Радон на территории перспективной застройки микрорайона «Северный» в г. Минусинске

Е.В. Собянина, В.В. Коваленко, Ю.М. Мальцев, В.А. Чечеткин
ФГУП «Государственный научно-исследовательский и производственный центр "ПРИРОДА"»Красноярский филиал
ООО «ГЕОЛА»

Микрорайон (м/р) «Северный» расположен на северной окраине г. Минусинска (рис. 1). В конце 80-х годов прошлого столетия его территория площадью 110 га была отведена под индивидуальное жилищное строительство.

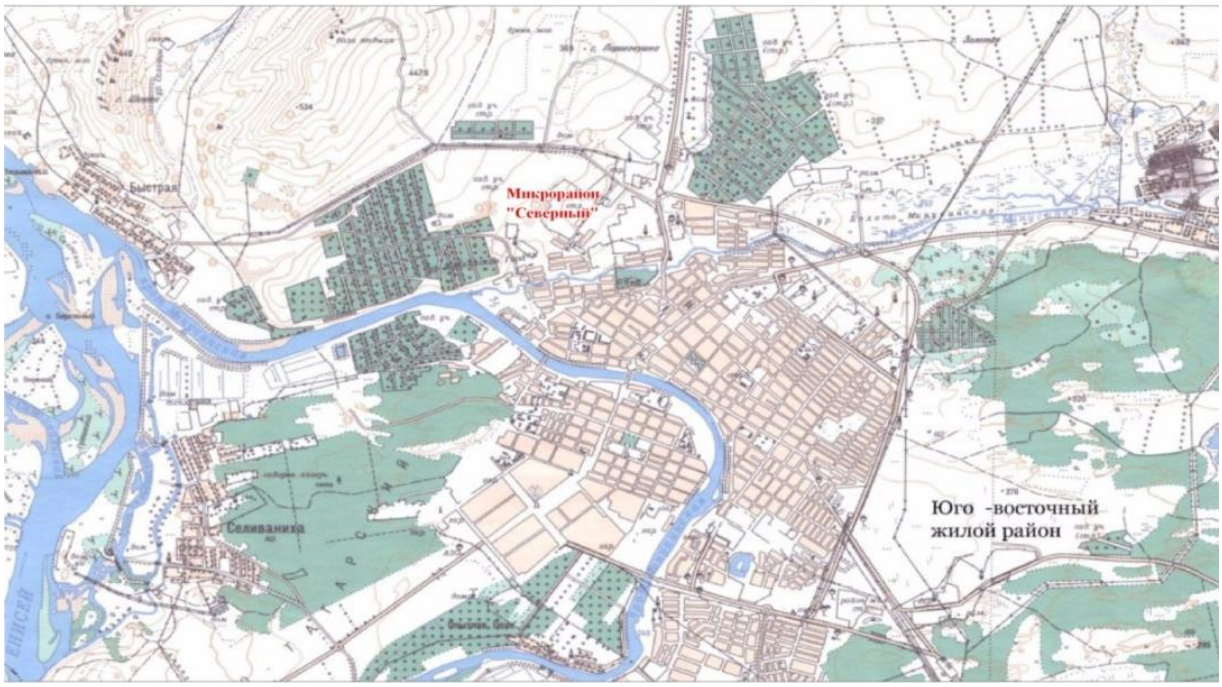

Рисунок 1 – Местоположение микрорайона «Северный»в г. Минусинске

В 1990 г. Минусинская геологоразведочная экспедиция (МГРЭ) выполнила радиоэкологическое обследование земельного отвода, в результате которого на территории м/р были обнаружены три сближенных залежи скальных горных пород с аномальной радиоактивностью, получившие название Северная, Центральная и Южная (рис. 2). Залежи локализуются в горизонте темных зеленовато-лиловых алевропесчаников в виде разобщённых желтовато-оранжевых линз. Аномальные участки были детально изучены и оконтурены с поверхности горными выработками искважинами на глубину до 10 – 16 м. Установлено, что содержание урана в отдельных пробах достигает 0,015 % (среднее по трем залежам – 0,004 %), а удельная активность (УА) ^{226}Ra– 1,65×10^{4} Бк/кг (среднее по трем залежам – 500 Бк/кг). Суммарная площадь пород с повышенной радиоактивностью, выходящих на дневную поверхность определена равной 3 900 м^{2} при максимальной мощностипород до 3,3 м на участке Северной залежи. Выходы радиоактивных пород сопровождаются высокими значениями мощности дозы (МД) внешнего гамма-излучения – до 1,4 мкЗв/ч (в одной локальной точке – до 16,0 мкЗв/ч) и объёмной активности (ОА) радона в почвенном воздухе – до 125 кБк/м^{3}.

