типа гипсометрической) отображает практически равномерное распределение влияния фактора по условной поверхности. В то время как, распределение загрязнений урбанизированной территории характеризуется пространственной неоднородностью, связанной с локальными природными условиями, точечным антропогенными воздействиями и сформировавшейся структурой жилой застройки. Так, например, на уровень загрязнения воздуха в черте города влияет не только сочетание метеорологических факторов, но и состояние инверсии воздушного бассейна, определяемого особенностями рельефа. В частности, возможен сток воздушных загрязнений по склону при неблагоприятной метеорологической обстановке, накопление выбросов в замкнутых понижениях рельефа и др.

При наложении интегральных экологических карт, отображающих степень загрязнения в виде статистических поверхностей, на другую карту, например, рельефа, или кадастрового плана прослеживается явная несовместимость по границам информационных слоев.

В тоже время, следует отметить, например, что составленная специалистами, карта лесов или почвенная карта отлично согласуется с топографической картой, в частности, с изображенным на ней рельефом и гидрографией, подчеркивает прямую взаимосвязь пространственного распространения природных объектов со структурными линиями рельефа. Легко сопоставить и карту распространения клещевого энцефалита с картой растительности того же масштаба. В тоже время, получить, например, корректную карту заболеваемости населения, в сложившихся условиях городской среды, опираясь только на расположение неблагоприятных объектов на плане города без учета его морфоструктуры, невозможно. По этой же причине слабо коррелируются экологические карты городской среды с его топографией. Хотя город в начале своего рождения практически стихийно, а позднее и планомерно развивается с учетом особенностей рельефа, направленности имеющихся на территории водных потоков, экспозиции склонов, инсоляции селитебных зон. Следовательно, формирование градостроительной структуры идет с учетом морфологии земной поверхности.

Без учета этих условий при сборе данных невозможно объективно оценить, а затем отобразить экологическую компоненту районов города, или в частности, кадастровой зоны, квартала и т.д.

Таким образом, принципиальным должно стать положение: изучению состояния урбанизированных территорий должен предшествовать анализ морфологии рельефа, как совокупности упорядоченных форм земной поверхности, созданных гравимагнитными полями, которые прослеживаются в виде потоков природного вещества. Они (потоки), в свою очередь, определяют направление движения техногенного вещества, образующегося в результате воздействия тех или иных источников загрязнения.

Такой геоморфологический подход для конкретных территорий позволит реализовать полное и, вместе с тем, детальное представление структуры его геоэкологического пространства. Это может служить основанием для дифференциации городской территории на участки с принципиально разной инсоляционной экспозицией, обеспечивающей различную освещенность, конкретной величиной физиологически активной радиации, а также направленность распределения потоков по уровням, соответствующим разной степени их циркуляционной и гравитационной составляющей, с включенными в них техногенными компонентами.

При переходе от одного такого участка к другому происходит смена структуры пространства, следовательно, меняется баланс любого вещества, поэтому для объективности геоэкологической оценки требуется адаптированный к этим выделенным категориям набор показателей.

В отличие от традиционных методов оценки экологического состояния территории, в которых преобладают статические характеристики состояния вещества, полученные путем статистической выборки в целом по территории исследуемого пространства, при данном подходе распределение точек отбора проб должно осуществляться направленно с учетом движения потоков вещества.

Только тогда связав воедино пространство и его состояние, т.е. процессы, происходящие в нем, возможен системный подход в изучении распределения потоков минеральных, водных, воздушных масс вместе с вредными и полезными для человека компонентами. Таким образом, через всестороннее познание морфологии, во многом с помощью трехмерного моделирования, четко выделяющего и определяющего эти потоки по элементам рельефа и ландшафта, возможно подготовить объективную систему сбора показателей и создать карту экологической обстановки исследуемой территории.

Анализ морфологии городской территории может быть реализован по цифровым моделям рельефа (ЦМР), широкие функциональные возможности для этого предоставляет современный инструментарий геоинформационных технологий.

В целом геометрия реальной земной поверхности достаточно сложна, и при рассмотрении тех или иных процессов велика роль масштаба, т.е. степень подробности отображения топографии поверхности. Последнее, в свою очередь, зависит от исходных материалов для получения данных о рельефе.

