

Зависимость концентраций в модели AERMOD от ошибок в классификации поверхности: расширение набора ошибок.

Балтер Д.Б., Стальная М.В., Егоров В.В.

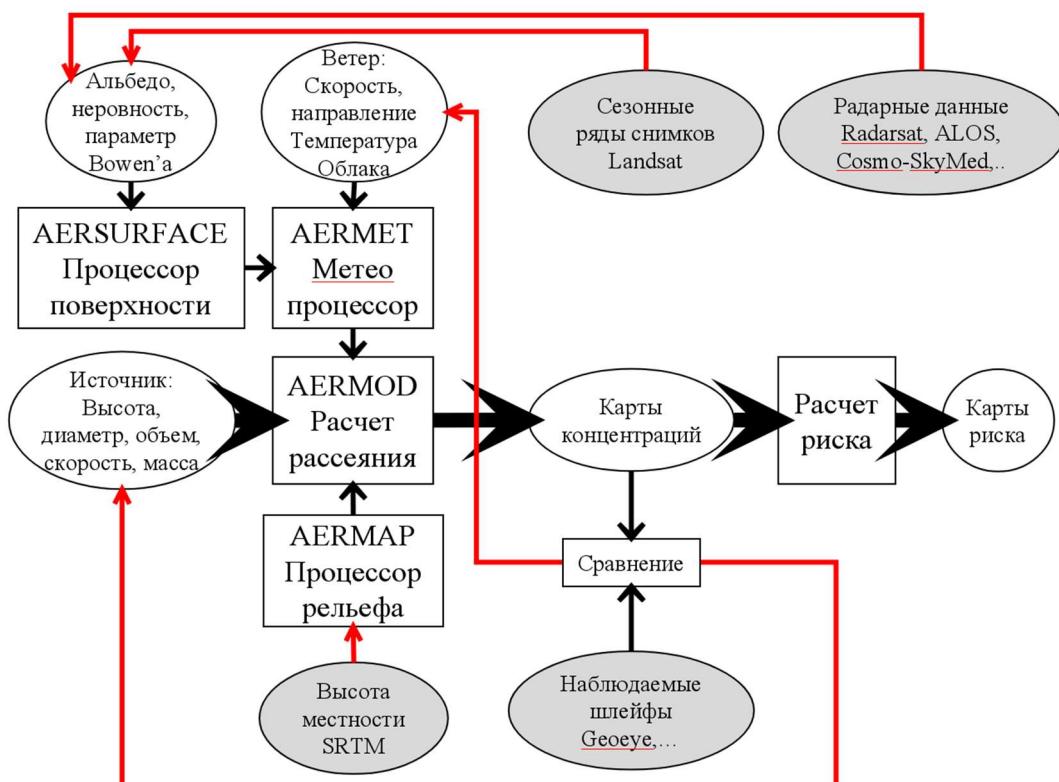
В наших работах по оценке риска для здоровья населению от ингаляционного воздействия индустриального загрязнения воздуха, основным этапом является моделирование рассеяния и расчет концентраций по заданной расчетной сетке точек с помощью модели AERMOD.

Для работы этой модели необходимо ей предоставить набор разнообразных данных, таких как:

- Метеорология за период (год): скорость и направление ветра, температура, облачность;
- Данные метеорологического радиозонда за период;
- Данные о высотах местности;
- Данные о подстилающей поверхности: альбедо, связанный с влажностью коэффициент Боуэна, средняя мелкомасштабная неровность, определяющая механическую компоненту атмосферной турбулентности;
- Данные об источниках: высота, диаметр, температура выброса, объем выброса, скорость выброса, масса выброса.

Эти данные обрабатываются специализированными процессорами для формирования основного входного пакета данных AERMOD: AERSURFACE, AERMET и AERMAP. Мы рассмотрим данные о подстилающей поверхности или микрорельефа.

