Региональная научно-практическая конференция
«ЧЕРНОБЫЛЬ 1986 – 35 лет спустя»
26 апреля 2021 г.

Мобильные системы контроля радиоактивного загрязнения местности

Забродский Вячеслав Николаевич, к.х.н.

Заведующий лабораторией спектрометрии и радиохимии

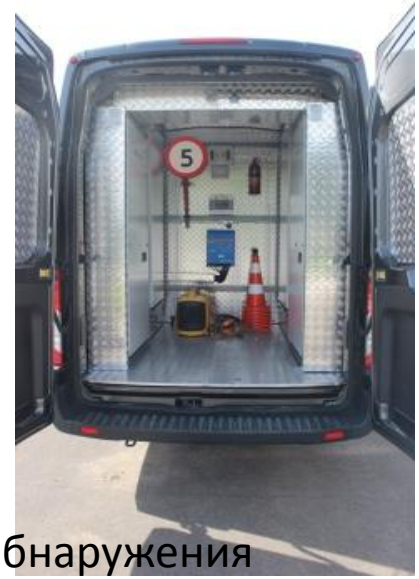
Полесского государственного радиационно-экологического заповедника vzabrotski@tut.by

Мобильные системы контроля

Аварии на АЭС в Чернобыле и Фукусиме продемонстрировали актуальность оценки радиоактивного загрязнения местности вследствие ядерных инцидентов в максимально сжатые сроки.

С этой целью в последние годы широко используются как наземные, так и надземные мобильные системы, позволяющие оценить радиационную обстановку на обследуемой территории непосредственно в полевых условиях (*in situ*). Это позволяет сэкономить время и материальные затраты, необходимые на отбор проб, их транспортировку и последующий анализ в лабораторных условиях

Мобильная радиологическая лаборатория РМ6000 (ООО «Полимастер»)



Мобильная система обнаружения РМ6100 (ООО «Полимастер»)

КОМПЛЕКС РАДИАЦИОННОГО СКАНИРОВАНИЯ МОБИЛЬНЫЙ МКС-АТ6103 (АТОМТЕХ)

Наземные системы детектирования :

- автомобиль с двумя $LaBr_3$ детекторами на крыше;
- микроавтобус с дозиметром и NaI(Tl) спектрометром.
- оборудование в рюкзаке KURAMA-II (сцинтилляционный детектор CsI(Tl)) для пешеходных маршрутов

(a)

(b)

(c)

Беспилотные наземные транспортные средства (UGV):
(a) UGV на колесах с манипулятором
(b) UGV на колесах с четырьмя гусеницами
(c) гусеничный UGV

(a)

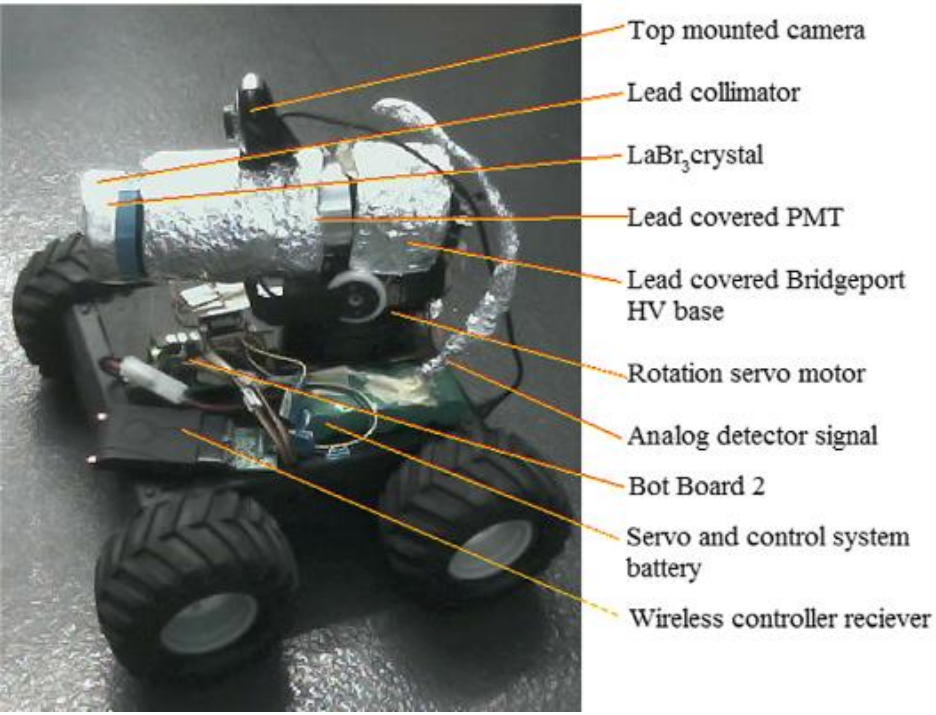
(b)

