

Абсолютно не вызывает сомнения признание актуальности теоретического и практического изучения действия ионизирующих излучений на природные биоценозы и важной роли радиационного фактора в период усилениа воздействия человека на биосферу.

Естественные пастбища Казахстана являются национальным богатством, поскольку представляют собой дешевую кормовую базу для животноводства. Но за последние полвека антропогенное, в том числе техногенное воздействие привело к деградации огромных площадей кормовых угодий страны.

Сложная экологическая обстановка требует консолидации научно-производственных сил по комплексному исследованию сложившейся ситуации и перспектив ее улучшения или сохранения. В этом направлении особое место занимает проблема изучения радиозкологической обстановки на территории бывших ядерных полигонов и в зоне влияния урановых рудников.

Комплексность исследований обеспечивается изучением влияния радиационного фактора на все объекты природы, а также, исследованием путей миграции радионуклидов из абиотической системы в биотическую.

Первыми кто получает различные дозы радиации - это растения. Они активно аккумулируют в себе все эти элементы, по своему реагируя на качество и количество получаемой радиации.

Основная цель данной работы - изучение последствий влияния радиационного фактора на видовой и ценотический состав флоры территории бывшего Семипалатинского испытательного полигона.

II. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О РАЙОНЕ БЫВШЕГО СЕМИПАЛАТИНСКОГО ИСПЫТАТЕЛЬНОГО ПОЛИГОНА

2.1. Геоморфологические и гидрологические условия.



KZ9800633

Район СИПа располагается в левобережье реки Иртыш на стыковке трех областей (Восточно-Казахстанской, Павлодарской и Карагандинской) и протягивается от реки в юго-западном направлении на 180 км. Территория полигона охватывает южную часть Кулундинской степи и северо-восточную часть Казахского мелкосопочника. Общая площадь полигона составляет 18,5 тыс. км. кв. Территория представлена равнинным ландшафтом сухостепного и полупустынного типа, пе-

реходящим в юго-западном направлении в денудационную холмистую равнину, сменяющимся мелкосопочником. На этой территории расположено пять испытательных площадок, в районе которых сосредоточены места проведения ядерных взрывов.

Геоморфологические элементы сменяют друг друга в направлении с северо-востока на юго-запад. Основным морфообразующим элементом, определяющим общий геоморфологический план, является Кулундинская равнина с долиной реки Иртыш, переходящая через денудационную равнину в направлении на юго-запад в Казахский мелкосопочник с холмистогрядовыми и конусовидными формами рельефа. В восточном направлении Казахский мелкосопочник сменяется горными образованиями Алтай-Тарбагатайской складчатой страны. На юго-западе территории выделяется низкогорье, среди которого отмечаются горные массивы с высотными отметками, превышающими 1000 м. Высотные отметки уменьшаются в направлении долины реки Иртыш до 200 и менее метров. Геоморфологические элементы ориентированы в основном в северо-восточном направлении.

Господствующим типом рельефа территории является низкий мелкосопочник с высотами 300-500 м, сложенный разнообразными по петрографическому составу осадочными (сланцы, песчанки, конгломераты, известняки) и эффузивными (основные и кислые эффузивы, туфы) породами. Преобладающие формы рельефа - куполовидные и конические холмы и увалы. Это горы: Сармадар (322 м), Жанан (341 м), Армалы (349 м), Каратас (381 м), Альшинжал (452 м). Низкий мелкосопочник характерен, в основном, для северной и центральной части СИПа. Южная и юго-западная части заняты высокими мелкосопочниками с высотами 500-800 м, сложенными эффузивно-осадочными породами. Преобладающие формы рельефа также куполовидные и конические холмы, имеются гряды. Это горы: Актас (504 м), Кельмамбае (526 м), Майлыкара (574 м), Шан (601 м), Маяжон (618 м), Аркалык (658 м), Айнабулак (718 м).

Характерным элементом рельефа территории является наличие острых скалистых гор, образованных гранитами с высотами 1084 и 1126 м (горы Дегелен и Жангызтау). Их рельеф, в основном, грядовой с реликтами древних поверхностей выравнивания и отчетливо выраженными в рельефе структурами складчатого основания. Относительные превышения форм - 200-500 метров.