Во-первых, это топографические карты разных масштабов с отображением рельефа в виде горизонталей. Формирование ЦМР по горизонталям - один из широко используемых методов при анализе природной среды. Кроме того, разработан метод пластики рельефа, основанный на геометрическом

преобразовании горизонталей, выделению некоторых форм рельефа, в частности выпуклых и вогнутых элементарных форм [3]. В результате создается «карта пластики рельефа» с естественными ареалами – «динамическими потоками». Реализация подобных преобразований на основе 3D-модели «пластики рельефа» открывает новые возможности.

Несомненным преимуществом по сравнению с топографическими картами имеют методы дистанционного зондирования и лазерного сканирования. Поскольку, в этом случае, используются непосредственно измеренные данные для формирования цифровых моделей рельефа, тогда как горизонтالي получают в результате преобразований исходных данных (интерполяция по точкам), что приводит к сглаживанию деталей рельефа. Правда существенность этих искажений может проявиться только при крупномасштабных исследованиях.

Таким образом, современные методы получения информации о рельефе на основе анализа распределения потоков вещества по элементам рельефа и ландшафта могут способствовать актуализации предлагаемых подходов к экологической оценке урбанизированных территорий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кравец Е.А. Картографическая логика (анализ вопросов состояния и охраны окружающей среды): монография.- М.:Изд-во МИИГАиК, 2010.-160 с.
2. Ласточкин А. Н. Общая теория геосистем. - СПб.: Изд-во «Лема», 2011.- 980 с.
3. Степанов И.Н. пространство и время в науке о почвах. Недокучаевское почвоведение.- М.:Наука, 2003.-184 с.

© Л.К. Трубина, 2012

АРИДИЗАЦИЯ КЛИМАТА ЮГА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ И ЗАСОЛЕНИЕ ПОЧВ

Людмила Юрьевна Анопченко

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат биологических наук, доцент кафедры экологии и природопользования, тел. (383)361-08-86, e-mail: milaa2006@ngs.ru

Михаил Владимирович Якутин

Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, 630099, г. Новосибирск, ул. Советская, 18, доктор биологических наук, старший научный сотрудник лаб. Биогеоценологии, тел. (383)222-54-15, e-mail: yakutin@issa.nsc.ru; СГГА, Новосибирск, профессор кафедры экологии и природопользования

Анализируется динамика климатических изменений на юге Западной Сибири по данным различных источников. Оценивается связь этих изменений с тенденциями засоления почв и увеличения площадей засоленных почв.

Ключевые слова: Западная Сибирь, климат, температурные тренды, тренды количества осадков, засоление почв.

INCREASE IN DRYNESS OF A CLIMATE IN THE SOUTH OF WESTERN SIBERIA AND INCREASE OF SALINITY IN SOILS

Lyudmila Yu. Anopchenko

Siberian State Academy of Geodesy, 10 Plakhotnogo, Novosibirsk, 630108, PhD, assistant professor, department of ecology and wildlife management, tel. (383)361-08-86, e-mail: milaa2006@ngs.ru

Mikhail V. Yakutin

Institute of Soil Science and Agrochemistry SB RAS, 18 Sovetskaya., Novosibirsk, 630099, ScD, senior researcher, laboratory of biogeocenology, tel. (383)222-54-15, e-mail: yakutin@issa.nsc.ru; SSGA, Novosibirsk, prof. of department of ecology and wildlife management

Dynamics of climatic changes in the south of Western Siberia according to various sources is analyzed. Connection of these changes with tendencies increase of salts in soils and increase of the salted soils areas is estimated.

Key words: Western Siberia, climate, temperature trends, trends of an amount of precipitation, salinity of soils.

Изменение климата на планете является одной из важнейших проблем современного человечества. Настоящее время характеризуется глобальным трендом температур, на который накладываются межгодовые и «декадные» (с характерной ритмичностью порядка десятка лет) вариации. Несмотря на очевидный факт роста температуры, вывод о глобальном потеплении делается с некоторым сомнением. Правильнее говорить о современном потеплении – росте температуры, начавшемся в 80-х годах XX века. При этом анализ изменения

термического режима отдельных регионов убедительно свидетельствует о том, что современное потепление диагностируется практически повсеместно, но проявляется в разной степени [1].