(c)

(d)

Роботы подобные живым организмам:
(a) Anymal C from ANYbotics
(b) DLR (CC BY 3.0) «ползающий» робот
(c) Гексапод MKIII
(d) змееподобный робот

Ручной детектор на основе кристалла NaI(Tl)



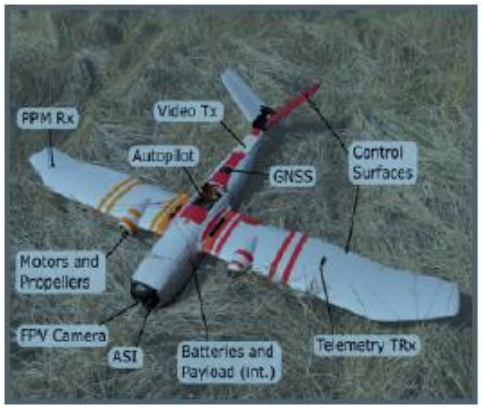
Детектор на основе кристалла LaBr3 со свинцовым коллиматором, смонтированным на мобильном роботе

(a)

(b)

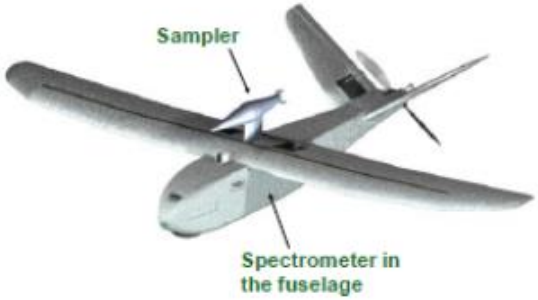
Гибридные беспилотные воздушные аппараты (UAV):

(a) Гибридный UAV с вертикальным взлетом и посадкой с фиксированным крылом
(b) Гибрид самолета и дирижабля



(a)

(b)



(c)

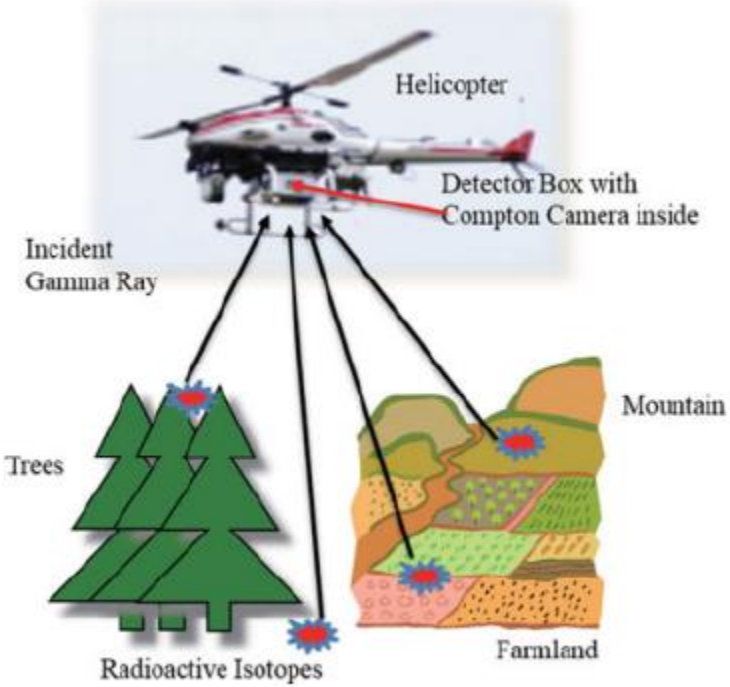
Системы детектирования, смонтированные на беспилотных летательных аппаратах (UAV):
(a) UAV с двумя сцинтилляционными детекторами SIGMA-50 CsI(Tl)
(b) UAV с системами детектирования GM, NaI(Tl) и CZT
(c) UAV Patria MASS Mini с детектором CsI (в фюзеляже) и пробоотборником радиоактивных частиц (наверху)