Логика расчета риска



Эти данные о характеристиках местности, в сущности, представляют собой компоненту метеоданных, т.к. используются единственно процессором AERMET.

AERMOD требует информации о характеристиках поверхности Земли: альбедо и связанном с влажностью параметре Bowen'a, которые влияют на тепловой режим атмосферы над местностью, а также средней мелкомасштабной неровности поверхности, которая определяет механическую компоненту атмосферной турбулентности. Все эти параметры определяются для территории расчетной сетки и ее окружения. В простейшем случае можно взять стандартные справочные значения этих параметров, допустим, для плотно застроенной городской территории, в виде одного числа для всей территории, не зависящего от сезона. При более тщательном подходе можно учесть стандартную справочную информацию о сезонной зависимости этих параметров. Однако наиболее тщательный, рекомендуемый EPA подход требует задания специальной дополнительной географической информации для определения этих параметров. Эта информация представляет собой географически привязанную карту категорий типов земной поверхности: лес, вода, плотная застройка и т.п. Каждая такая т. н. категория землепользования (всего их 21) кодируется целым числом по заранее заданной схеме из классификатора USGS NLCD92. Специальный предварительный процессор AERSURFACE определяет по этой карте искомые характеристики поверхности в разбивке по сезонам и по секторам вокруг метеостанции. Это делается на основе стандартных справочных значений этих параметров для каждой категории с применением определенного правила взвешивания по площади, занятой каждой категорией, и ее расстоянию до метеостанции.

Характеристики микрорельефа определяются только в зависимости от азимута относительно метеостанции, и далее их азимутальная зависимость учитывается соответственно направлению ветра на каждый момент расчета. Таким образом, в каждый момент времени (т.е. при фиксированном направлении ветра) вся территория для целей расчета рассеяния рассматривается как имеющая единый микрорельеф.

Таблица 1 Классификация типов землепользования по USGS NLCD92. Некоторые классы – в зависимости от того, в окрестности а/п или нет и в зависимости от климата (сухой/влажный)

№	Тип	Описание
11	Вода	25% или более открытой водной поверхности
12	Вечный снег и лед	
21	Неплотное жилье	20-70% растительности, отдельные небольшие дома
22	Плотное жилье	Менее 20% растительности, многоквартирные дома, кварталы
23	Коммерция / Промышленность / Транспорт (с а/п или без)	Все освоенные территории с малым % растительности, не классифицированные как плотное жилье
31	Скалы/песок/глина (сухой/влажный)	Минеральная поверхность, почти без растительности
32	Карьер/щебень	Горные разработки открытым способом
33	Переходный	Менее 25% растительности, переход от одной категории к другой
41	Лиственный лес	Более 75% сезонно сбрасывают листву
42	Вечнозеленый лес	Более 75% постоянно покрыты листвой
43	Смешанный лес	Менее 75% лиственных и вечнозеленых пород
51	Кустарник (сухой/влажный)	Менее 25% деревьев, доминирует кустарник над травой
61	Огород/виноградник и т.д.	
71	Луг/травяной покров	Разнотравье, менее 25% деревьев, спорадический выпас
81	Пастбище/сенокос	Постоянное пастбище или посев технических культур
82	Посевы (рядовая структура)	Соя, табак, хлопок, овощи, кукуруза и т.п.
83	Хлебные злаки	Пшеница, ячмень, овес, рис и т.п.
84	Пар/целина	Обработанная, но не засеянная
85	Городские лужайки/ зоны отдыха	Парки, лужайки, промышленные и экологические защитные зоны

91	Лесистые болота				Более 25% деревьев и кустарников, периодическое подтопление							
92	Травянистые болота				Более 75% травы, периодическое подтопление							

Таблица 2 Параметры классов землепользования в зависимости от сезона.