В связи с тем, что вначале 90-х годов отсутствовали гигиенические нормативы, ограничивающие допустимые значения показателей радиационной безопасности на земельных участках, предназначенных для жилищного строительства, специалисты МГРЭ ограничились рекомендациями о необходимости удаления пород, обладающих повышенной радиоактивностью, собязательным радиационным контролемработ при экскавации грунта.

В 1992-93 гг. специалисты Центра госсанэпиднадзора Красноярского края и

Государственного Союзного проектного института (ГСПИ, г. Москва) выполнили радиационно-гигиеническое обследование всехтрёх аномальных участков. Участки были дополнительно изучены с поверхности и до глубины 10 м путём проходки 33 скважин. Было установлено, что УА ^{226}Ra в породах, слагающих аномальные участки, достигает $1{,}35\times10^4$ Бк/кг, а ОА радона в почвенном воздухе на аномальных участках превышает 10 кБк/м^3 и в максимуме достигает 50 кБк/м^3 и более. Такие участки согласно классификации радоноопасности, предложенной в 1992 г. Всесоюзным НИИ «Рудгеофизика» (г. Ленинград), относятся к условно опасным (10-50 кБк/м^3) и особо опасным (более 50 кБк/м^3). Кроме того, к этому времени главным государственным санитарным врачом РФбыл утверждён ивведён в действие документ «Ограничение облучения населения от природных источников ионизирующего излучения. Временные критерии для принятия решений и организации контроля» № 43-10/796.

С учётом этих документов главный государственный санитарный врач по Красноярскому краю 15 января 1993 г. постановил «…отказать в выдаче разрешения на застройку пос. «Северный» г. Минусинска до выполнения дополнительных инженерно-геологических изысканий с учётом радиационного фактора с последующим получением заключения органов госсанэпиднадзора на отвод земельного участка».

Несмотря на запрет, строительство продолжалось, и к настоящему времени значительная часть территории оказалась застроенной (рис. 2).