В южной части Западной Сибири насчитывается значительное количество озер, большая часть из которых не имеет стока. Площадь акваторий озер зависит от климатического увлажнения территории. Изучение истории озер за 2,5 столетия свидетельствует о том, что в XVIII в. и в первой половине XIX в. состояние общей увлажненности здесь было более или менее удовлетворительным, а иногда и благоприятным. Однако с середины XIX в. наметилась тенденция к снижению общей увлажненности, которая сохраняется в настоящее время. Она нарушается примерно через три десятилетия внутривековыми колебаниями климата. Наблюдается постепенное усыхание озер, что еще более способствует дальнейшему снижению общей увлажненности территории. Не менее тревожным явлением представляется и тот факт, что в течение всего XX в. наблюдалась тенденция к увеличению числа летних атмосферных засух. Особенно тревожно, что даже при довольно благоприятных климатических условиях в отдельные группы лет уровень озер продолжает снижаться [2, 3].

Анализ климатических изменений на территории Сибири в целом демонстрирует практически повсеместный положительный тренд среднегодовых значений температуры в $0,5\text{--}0,7^{\circ}\text{C}/10$ лет. Основной вклад создается ростом температур холодного сезона ($1,5\text{--}1,7^{\circ}\text{C}/10$ лет для Центральной и Южной Сибири), а летом статистически значимый рост не диагностируется [4, 5]. Эти глобальные выводы не всегда подтверждаются трендами региональных климатов. Поэтому целесообразно изучение изменчивости климата по фактическим данным конкретных пунктов, расположенных в определенных природно-климатических зонах.

Так анализ климата г. Барабинска показывает, что норма среднегодовой температуры в первой половине XX века была отрицательной ($-0,4^{\circ}\text{C}$), а во второй половине века – положительной ($+0,3^{\circ}\text{C}$). Коэффициент тренда суммы осадков за год в первой половине XX века был отрицательным ($-0,6$ мм/10 лет), а во второй половине века – положительным ($+15$ мм/10 лет) [6].

Анализ временного хода аномалий среднегодовой температуры за 1935–2008 гг. по метеостанции г. Купино показал, что в течение всего исследуемого периода происходило постепенное увеличение их положительных значений, особенно заметное после 1976 года [7].

Аналогичная картина наблюдалась и по Здвинской метеостанции. Анализируя графики изменения температуры по десятилетиям в сравнении с многолетними данными, мы пришли к следующим выводам. За период с 1934 по 1944 отмечается снижение температуры воздуха, с 1944 по 1983 гг. отмечается ее увеличение воздуха, с 1984 по 1993 гг. – опять снижение, и с 1994 по 2003 гг. – вновь увеличение температуры (Рис. 1).