Среди вышеуказанных возвышенных форм рельефа на территории по-

лигона встречаются различные по генезису равнины, занимающие подчиненное положение в рельефе. В северо-западной части это пологоувалистые делювиально-пролювиальные равнины, занимающие значительную площадь между массивами низкого мелкосопочника на абсолютных отметках 100-300 метров. На левом берегу Шаган получили развитие озерно-аллювиально-пролювиальные равнины с абсолютными высотами 300-500 метров.

В северной части территории по периферии Казахского мелкосопочника расположена плоская и слабонаклонная денудационная равнина с абсолютными высотами ниже 300 м. Следует отметить, что на рассматриваемой территории представлены и аккумулятивные формы рельефа речных долин и озерных ванн: поймы и напойменные террасы и озерные котловины.

Располагаясь в восточной части Казахского мелкосопочника район полигона не имеет рек с постоянным течением кроме реки Иртыш, которая ограничивает территорию полигона с северо-востока. Среди мелкосопочника отмечаются долинообразующие понижения, с которыми связано большое количество солончаков, соленых озер, сухих русел мелких рек и пересыхающих речек. Наиболее крупными из них являются Тундык на западе и Шаган с притоком Ажису на восточной части территории полигона. Долины сухих русел и пересыхающих рек ориентированы, в основном, в северо-восточном направлении. Паводковые воды реки Шаган достигают Иртыша, а река Тундык впадает в бессточное соленое озеро.

Для всей территории СИП характерно наличие речных долин и озерных котловин (в основном соленых), разнообразных по размеру, глубине выреза и происхождению. Наиболее крупные озера Макситуз, Шамантуз, Сулусор, Шалкарсор, Акмалайсор, Акбота, Карасор, Тиресор. Реки представлены Шаганом, Узунбулаком, Карасу, Карабулаком, Сармозеком и Ажису.

2.2. Гидрогеологические и климатические особенности региона

Подземные воды региона делятся на пластовые напорные воды неоген-палеогеновых отложений, грунтовые воды четвертичных и трещинно-жильные воды палеозойских образований. Палеоген-неогеновые и неоген-четвертичные отложения с пластовыми напорными водоносными горизонтами слагают район долины реки Иртыш, языками налегая на

палеозойские образования и выполняя долины рек Тундык и Шаган. Водоносные горизонты палеогеновых отложений представлены мелкозернистыми песками мощностью от 5 до 30 метров, залегающими на глубинах до 50-60 м. Дебит скважин достигает 10-20 л/с. Воды, в основном, пресные, гидрокарбонатно-сульфатно-натриевые с минерализацией до 1 г/л. В неоген-четвертичных отложениях песчано-гравийные водоносные горизонты мощностью до 10-25 м залегают на глубинах до 30-40 м и имеют дебиты скважин до 2-15 л/с. Воды пресные (0,5 г/л), гидрокарбонатно-сульфатно-кальциевые).

Четвертичные отложения, вмещающие горизонты грунтовых вод, распространены по всей площади региона и содержат горизонты песков мощностью до 10-15 м с пресными водами и дебитами до 1 л/с.

Палеозойские образования на обнаженных участках особенно в юго-западной части территории характеризуются довольно широким распространением трещинно-жильных вод гидрокарбонатно-кальциевого состава с минерализацией до 1 г/л. Дебиты родников достигают 0,2-0,5 л/с.

Основные области питания подземных вод располагаются в областях горного обрамления региона. Общее направление потока подземных вод - северо-восточное, вглубь Ишим-Иртышского артезианского бассейна.

Местными же очагами разгрузки и дренирования являются небольшие озера и восходящие источники в понижениях рельефа, которые в следствие испарительных процессов часто превращаются в солончи.

Климат региона резко континентальный, малоснежная холодная зима и сравнительно короткое жаркое лето, небольшое количество атмосферных осадков при интенсивном испарении и частые сильные ветра. Зимой и осенью преобладают ветра юго-восточного, реже западного направления со средней скоростью 4,3-5,0 м/с, летом преобладают ветра северных направлений со средней скоростью 3,0-4,0 м/с. Кратковременные сильные ветра со скоростью до 20-30 м/с характерны для зимнего и осеннего времени. Количество дней с сильными ветрами не превышает 3-4 дня за сезон. Для района характерна частая перемена направления и скорости ветра, даже в течение одного дня.