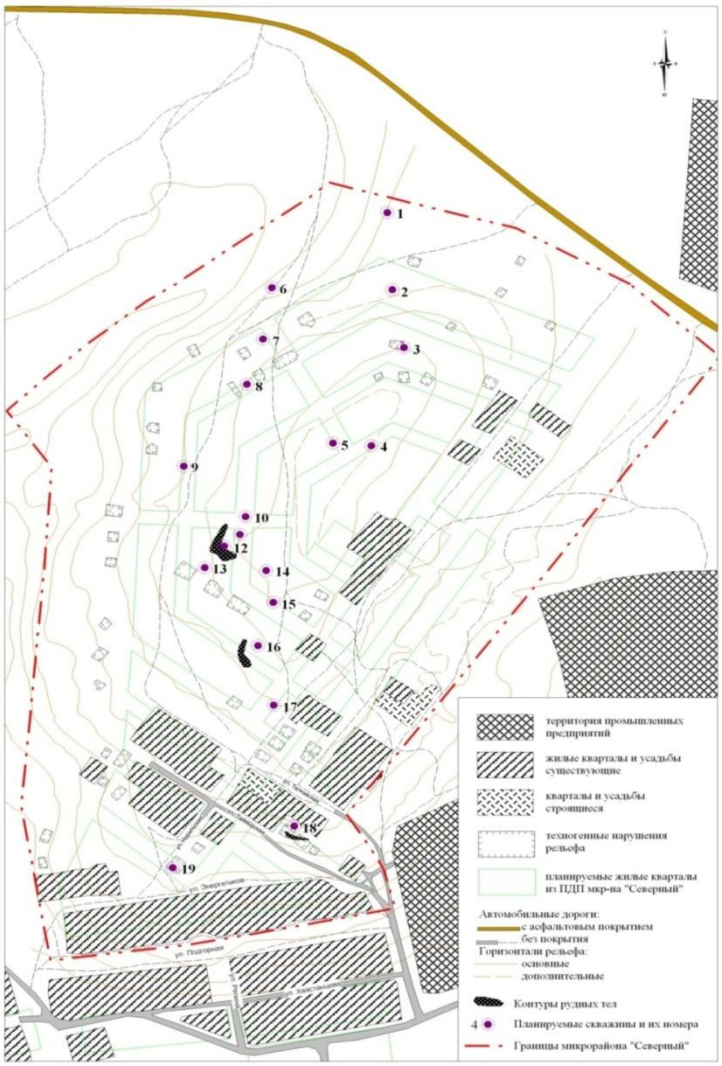

Рисунок 2 – Современная застройка, а также местоположения аномальных участков и скважин, пробуренных в 2010 г., на территории микрорайона «Северный»

Это, а также ввод в действие новых нормативно-законодательных документов [1, 2,3], в которых установлены показатели радиационной безопасности на земельных участках иих допустимые значения, а также определён порядок контроля и выдачи санитарно-гигиенических заключений о возможности жилищного строительства на их территориях, инициировали проведение инженерно-экологических изысканий на территории микрорайона.

Такие изыскания были выполненыв 2010 г. по контракту с Министерством природных ресурсов и лесного комплекса Красноярского края ООО «Сибстройизыскания» с участием Красноярского филиала ФГУП «Госцентр "Природа"»и специалистов ООО «Геола».

При изучении инженерно-экологической обстановки на территорииим/р «Северный» были выполнены следующие виды исследований: 1) рекогносцировочная маршрутная гамма-съёмка протяжённостью 120 км с измерениями гамма-фона в 1 183 точках, 2) измерения МД внешнего гамма-излучения в 1050 точках, в том числе в 342 точках, расположенных на рудных аномалиях, 3) измерения плотности потока радона (ППР) из почвы в 800 точках, 4) отбор 140 проб почво-грунтов, 5) проходка и гамма-каротаж 19 скважин с отбором 60 проб керна, 6) определение УА естественных радионуклидов (ЕРН) и техногенного ^{137}Cs в 140 пробах почво-грунтов и 60 пробах керна, 7) лабораторные исследования 60 проб керна с определением физических свойств пород.

Размещение точек измерения МД, ППР и отбора проб показано на рисунке 3, а мест проходки скважин на рисунке 2.

В результате рекогносцировочной гамма-съёмки установлено, что гамма-поле на территории м/р равномерное; участки с повышенными значениями гамма-фона приурочены только к рудным выходам на Северной и Центральной аномалиях. С учётом этого, измерения МД и ППР, а также отбор проб почво-грунтов для определения УА выполнены по регулярной сети.

Среднее значение МД на территории м/р равно 0,09 ± 0,01 мкЗв/ч[1)]. Практически все результаты измерения МД находятся в интервале от 0,04 до 0,13 мкЗв/ч. Всего 10 результатов (1 %) относятся к интервалу 0,14 – 0,30 мкЗв/ч. Эти значения меньше нормативного показателя, установленного для земельных участков, предпочтительных для жилищного строительства, равного 0,3 мкЗв/ч [2]. Только один результат равен 0,31 мкЗв/ч.

Средние результаты лабораторных исследований 200 проб почво-грунтов и подстилающих их коренных горных пород приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Средние значения УА^{137}Cs и ЕРН в почво-грунтахи подстилающих горных породах на территории м/р «Северный», Бк/кг

Радионуклид	Почво-грунты		Коренные породы	
	Средняя	Диапазон	Средняя	Диапазон
^{137}Cs	5,8 ± 0,3	1,2…19,5	Не обнаружен	–
^{40}K	392 ±6,9	203…524	693 ± 36	283…1046
^{226}Ra	15,4 ± 0,6*	5,7…33,1*	78,0 ± 12,4	14,2…493
^{232}Th	18,7 ± 0,5	6,0…51,9	32,9 ± 1,6	7,7…50,8

* – Без четырёх проб, отобранных из пород с урановой минерализацией

УА техногенного радионуклида ^{137}Csна территории микрорайонасоставляет в среднем 5,8 ± 0,3 Бк/кг, то есть не превышает удвоенного значения среднего краевого показателя, равного 9 Бк/кг. Это свидетельствует об отсутствии на территории м/р участков с аномальными уровнями загрязнения техногенными радионуклидами.