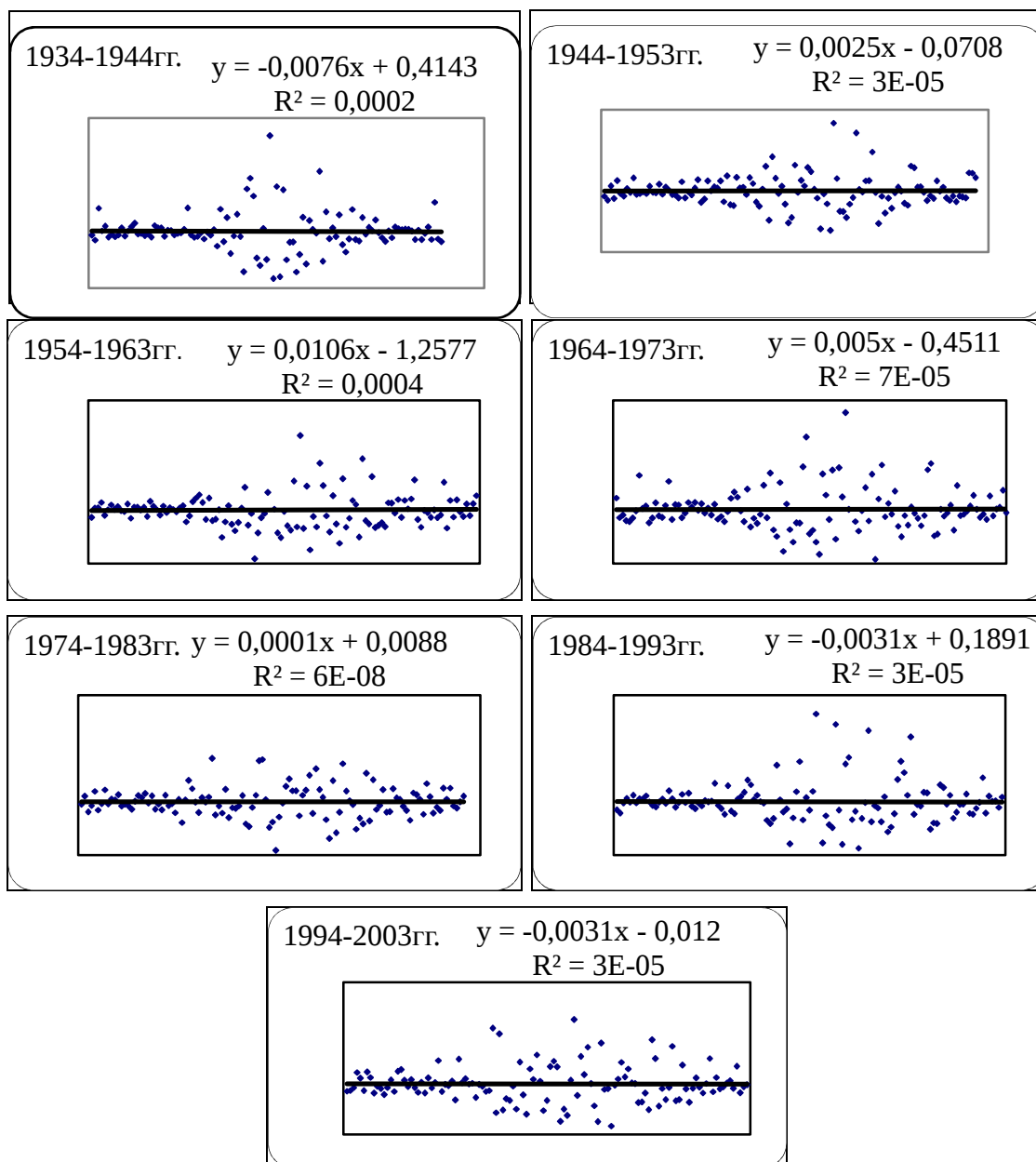


Рис. 1. Анализ температурных трендов по десятилетиям по метеостанции Здвинск

Годовые количества сумм осадков по данным метеостанции г. Купино изменялись незначительно: отмечались ежегодные отклонения от нормы в сторону их увеличения или уменьшения [7]. Аналогичная картина наблюдалась и по данным метеостанции г. Здвинска: с 1934 по 1943 гг. – увеличение количества осадков, с 1944 по 1953 гг. – снижение, с 1954 по 1963 гг. – увеличение, с 1964 по 1973 гг. – уменьшение, с 1974 по 1983 гг. – увеличение, с 1984 по 1993 гг. – уменьшение, с 1994 по 2003 гг. – увеличение.