В пределах исследуемого региона наблюдается смена климатических поясов от сухого (вдоль долины реки Иртыш со средними годовыми температурами от + 0,6 до 5,0 град. по Цельсию и среднегодовым количеством осадков 250-300 мм) до умеренно-влажного (в горном

обрамлении региона, где среднегодовые температуры меняются от 1,0 до -4,0 град. по Цельсию, а среднегодовое количество осадков достигает 400-600 мм). Максимум атмосферных осадков выпадает в мае-июне и октябре-ноябре, а в целом для основной части региона среднегодовое количество осадков колеблется в пределах 200-300 мм. Высота снежного покрова (10-20 см) обуславливает незначительный объем талых вод. Продолжительность снежного покрова 130-140 дней, средне-многолетние даты - с двадцатых чисел октября по первые числа апреля.

2.3. Краткие сведения о радиозоологической обстановке района СИП

По данным Н. Филонова [7] по состоянию на 1 января 1991 г. пятью странами (США, СССР, Великобританией, Францией, КНР) было проведено 2059 ядерных взрывов. При этом США провели 1085 испытаний, из них 205 в атмосфере, СССР соответственно - 715 и 215, Франция - 182 и 45, Великобритания - 42 и 21, КНР - 35 и 22. СССР проводил испытания ядерного оружия на двух полигонах: Семипалатинском и Новоземельском. На Семипалатинском полигоне проведено 468 взрывов, из которых в атмосфере - 124 (в том числе 26 наземных). На островах Новая Земля проведено 132 испытания, из них в атмосфере - 87, под водой - 3, подземных - 42. В мирных целях в Советском Союзе проведено в различных регионах страны 115 подземных ядерных взрывов.

В соответствии с договором 1963 года "О запрещении испытаний ядерного оружия в атмосфере, космическом пространстве и под водой" СССР и США проводят подземные взрывы, которые не сопровождаются распространением и выпадением радиоактивных осадков. Такие взрывы называют камуфлетными.

За период 1949-1962 г.г. в результате проведения в атмосфере испытательных ядерных взрывов в стратосферу были заброшены долгоживущие радионуклиды стронция-90 и цезия-137 в количестве около 45 млн. Ки. Именно они определили глобальный фон радиоактивных выпадений, который в 1963 г. составлял максимум годовых выпадений долгоживущих радионуклидов (до 0,03 Ки/км. кв.) с последующим накоплением их в выпадениях к 1966-1970 г.г. в среднем по СССР до 0,073 и 0,043 Ки/кв. км. цезия-137 и стронция-90 соответственно. В районе Семипалатинска в настоящее время глобальный фон этих ра-

дионуклидов (с учетом небольшой добавки после аварии на Чернобыльской АЭС) составляет в среднем 0,11 Ки/ кв.км.

По данным наземной гамма-съемки, проведенной сотрудниками ИРЦИБ в период с 1994-1997 г.г., радиационный фон в районе полигона колеблется в пределах 11-25 мкР/ч. В то же время, на территории полигона имеются локальные участки радиоактивного загрязнения с очень высоким фоном, в частности в эпицентре "Опытного поля" до 15000 мкР/ч., на отвалах озера "Балапан" до 11000 мкР/ч, у плотины Чаганского водохранилища до 7000 мкР/ч., у порталов некоторых штолен площадки "Дегелен" до 20000-25000 мкР/ч и др.

2.4. Влияние эдафического фактора на ценотический состав флоры территории СИП

Геоботаническое состояние территории полигона весьма неоднородно и изучено на ограниченном уровне в связи с недоступностью региона для исследования на протяжении длительного периода деятельности полигона. Тем не менее, за последние четыре сезона полевых исследований определены 302 вида высших сосудистых растений относящихся к 200 родам и 58 семействам, проведены более 800 описаний фитоценозов, собрано свыше 1000 гербарных образцов.