---

[1] Измерения МД выполнены с использованием дозиметра МКС-АТ 6130 без учёта собственного фона прибора. Это сделано для обеспечения сопоставимости результатов с нормативными показателями, приводимыми в СанПиН.

Таким образом, установлено, что по МД внешнего гамма-излучения и УА ^{137}Cs в почво-грунтах территория м/р «Северный» не имеет ограничений для строительства жилых домов и зданий общественного назначения. Однако результаты исследований, полученные в 1990 – 1993 гг., свидетельствуют о потенциальной радоноопасности территории. В этом случае, согласно требованиям МУ 2.6.1.2398-08 «Радиационный контроль и санитарно-эпидемиологическая оценка земельных участков под строительство жилых домов, зданий и сооружений общественного и производственного назначения в части обеспечения радиационной безопасности» [3], необходимо выполнить измерения ППР из почво-грунтов в контуре проектируемых зданий и в дальнейшем на отметке подошвы фундамента строящихся зданий.

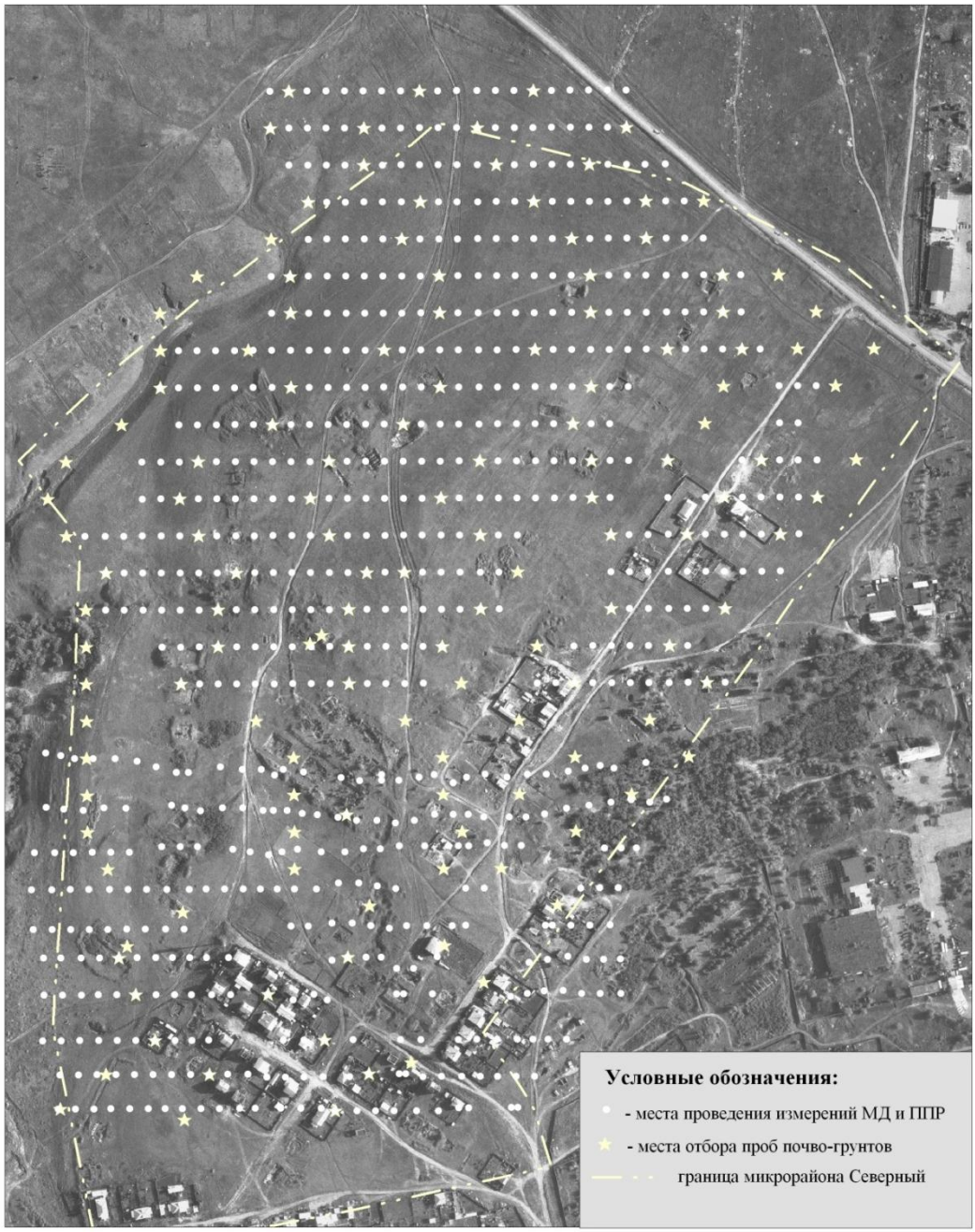

Рисунок 3 – Размещение точек измерения МД и ППРна территории м/р «Северный», а так же места отбора проб почво-грунтов