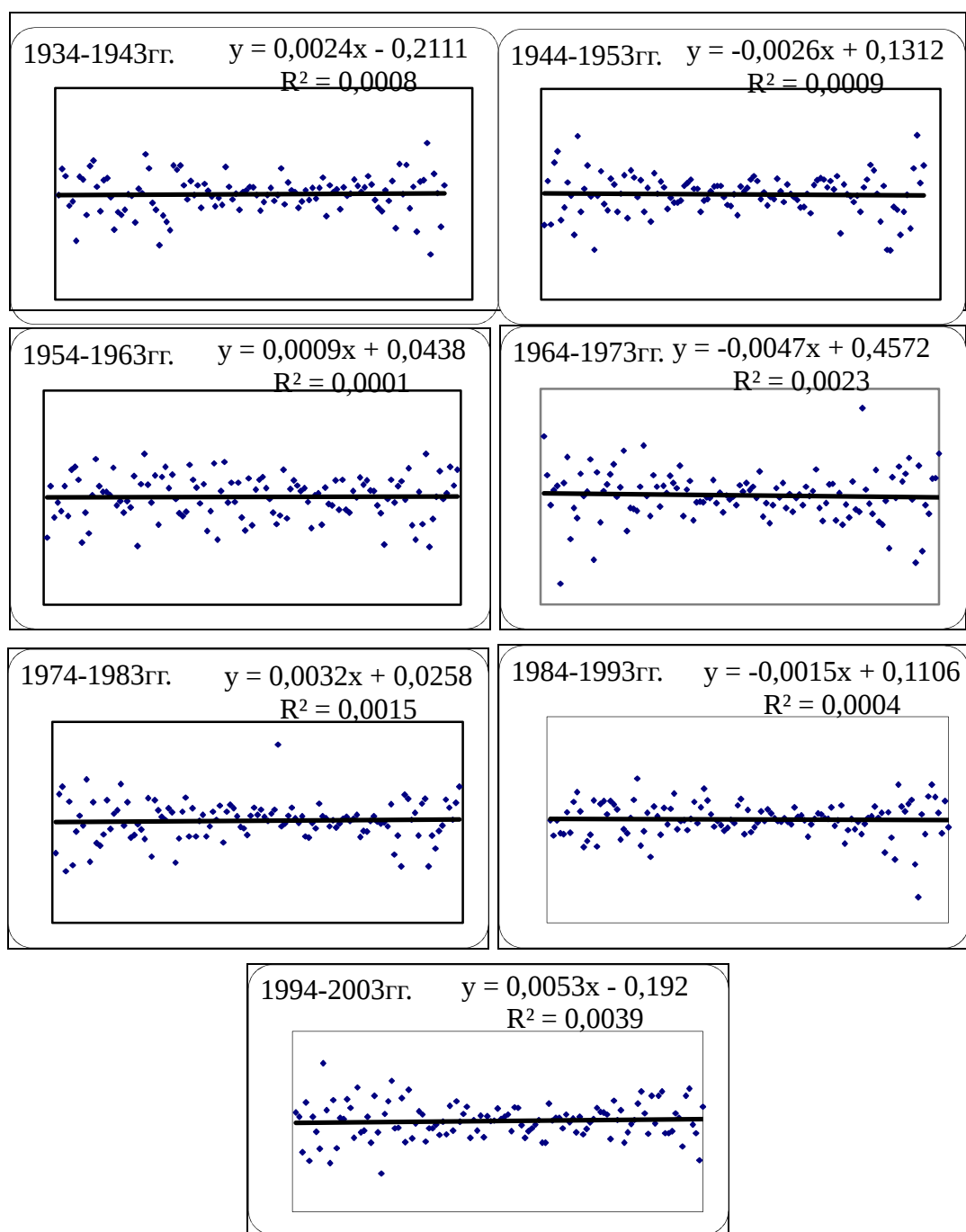


Рис. 2. Анализ трендов осадков по десятилетиям по метеостанции Здвинск

В результате анализа трендов температур и осадков на Кулундинской и Барабинской равнинах можно сделать выводы об увеличении в целом среднегодовых температур (в основном за счет увеличения температур зимних месяцев) и слабом изменении количества осадков. Эти тенденции остаются неизменными на протяжении более чем 50 лет, несмотря на некоторое изменение знаков этих трендов «+» с на «—» в некоторые десятилетия. В последние два десятилетия XX века отмечается и увеличение частоты летних и летне-весенних засух в рассматриваемом районе [8].

Т. е. тенденции изменения климата свидетельствуют о том, что в процессе дальнейшего обсыхания многочисленных озер будут освобождаться

значительные по площади территории. На обсохшем дне озер, обнажающихся после испарения воды, происходит формирование солончаков. Так на территории Кулундинской равнины временной интервал (2001–2008 гг.) характеризуется уменьшением площади озер на 19,3% и увеличением площади солончаков на 35,4% [7]. Территория Барабинской равнины во временной интервал (2001–2009 гг.) характеризуется уменьшением водной поверхности с 19 до 18%, увеличением площади солончаков с 11 до 13%.