(a)

(b)

(c)

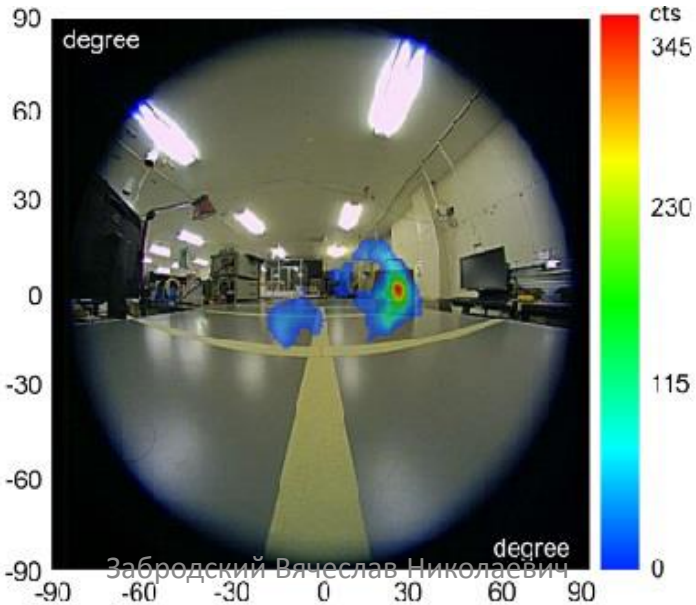
Детектора, смонтированные на беспилотных воздушных аппаратах (UAV):
(a) Многовинтовой UAV с детектором CZT и лидáром
(b) Многовинтовой UAV с детектором SIGMA-50 CsI(Tl) и лазерным дальномером
(c) Многовинтовой UAV с двумя детекторами на основе германата висмута



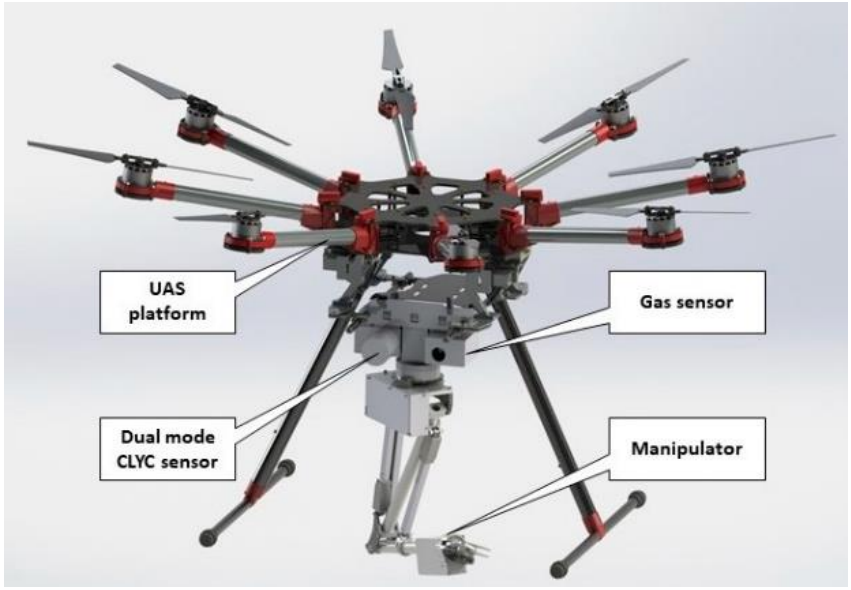
(a)