На территории полигона зональность почв заметно выражена и она подчинена геоморфологической и климатической зональности с изменчивостью в юго-западном направлении. Каштановые и светлокаштановые почвы долины реки Иртыш сменяются в направлении Казахского мелкосопочника солонцами с каштановыми солонцеватыми почвами, а затем каштановыми и светлокаштановыми малоразвитыми и неполноразвитыми щелочистыми образованиями с участками низкогорных каштановых почв.

По характеру почвообразующих пород и формирующихся на них почв на рассматриваемой территории можно выделить несколько типов равнин. В первой половине третичного периода прииртышская часть мелкосопочника, особенно к западу от реки Чаган, на некоторое время заливалась палеогеновым морем, в результате здесь накопились толщи третичных глин, проникающих в глубь мелкосопочника. К таким участкам приурочены карбонатные почвы тяжелого механического состава.

Низкие ранины, являющиеся областями сбора вод временных пото-

ков и сложенные глинами, сильно засолены и заняты солончаками и солонцами. Дно соленых озер представляют собой илистые отложения, покрытые соевым слоем. В прибрежной части озер соляная корка очень тонкая и ее толщина не превышает 2-5 мм. В прибрежной полосе произрастают отдельные экземпляры пижмы сантолиной и редкими группами бигургу и сарсазан. На побережьях соленых озер и солончаках обитают характерные для сухостепных и пустынных форм растения как бигургу, тасбигургу, кокпек, полынь черная, сарсазан, кермек, камфоросма, обюн и другие.

Большое распространение имеют в рассматриваемом районе также древнеаллювиальные отложения легкого механического состава (легкие суглинки, супеси, пески, галечники), где основными доминантами злаково-разнотравных сообществ являются чий блестящий, ковыль сарепская, полынь холодная и Шренка, кермек кустарничковый, нитрария сибирская, овсяница бороздчатая и др. Прибрежную часть песчано-галечниковой зоны реки Шаган занимает околородные формы растений, как ситник Мерара, горцы перечный и земноводный, приморский, клубнекамыш равновехушечный. Огромные площади занимает полого-наклонные суглинистые равнины-шлейфы, а также равнины с дресвянистыми почвами.

Для низкого мелкосопочника, занимающего центральную часть полигона характерны каштановые и светлокаштановые малоразвитые и неполноразвитые щелочные почвы. Для таких почв характерны разнотравно-типчачково-ковыльные, кустарниково-полянно-злаковые и кустарниково-овсецово-тырсовые сообщества. На таких типах почв, в особенности, на более выровненных равнинных участках, в межсочных понижениях, а также на пологонаклонных шлейфовых равнинах в состав кустарниковых сообществ входит таволга зверобоелистная.

На мелкосопочных равнинах при близком к поверхности залегании коренных пород таволга сменяется караганой низкой. Это, возможно, объясняется большей требовательностью таволги к более мощному слою почвы и большей петрофильностью караганы. Эти же кустарники, в некоторых случаях, по окружности сопки образуют своего рода кустарниковые пояса. Смешанные заросли таволги и караганы встречаются крайне редко. Второй вид таволги - таволга трехлопастная была обнаружена только в горном массиве Дегелен, где также предпочитают межрядовые понижения (седловины), ущелья и пологонаклонные шлейфы мелкосопочника. Курчавка кустарниковая не образует

сплошных зарослей, а встречается отдельными кустами или небольшими группами по сухим песчано-галечниковым руслам, по щебнистым склонам и вдоль дорог.

На глинистых солонцеватых почвах в равнинной части полигона произрастает нитрария сибирская, а в русле реки Чаган, на отвалах, вдоль дорог и возле заброшенных строений можно встретить реомирию очереднолистную. В пойме Чагана, на берегах соленых озер и заполненных водой карьеров на песчаных и супесчаных засоленных почвах встречаются редкие экземпляры гребенщика многоцветкового. Отдельными пятнами выделяются две чингилово-волоснецово-осоковые сообщества недалеко от безымянного соленого озера на "Опытном поле", занимающие площади около 5000 и 1500 квадратных метров. Аспект серебристо-зеленый, общее покрытие 80-90%. Почва песчано-суглинистая. Чингиловые заросли поражают своей свежестью, все кустарники обильно плодоносят. На небольшом расстоянии от этих кустарниковых зарослей находится вейниково-разнотравное сообщество на лугово-болотной почве. Здесь доминируют вейник наземный, крестовник Якова, осоки, два вида качима, клоповник широколистный, мятлик степной и ситник Жерара. Здесь же на микропонижениях с выступающими на поверхность солевыми отложениями встречаются такие галофиты, как биргун и подорожник приморский.