Таким образом, в Барабе и в Кулунде происходят сходные изменения: снижается площадь озер и увеличивается площадь солончаков, при этом в более северной Барабе этот процесс идет медленнее, чем в более южной Кулунде.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кислов А.В. Изменения и изменчивость глобального климата / А.В. Кислов // // Современные глобальные изменения природной среды. Т. 1. ; [Отв. ред. Н.С. Касимов, Р.К. Клиге]. – М.: Научный мир, 2006. – С. 118–129.
2. Шнитников А.В. Озера Срединного региона (историческая изменчивость и современное состояние) / А.В. Шнитников. – Л.: Наука, 1976. – 559 с.
3. Озера полуаридной зоны / А.В. Шнитников, Т.Б. Форш, Л.А. Земляницына и др. – Л.: Изд-во Академии наук СССР, 1963. – 288 с.
4. Булыгина О.Н. Анализ изменчивости климата на территории России в последние десятилетия / О.Н. Булыгина, Н.Н. Коршунова, В.Н. Разуваев, Л.Т. Трофименко // Труды ВНИИГМИ-МЦД. – 2000. – Вып. 167. – С. 3–15.
5. Ипполитов И.И. Современные природно-климатические изменения в Сибири: ход среднегодовых приземных температур и давления / И.И. Ипполитов, М.В. Кабанов, А.И. Комаров, А.И. Кусков // География и природные ресурсы. – 2004. – № 3. – С. 90-96.
6. Гуляева Н.В. Климат г. Барабинска в XX веке / Н.В. Гуляева, В.В. Костюков, Н.И. Костюкова // Известия РАН. Серия географическая. – 2006. – № 6. – С. 106-113.
7. Зольников И.Д. Индикация динамики природно-территориальных комплексов юга Западной Сибири в связи с изменениями климата / И.Д. Зольников, Н.В. Глушкова, В.А. Лямина, Е.Н. Смоленцева [и др.] // География и природные ресурсы. – 2011. – № 2. – С. 155-160.
8. Гуляева Н.В. Атмосферное увлажнение лесостепной зоны юга Урала и Западной Сибири в течение вегетационного периода / Н.В. Гуляева, В.В. Костюков // География и природные ресурсы. – 2003. – № 3. – С. 96-100.

© Л.Ю. Анопоченко, М.В. Якутин, 2012

КРИТЕРИИ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ ТЕРРИТОРИИ ВЕРХНЕГО ПРИОБЬЯ

Александр Викторович Ван

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, доктор геолого-минералогических наук, профессор-консультант кафедры кадастра, тел. (383) 344-31-73, e-mail: van.a.v @ mail.ru

На примере четвертичных покровных отложений Верхнего Приобья рассматриваются методы геоэкологического (эколого-геологического) районирования с целью систематизации многообразия существующих на этой территории природных и техногенных экосистем и разработки критериев их выделения.

Ключевые слова: геоэкологическое районирование, природные и техногенные экосистемы, критерии.

CRITERIA FOR ECOLOGICAL ZONING OF UPPER-OB TERRITORY

Alexander V. Van

Ph.D., consulting professor, department of cadastre, Siberian State Academy of Geodesy, 10 Plakhotnogo st., 630108, Novosibirsk, phone: (383) 344-31-73, e-mail: van.a.v @ mail.ru

By the example of the Upper-Ob territory Quaternary mantle the methods of geo-ecological (eco-geological) zoning are considered. The author suggests systematizing the diversity of natural and technogenic ecosystems, existing on the territory, and developing the criteria for selecting them.

Key words: geo-ecological zoning, natural and technogenic ecosystems, criteria.

Одной из главных задач региональной геоэкологии является изучение и классификация многообразия существующей на этой территории природных и техногенных экосистем, каждая из которых характеризуется вполне определенными экологическими и геологическими показателями и приуроченностью к определенной площади.

Геоэкологическое районирование является важным исследованием, необходимым для наиболее рационального и активного освоения природных ресурсов, выделения территорий повышенного экологического риска и геодинамических напряжений с целью прогнозирования возможных негативных природных явлений и геоэкологической устойчивости к техногенным нагрузкам.

Объектом исследования являются четвертичные покровные отложения Верхнего Приобья, самой поверхностной части литосферы, и, следовательно, наиболее интенсивно подверженной природными и техногенными процессами. Кроме того эта территория представляет собой предорогенную зону сочленения юго-восточной части Западно-Сибирской плиты и приплатформенных горных систем Алтая, характеризующуюся повышенными геодинамическими и геоэкологическими напряжениями.

Известно, что осадочный чехол покрывает 80 % поверхности континентов, поэтому литологические исследования являются главным инструментом в познании закономерностей формирования рассматриваемых отложений, проявлений ими экологических функций и распределения на земной поверхности.