Класс	Неровность, м						Отношение Bowen'a						Альбедо					
	Лето	Осень до жатвы	Поздняя осень	Зима	Весна	Лето	Осень до жатвы	Поздняя осень	Зима	Весна	Лето	Осень до жатвы	Поздняя осень	Зима	Весна			
11	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	
12	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.7	0.7	0.6	0.7	0.7	
21	0.54	0.54	0.50	0.50	0.52	0.8	1	1	0.5	0.8	0.16	0.16	0.18	0.45	0.16			
22	1	1	1	1	1	1.5	1.5	1.5	0.5	1.5	0.18	0.18	0.18	0.35	0.18			
23 а/п	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	1.5	1.5	1.5	0.5	1.5	0.18	0.18	0.18	0.35	0.18			
23 не а/п	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	1.5	1.5	1.5	0.5	1.5	0.18	0.18	0.18	0.35	0.18			
31 сух	0.05	0.05	0.05	-	0.05	4	6	6	-	3	0.2	0.2	0.2	-	0.2			
31 влаж	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	1.5	1.5	1.5	0.5	1.5	0.2	0.2	0.2	0.6	0.2			
32	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	1.5	1.5	1.5	0.5	1.5	0.2	0.2	0.2	0.6	0.2			
33	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	1	1	1	0.5	1	0.18	0.18	0.18	0.45	0.18			
41	1.3	1.3	0.6	0.5	1	0.3	1	1	0.5	0.7	0.16	0.16	0.17	0.5	0.16			
42	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	0.3	0.8	0.8	0.5	0.7	0.12	0.12	0.12	0.35	0.12			
43	1.3	1.3	0.95	0.9	1.15	0.3	0.9	0.9	0.5	0.7	0.14	0.14	0.14	0.42	0.14			
51 сух	0.15	0.15	0.15	-	0.15	4	6	6	-	3	0.25	0.25	0.25	-	0.25			
51 влаж	0.3	0.3	0.3	0.15	0.3	1	1.5	1.5	0.5	1	0.18	0.18	0.18	0.5	0.18			
61	0.3	0.3	0.1	0.05	0.2	0.5	0.7	0.7	0.5	0.3	0.18	0.18	0.18	0.5	0.14			
71	0.1	0.1	0.01	0.005	0.05	0.8	1	1	0.5	0.4	0.18	0.18	0.2	0.6	0.18			
81	0.15	0.15	0.02	0.01	0.03	0.5	0.7	0.7	0.5	0.3	0.2	0.2	0.18	0.6	0.14			
82	0.2	0.2	0.02	0.01	0.03	0.5	0.7	0.7	0.5	0.3	0.2	0.2	0.18	0.6	0.14			
83	0.15	0.15	0.02	0.01	0.03	0.5	0.7	0.7	0.5	0.3	0.2	0.2	0.18	0.6	0.14			
84	0.05	0.05	0.02	0.01	0.02	0.5	0.7	0.7	0.5	0.3	0.18	0.18	0.18	0.6	0.18			
85	0.02	0.015	0.01	0.005	0.015	0.5	0.7	0.7	0.5	0.3	0.15	0.15	0.18	0.6	0.15			
91	0.7	0.7	0.6	0.5	0.7	0.2	0.2	0.3	0.5	0.2	0.14	0.14	0.14	0.3	0.14			
92	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.5	0.1	0.14	0.14	0.14	0.3	0.14			

Пропорция разных категорий (а значит, и итоговые параметры земной поверхности) зависит от того, какой радиус вокруг метеостанции берется для расчета. Стандартное значение радиуса для альбедо и параметра Bowen'a - 5 км, а для неровности рекомендации EPA предусматривают значения радиуса от 1 до 3 км. В работах мы обычно выбираем радиус 2км.

Рекомендуемое AERSURFACE пространственное разрешение карт классов 30м.

Альбедо и параметру Bowen'a присваивается среднее значение по всей пространственной области размером 10x10 км, окружающей центр расчетной зоны, а для неровности поверхности учитывается также пространственная изменчивость в виде зависимости от направления на центр расчетной зоны. Эта зависимость задается по секторам, которые имеют ширину по 30°, начиная с направления на север, по часовой стрелке. При генерации метеопараметров процессором эта зависимость учитывается при определении параметров рассеяния выбросов соответственно направлению ветра. Наиболее важный из 3 параметров – неровность.