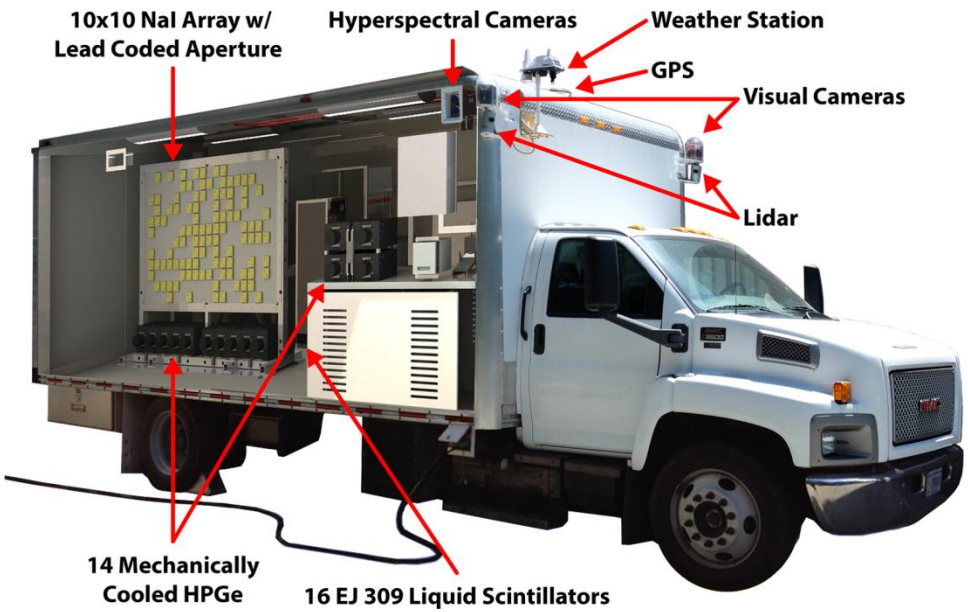
(b)

Использование **комптон-камер**, смонтированных на беспилотных летательных аппаратах (UAV):
(a) UAV с двумя сцинтилляционными детекторами SIGMA-50 CsI(Tl);
(b) UAV с системами детектирования GM, NaI(Tl) и CZT



Переносная комптон-камера на основе сцинтилляционных кристаллов Ce:GAGG (слева) и реконструированный образ источника ^{137}Cs (справа).





Системы детектирования гамма- и нейтронного излучения :

(a) Многовинтовой беспилотный воздушный аппарат с двухрежимным Cs2LiYCl6:Ce3+ сенсором и манипулятором.

(b) Радиологическая многосенсорная аналитическая система (RadMap), смонтированная на грузовике, и включающая NaI –детекторы за свинцовой защитой, а также детекторы из высокочистого германия и жидкостно-сцинтилляционные детекторы EJ-309