Выбор критериев районирования основан на зональных факторах, которые выделены путем детального изучения литологического состава, геохимических особенностей, физико-механических и биологических свойств пород, вместе оказывающих природоформирующее воздействие на окружающую среду и представляющих экологические функции поверхностных отложений, большей частью вовлеченных в интенсивную хозяйственную деятельность.

Выполненными исследованиями установлена генетическая связь между геоморфологическими элементами рельефа, литологическим составом и физико-механическими свойствами пород [1]. Каждая структурная форма земной поверхности имеет свои геоэкологические особенности. Литологический состав покровных отложений формирует вещественную основу природных систем, их межсистемные и внутрисистемные связи, а физико-механические свойства определяют динамику функционирования природных систем их экологическую устойчивость к внешнему воздействию. Так на Приобском и Обь-Чумышском плато покровными отложениями являются 20-50-метровые толщи типичного лесса, образованного принесенного ветром обломочными частицами и отличающегося от других пород более полиминеральным составом с гидрослюдистой глинистой составляющей, с повышенной пористостью, иногда значительно превышающей теоретический максимум – 47,64 % , сильной просадочностью, четко выраженным и мощным (0,4-0,7 м) слоем черноземной почвы. Такие необычно высокие литологические показатели лесса обусловлены поляризацией обломочных частиц при переносе воздушными потоками, после осаждения которых происходит формирование рыхлого неустойчивого минерального каркаса, очень благоприятного для развития корневой системы растений [2].

Пролювиальные отложения, занимающие предгорные наклонные равнины и склоны возвышенных плато, представлены суглинистыми, глинистыми и супесчаными лессовидными накоплениями, возникшими в процессе переноса и осаждения временными водными потоками продуктов выветривания горных пород на прилегающих к бассейну седиментации возвышенностях и накопившегося на них эолового материала, который составляет не менее половины объема осадочных накоплений. Они состоят из субаэральных отложений сухих дельт, конусов выноса и предгорных шлейфов. Пролувий отличается довольно резкой дифференциацией материала, выносимого с гор и предгорий, но осадки, сносимые с водораздельных равнин-плато, не имеют такую контрастность из-за изначальной однородности эоловых накоплений.

Наибольшим развитием пролювиальные отложения пользуются на Предалтайской и Присалаирской равнинах. Породы, слагающие пролувий, характеризуются обломочными зернами хорошей окатанности, увеличенным, по сравнению с лессом, содержанием устойчивых минералов, например,

кварца, и появлением наряду с гидрослюдой смешаннослойных глинистых образований и иногда примеси каолинита. Чаще отмечается увеличение до 10-15 % хемогенного (карбонаты, сульфаты) составляющего породы. Пористость пролювиальных пород колеблется в диапазоне 35-45 %. Просадочные свойства обладают средним для рассматриваемой территории значением. Мощность пролювиальных осадков варьирует в широком пределе. Современная поверхность пролювия Верхнего Приобья покрыта выщелоченным и оподзоленным черноземом.

Аллювиальный генетический тип отложений довольно четко выделяется своей приуроченностью к руслам и долинам современных и древних речных систем. Образование аллювия связано с переносом постоянными русловыми потоками обломочного материала, сопровождающимся выработкой этим водотоком эрозионной долины. Наиболее ярким примером этого являются древние и современные долины стока, разрезающие Приобское плато и песчаные скопления на выходах этих долин на запад, в сторону Кулундинской впадины.

Строение аллювия в первую очередь выражается через размеры слагающих его обломочных зерен и степени их окатанности, которые зависят от скорости отложившего их течения и могут быть весьма разнообразными. В аллювиальных осадках равнинных рек Кулунды и Барабы накапливаются преимущественно пески, супеси, суглинки, глины, илы. Аллювий пересекается и внедряется в другие генетические типы отложений. Многими исследователями четвертичных отложений выделяются в основном комплексные озерно-аллювиальные отложения.