Важно отметить, что хотя для препроцессора AERSURFACE нужно задавать карту 10x10км, расчетная зона для работы основного блока AERMOD по расчету концентраций почти всегда меньше.

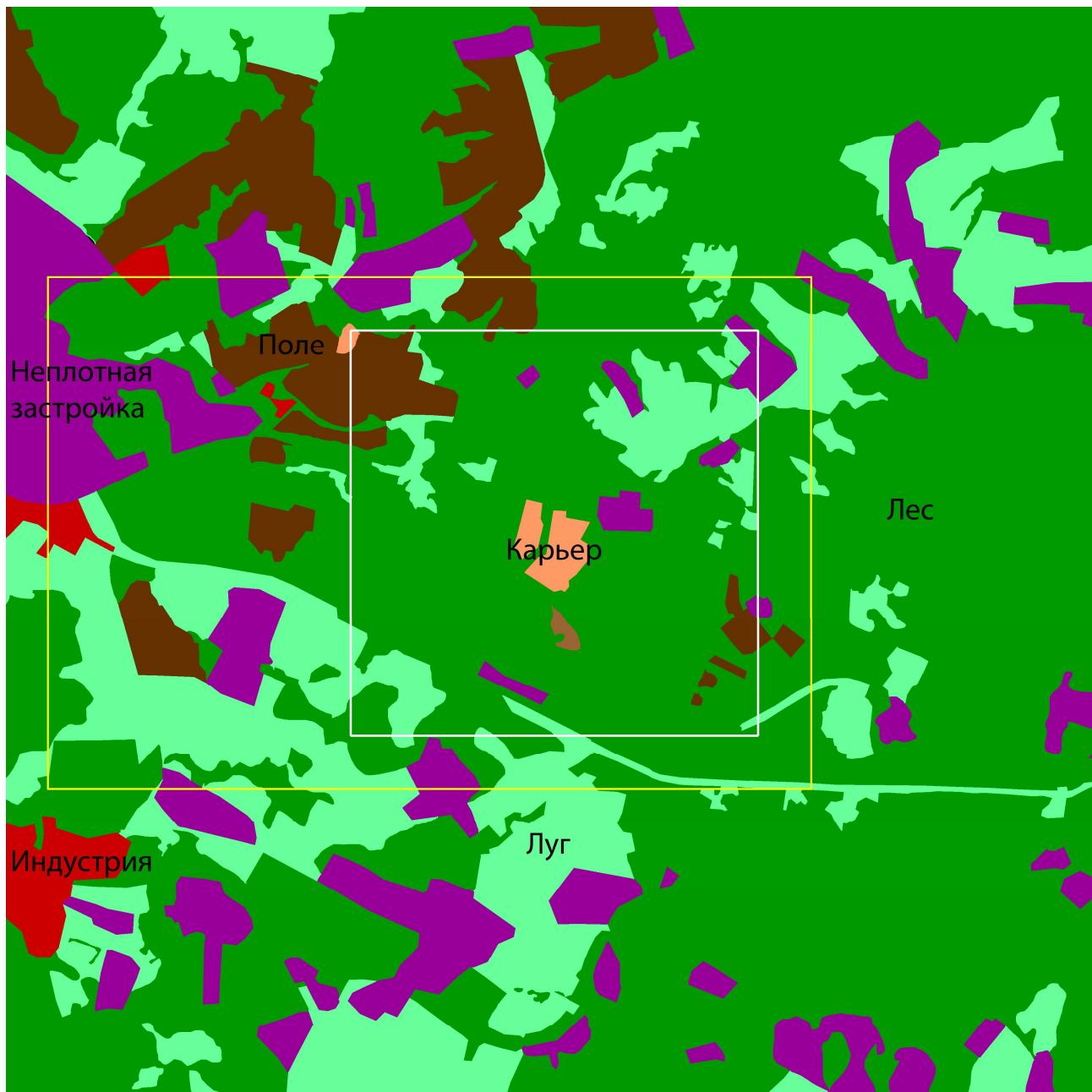


Рисунок 1 Пример карты категорий для определения параметров поверхности. 10Х10км. Неровность определяется в белом квадрате со стороной 4км.