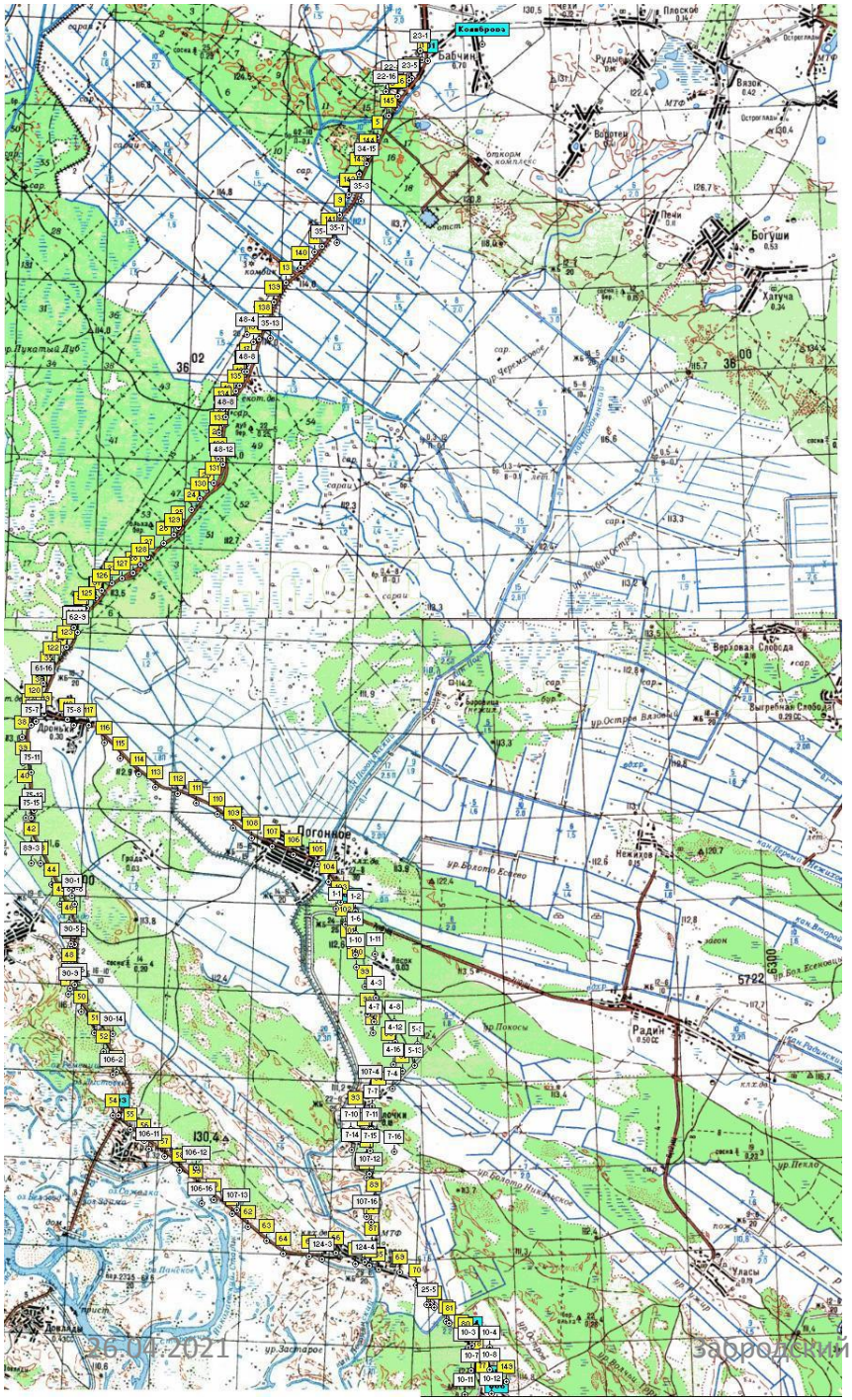
«Мобильные измерения: полевые упражнения по картам выпадений в белорусской зоне отчуждения» 2014 г.

Цель проекта: тренировка персонала и тестирование оборудование с целью оценки масштабов радиоактивного загрязнения местности

Участники проекта:

1. Исландское агентство по радиационной защите.
2. Шведское агентство по радиационной защите.
3. Университет LUND (медицинская радиационная физика факультета медицинских наук) и Шведское агентство по радиационной защите.
4. Норвежское агентство по радиационной защите.
5. Датское агентство по управлению чрезвычайными ситуациями.