Статистическая обработка результатов измерения ППР, полученных на территории м/р, показана на рис.4 и 5.

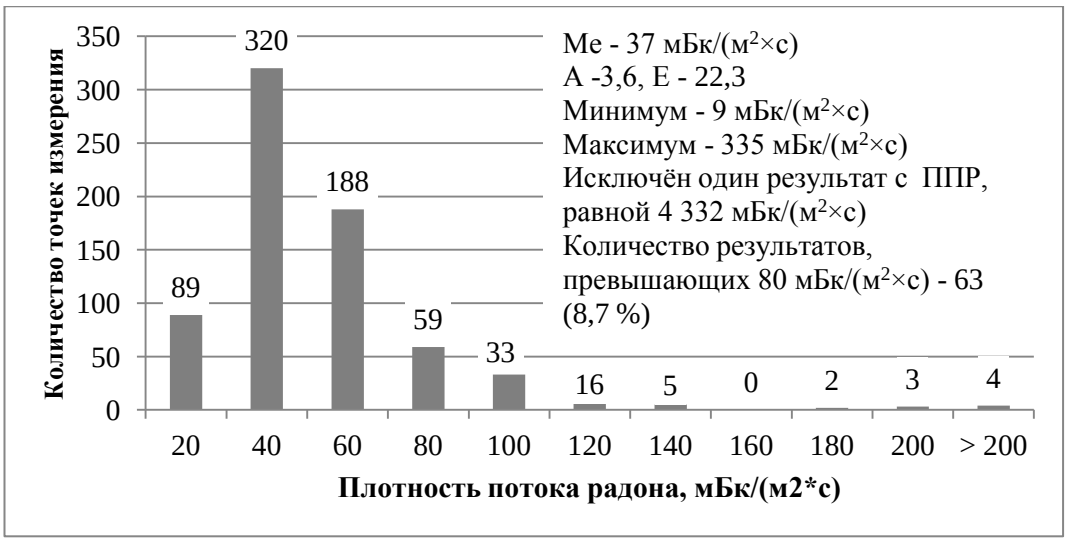

Рисунок 4 – Частотное распределение результатов измерения ППР,полученных на территории м/р «Северный» за пределамианомалий

Рисунок 5 – Частотное распределение результатов измерения ППР,полученных на участках Северной, Центральной и Южнойаномалий

Наглядное представление о пространственном распределении радоновых аномалий на территории м/р даёт рис.6. На этом рисунке видно, что в пределах западной части м/р расположены протяжённые вытянутые радоновые аномалии с ППР, превышающей гигиенический норматив, равный 80 мБк/(м^2×с). Эти ореолы ориентированы согласно простиранию пород с повышенным содержанием урана и несколько смещены в западном направлении. Смещение ореолов, по-видимому, объясняется техногенным перемещением больших объемов почво-грунтов, содержащих радиоактивные обломки пород, вниз по рельефу местности при проходке котлованов под фундаменты зданий. Наиболее интенсивный ореол приурочен к участку Северной залежи, все остальные расположены вне ранее выявленных рудных аномалий.