В работах по оценке риска, мы вручную строим эти карты классов на основе космических снимков со спутника Landsat, а также космических фотоснимков высокого разрешения. Однако, в ряде работ при проведении этой классификации довольно легко спутать некоторые классы.

Данная работа продолжает работы по оценке степени влияния некоторых ошибок в классификации поверхности на конечные максимальные разовые концентрации на основе данных реального предприятия.

В данном исследовании в качестве моделируемых ошибок были выбраны подмены для следующих классов:

- Плотное жилье,
- Неплотное жилье,
- Коммерция/промышленность/транспорт

Помимо этого, вместо реальной карты классов использовалась схема с тремя регионами-окружностями. Это сделано, чтобы результаты не зависели от направления ветра.

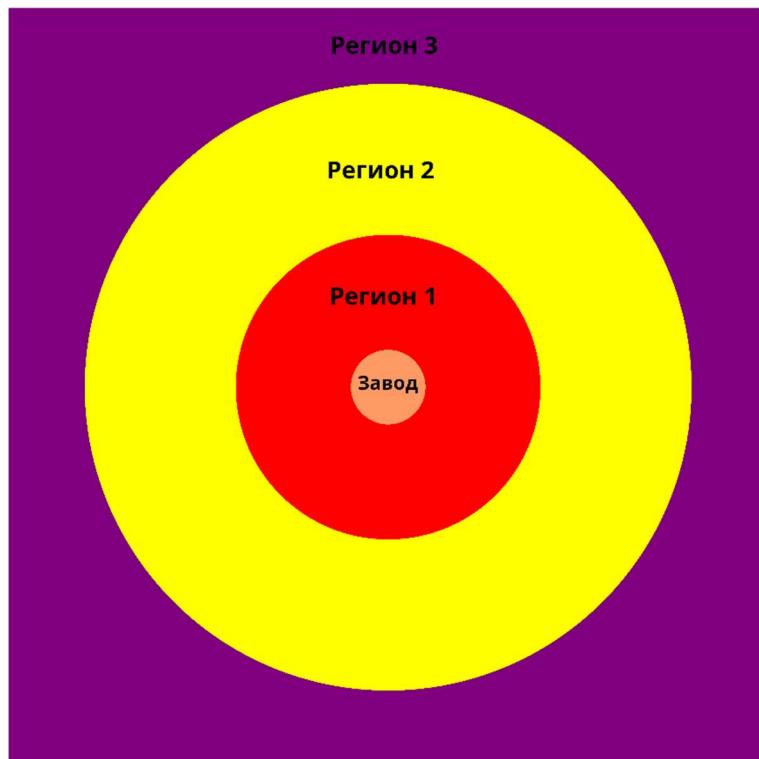


Рисунок 2 Используемая схема регионов для классификации.

Концепция исследования заключалась том, что поочередно для каждого региона, кроме завода, выбирался поочередно референтный класс поверхности, генерировались все варианты карты классов с зафиксированным референтным и генерировались две «ошибочные» карты классов, с которыми потом производилось сравнение, где референтному региону присвоен другой класс.

Все получилось 162 пары для сравнения.

Расчеты производились для максимальных разовых концентраций одного загрязнителя — NO₂.

Выводы: Больше всего увеличивает расчетные концентрации ошибочная замена неплотной застройки на плотную застройку: концентрации в регионе с ошибочной классификацией увеличиваются в 1.2-2 раза.