Используемые счетчики гамма-излучения - от компактного LaBr-детектора размером 1,5 × 1,5 дюйма до 4 л NaI-детектора,



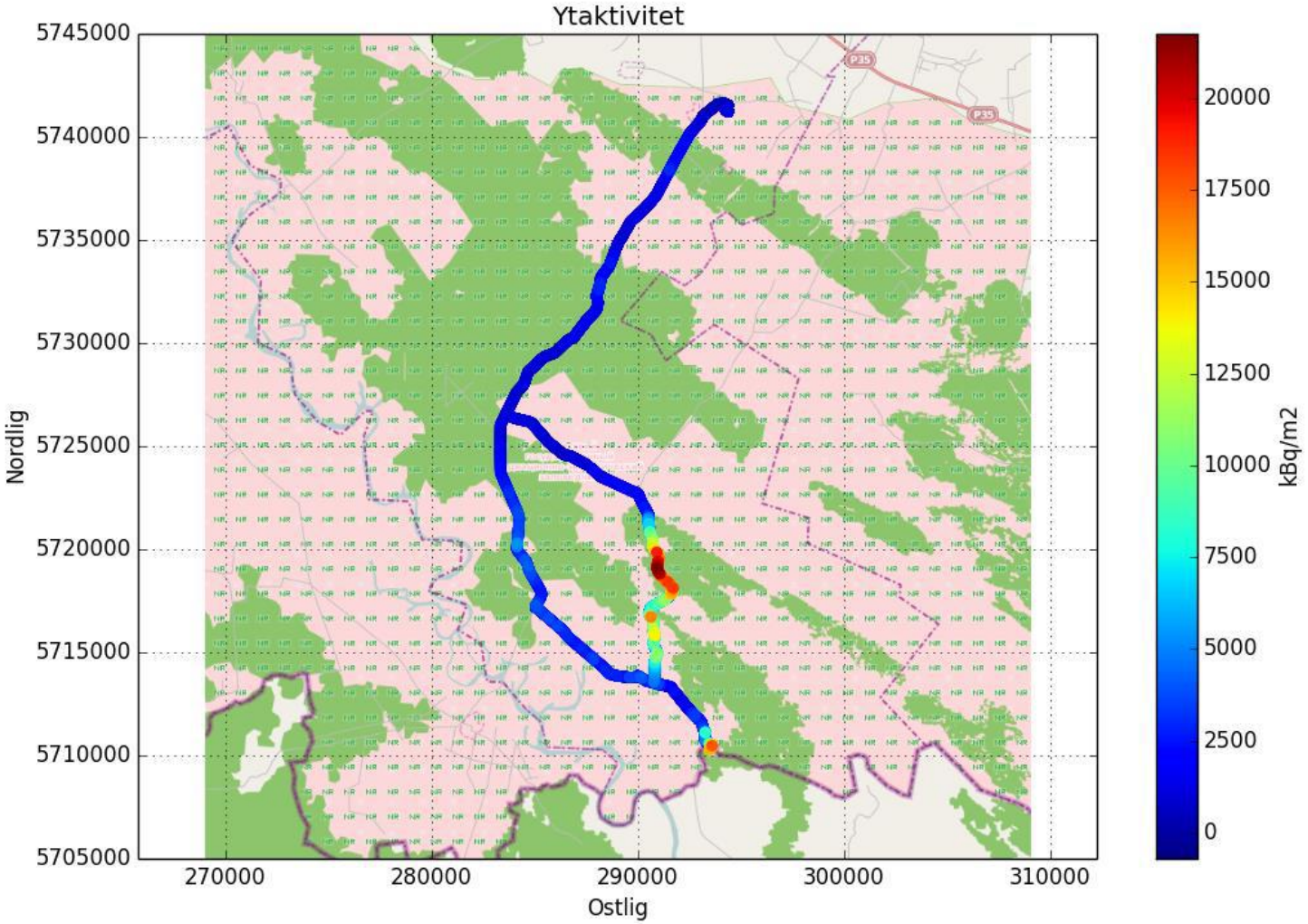
Протяженность маршрута более 80 км

Желтым цветом выделены точки, в которых сотрудниками ПГРЭЗ производились измерения МД.