Минеральный состав аллювия отличается повышенным содержанием кварца 50-70 % и более. Обломочные зерна характеризуются хорошей отсортированностью и большей частью значительной окатанностью. Глинистый материал представлен большей частью чешуйками гидрослюды с незначительной примесью хлорита и тонких мелкоалевритовых (пылеватых) обломочных частиц. Роль хемогенных минералов существенно увеличена до 20 и более процентов и зависит от высоты местности: на возвышенных участках рельефа содержание их в породах меньше, а в пониженных – больше. При этом в первом случае преобладают карбонаты, а во втором – сульфаты, а в осадках озер, занимающих самую низкую гипсометрическую отметку встречаются хлориды. Наибольшим засолением поверхностных отложений отличается Кулундинская низменная равнина, где и выделена такая закономерность [3].

Физико-механические параметры аллювиальных отложений тоже имеют свои отличительные особенности. В пределах Кулунды пористость пород покровных отложений снижается до среднего значения 35 % и меньше, а просадочные свойства пород очень слабые или отсутствуют. Развитая на этих осадках почва солонцеватая и осолодевшая, маломощная 0,15-0,25 м.

Озерные (современные и древние) отложения, распространенные в пределах Кулундинской и Барабинской низменных равнин, по составу обломочного костяка породы не отличаются от прибрежных и служащих ложем озер отложений, за исключением того, что в этих озерных осадках увеличено

значение хемотропных компонентов – карбонатов, сульфатов и в меньшей степени хлоридов. Здесь еще четче проявляется закономерность, показывающая, что локальное распределение поверхностных и грунтовых вод по степени минерализации и химическому составу зависит от гипсометрического уровня их залегания. Как видно на гипсометрических профилях, построенных по гидрохимической карте поверхностных вод Кулунды [1,3], при всех равных условиях с понижением гипсометрических уровней точек опробования состав вод последовательно изменяется от карбонатных к сульфатным, сульфатно-хлоридным и хлоридным, т.е. увеличивается степень метаморфизованности вод. В этом же направлении происходит увеличение степени их минерализации: чем ниже точка опробования, тем концентрация солей в воде больше. Образуются гидрохимические ступени, каждая из которых занимает определенные интервалы высот местности и характеризуется своим составом. При наличии полного гидрохимического профиля самая верхняя ступень будет карбонатной, ниже которой последовательно замещает друг друга сульфатная и хлоридная. Профили бывают по ряду геологических причин неполные. Границы гидрохимической зональности проводятся по изогипсам, проходящим между точками опробования с разными типами вод.

Как отражение установленной закономерности в региональном плане степень минерализации и метаморфизованности поверхностных и грунтовых вод Кулундинской степи увеличивается по направлению главного потока, соответствующего в основном общему уклону местности в сторону центра Западно-Сибирской равнины.

Из полного описания геоэкологической обстановки, созданной четвертичными покровными отложениями, видно, что выделенные и всесторонне охарактеризованные генетические типы отложений являются определенными природными системами со своими отличительными минералогическими, геохимическими, почвенными, физико-механическими особенностями и экологическими функциями, а также приуроченностью к определенным структурно-геоморфологическим элементам рассматриваемой территории и имеющие четкие границы распространения, являются как раз теми геоэкологическими единицами, которые составляют объекты разграничения. Эти перечисленные признаки и есть критерии геоэкологического районирования, картирования, могут быть использованными для определения экологического потенциала природной среды и геоэкологической паспортизации объектов исследований и служить источником данных геоинформационных систем для их мониторинга.

Разделительные линии между геоэкологическими районами проходят через зону сопряженного перехода между разными экосистемами. Исходя из характеристики критериев природных экосистем следует, что для геоэкологического районирования и картирования могут найти применение в качестве дополнительного и подсобного материала соответствующие по масштабу почвенные, литофациальные, геоморфологические и другие карты,

которые не только значительно облегчают составление геоэкологических карт, но и существенно уточняют их содержание.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ван А.В. Литология и факторы просадочности лессовых пород Верхнего Приобья. –Барнаул:АГТУ, 2002.-111 с.
2. Ван А.В. Генетические факторы просадочности лессовых пород // Известия ВУЗов. Серия строительство и архитектура.-2002. № 9.- С.136-140.
3. Ван А.В. Гидрохимический мониторинг поверхностных вод // Труды Межд. Научной конференции “Мониторинг геологических, литотехнических и эколого-геологических систем.” -М.: МГУ, 2007.- С.69-70.

© А. В. Ван, 2012