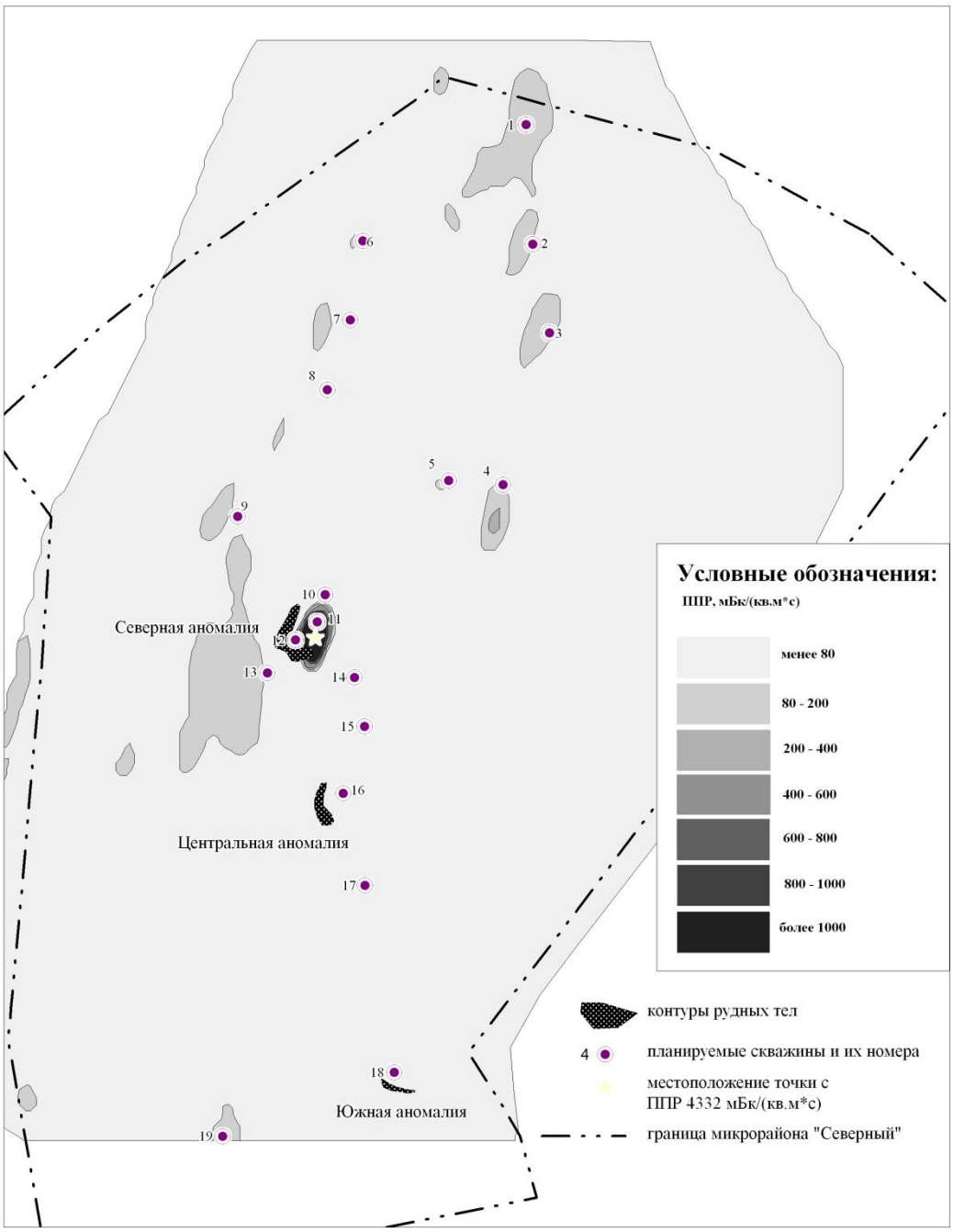

Рисунок 6 – Схемараспределения ППР с поверхности почво-грунтов на территориимикрорайона «Северный»

Среднее значение УА ^{226}Ra по 140 пробам поверхностных почво-грунтов, отобранных за пределами аномальных участков, составляет 15,4 Бк/кг при максимальном значении 33 Бк/кг (табл. 1). Такие содержания радия не могут быть причиной повышенных значений ППР с поверхности почвы, поскольку согласно [4], УА ^{226}Ra, равная 25 Бк/кг, должна соответствовать ППР, ориентировочно равная 16 мБк/(м^2×с).