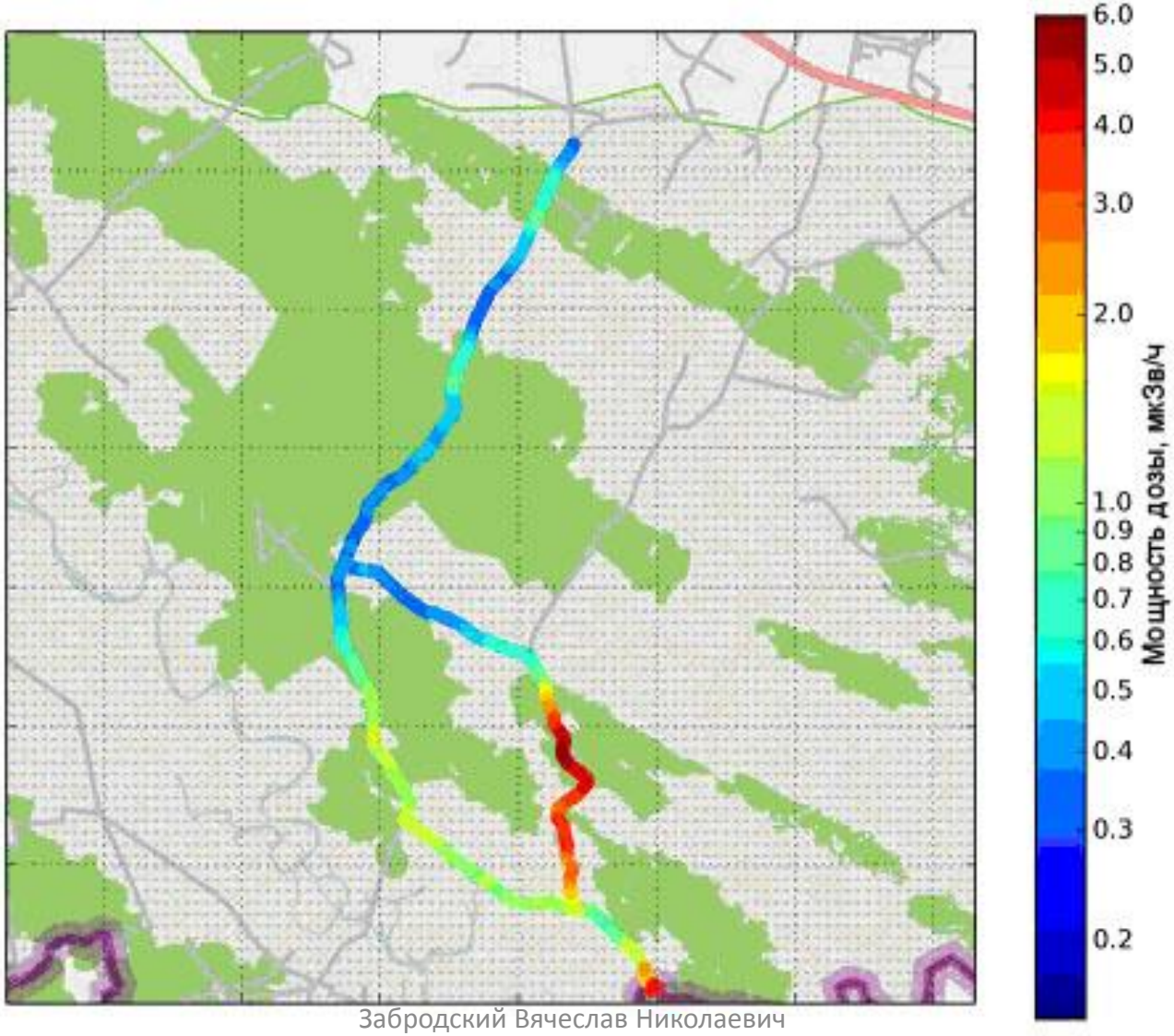
Белый цвет – точки, в которых производился отбор почвы и последующий ее спектрометрический анализ для определения плотности загрязнения территории ^{137}Cs.