С целью изучения источников радона на участках с аномальными значениями ППР пробурено 19 скважин на глубину до 10 м. Ранее выявленные аномалии, расположенные на Северном участке, были вскрыты скважинами 9, 10, 11, 12, 13, 14 и 15; на Центральном участке – скважинами 16 и 17;на Южном участке – скважиной 18. Новые аномалии, выявленные в 2010 г. по результатам измерения ППР с поверхности почвы, вскрыты скважинами 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 и 19 (рис. 6).

УА ^{226}Rаb пробах коренных породс урановой минерализацией,выходящих на дневную поверхность, достигает 2 600 Бк/кг, а в пробах керна, характеризующих породы, залегающие на глубинах от 1 до 4-х метров – 64…320 Бк/кг и более. Такие содержания ^{226}Ra при благоприятных условиях, способны продуцировать поток радона до 1 500 мБк/(м^2 с) в местах выхода на дневную поверхность пород с урановой минерализацией и до 300 мБк/(м^2×с) и более на остальной территории. Учитывая это, причиной аномально высоких значений ППР с поверхности почво-грунтов могут быть повышенные концентрации ^{226}Ra в ураноносных породах, выходящих на дневную поверхность или залегающих на глубинах до четырёх метров (в среднем 2,5 м), и почво-грунты, в составе которых в большом количестве присутствуют обломки радиоактивных пород.

Таким образом, в результате выполненных исследований установлено, что территория м/р «Северный» по таким показателям радиационной безопасности как МД и УА ^{137}Cs в почво-грунтах соответствует требованиям, предъявляемым СанПиН [1, 2] и МУ 2.6.1.2398-08 «Радиационный контроль и санитарно-эпидемиологическая оценка земельных участков под строительство жилых домов, зданий и сооружений общественного и производственного назначения в части обеспечения радиационной безопасности» к земельным участкам, предпочтительным для строительства жилых домов и зданий общественного назначения.

В то же время, в западной части микрорайона обнаружены многочисленные аномалии ППР с поверхности почво-грунтов, существенно превышающей гигиенический норматив, равный 80 мБк/(м^2×с).С учётом этого, согласно вышеназванным методическим указаниям в проектах зданий должна быть предусмотрена система защиты от радона (монолитная бетонная подушка, улучшенная изоляция перекрытия подвального помещения и т.п.), обеспечивающая при приёмке здания в эксплуатацию среднегодовое значение эквивалентной равновесной ОА радона в воздухе помещений не выше 100 Бк/м^3. Окончательные архитектурно-планировочные решения по застройки территории должны приниматься как с учетом приведенных выше результатов, так и дополнительных исследований с определением ППР с поверхности почвы в пределах контуров проектируемых зданий и на отметке подошвы фундамента зданий.

Список литературы

1. Нормы радиационной безопасности (НРБ – 99/2009): СанПиН 2.6.1.2523-09 – М.: Минздравсоцразвития России, 2009 г. – 70 с.

2. Санитарные правила и нормативы СП 2.6.1.2612-10 «Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010)»

3. Радиационный контроль и санитарно-эпидемиологическая оценка земельных участков под строительство жилых домов, зданий и сооружений общественного и производственного назначения в части обеспечения радиационной безопасности: Методические указания МУ 2.6.1.2398-08. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009. – 27 с.

4. Источники и эффекты ионизирующего излучения. Отчет НКДАР ООН 2000 года Генеральной Ассамблеи с научными приложениями. Том 1: ИСТОЧНИКИ (часть 1)/пер. с англ., Под ред. акад. РАН Л.А.Ильина и проф. С.П. Ярмоненко – М.: РАДЭКОН, 2002.– 308 с.