Размещение оборудования в автомашине, на калибровочной площадке, разнообразие типов дорожного покрытия на маршруте

Для оценки **плотности загрязнения территории ^{137}Cs** использовался калибровочный фактор ((21,5 имп/с)/(Бк/м^2)), полученный путем проведения измерений на калибровочной площадке. Применение этого калибровочного фактора к регистрируемой на маршруте скорости счета, позволило оценить плотность загрязнения территории



Изменение мощности дозы гамма-излучения (мк^{3}в/ч) вдоль маршрута согласно данным, полученным 1-й шведской группой



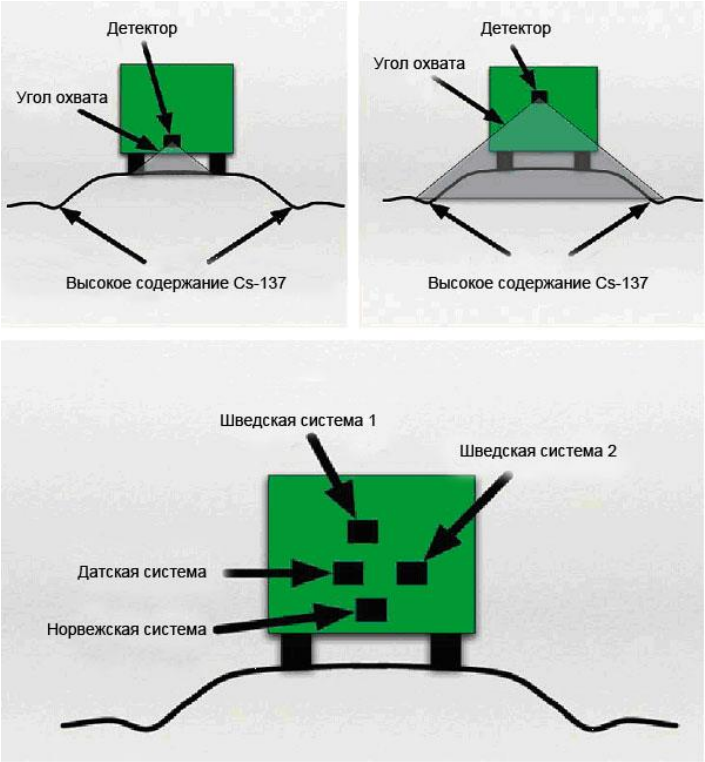
Выводы

- Установлено, что результаты измерения мощности дозы, полученные с помощью различных дозиметров, совпадают между собой и характеризуют интегральную радиационную обстановку, обусловленную содержанием ^{137}Cs в биогеоценозах в целом, а не только в почве. Наиболее ярко это выражено при пересечении лесных массивов.

- Полученные данные по отношению «пик/рассеяние» вдоль всего маршрута свидетельствуют об отличиях вертикальных профилей распределения ^{137}Cs вдоль маршрута от такового на калибровочной площадке. Данное обстоятельство может понизить точность оценки плотности загрязнения.

- Показана зависимость получаемого результата от месторасположения детектора в автомобиле, т.е. от зоны обзора детектора (см. рисунок).

Зависимость угла охвата детектора от его размещения внутри салона автомобиля



Источники информации

- Luís Marques, Alberto Vale , Pedro Vaz. State-of-the-Art Mobile Radiation Detection Systems for Different Scenarios. Sensors 2021, 21, 1051. https://doi.org/10.3390/s21041051 https://www.mdpi.com/journal/sensors
- M. Dowdall, J. K. Behring, Yu. Bondar, et.al. Mobile Measurement: Field Exercise in Fallout Mapping in the Belarusian Exclusion Zone (MOBELRAD). Nordic Nuclear Safety Research NKS-320. 03 Dec 2014. http://www.nks.org/en/nks_reports/view_document.htm?id=111010212617378
- Бондарь Ю.И., Забродский В.Н., Марченко Ю.Д., Кудин М.В. и др. Мобильные измерения: полевые упражнения по картам выпадений в белорусской зоне отчуждения. Отчет о НИР ПГРЭЗ № госрег. 20150124, Хойники, 2014 г. -62 с.