Зональным типом почв являются темнокаштановые, каштановые и светлокаштановые, часто слабосолонцеватые, преимущественно легко- и среднесуглинистые. Содержание гумуса в поверхностных горизонтах составляет 1-1,5% в светлокаштановых почвах и 3,0-4,5% - темнокаштановых. Для мелкосопочных равнин с близким залеганием коренных пород и для оголенных вершинных частей сопок характерны щебнистые разновидности темнокаштановых почв. Такие местообитания характерны для петрофитных сообществ, состоящих из аянии кустарничковой, качима Патрэна, эфедры двуколосковой, горноколосника колючего, вероники перистой и серебристой.

В долинах небольших рек формируются луговоболотные, луговые, лесолуговые и лугвосолончаковые почвы. На луговоболотных и лугвосолончаковых почвах растительные сообщества представлены, в основном, такими галофитами, как бескильница длинночешуйная, волоснец ветвистый, ситник Жерара. На дне старого канала расположенного на площадке "Опытное поле" глубиной 1,5 м; шириной 2,0 м и длиной 50,0 м густая заросль рогозы узколистной, здесь же обнару-

жена ива пепельносерая. Фрагменты настоящих лугов, образованные из вейника наземного, тростника обыкновенного и лугового разнотравья можно встретить в эпицентре площадки "Опытное поле", в пойме реки Чаган и на горном массиве Дегелен. Эпицентр площадки "Опытное поле" представляет собой более мозаичную структуру, чем на окружающей территории с типично степным ландшафтом. Здесь на сравнительно небольшой территории вокруг коронки диаметром около 25 м (на дне которого имеются два небольших соединяющихся между собой водоема) встречаются как степные, так и типично луговые формы растений. Интересно заметить, что отмечено кольцевое зарастание дна воронки начиная от зеркала воды вверх по стенке воронки такими водными и околотовными растениями, как осока, камыш, вейник и тростник.

Лесолуговые почвы характерны для горного массива Дегелен, где тополь-осокорь, осина, боярышник, черемуха и ивы образуют колки с лесолуговым разнотравьем. Отдельные экземпляры или небольшие колки черного тополя также можно встретить среди типично-степного ландшафта.

В высоком мелкосопочнике южной части СИП распространены темнокаштановые малоразвитые щелочистые почвы (юго-западная часть), светлокаштановые и неполноразвитые щелочистые почвы (юго-восточная часть) и каштановые малоразвитые и неполноразвитые почвы (занимающие полосу между двумя предыдущими типами почв). Для островных низкогорий типичны низкогорные каштановые почвы.

На делювиально-пролювиальной равнине северо-восточной части СИП сформированы каштановые солонцеватые почвы в комплексе с солонцами, а в северной части - доминируют солонцы, распространенные в комплексе с темнокаштановыми, каштановыми и светлокаштановыми солонцеватыми почвами.

Растительность горного массива Дегелен более разнообразна и представлена отдельными типично горными формами, как можжевельник, вероника перистая и лапчатка бесстебельная, кизильник, аяния, жимолость мелколистная, смородина, качим Петрэна и др. Если на равнинной части полигона встречаются чуть более 200 видов, на массиве Дегелен определены более 300 видов растений. Растительные сообщества Дегелена представлены в основном злаковым разнотравьем, где основную массу видов составляют кроме типичных степных злаков представители семейств сложноцветных, крестоцвет-

ных и зонтичных. На склонах сопок обильно растет земляника. Дре-весно-кустарничковые формы представлены двумя видами таволги, 3 видами шиповника, а также в виде смородины, боярышника, березы, барбариса, осины, ивы, тополя и др. Некоторые склоны сплошь покрыты можжевельником. Вершины многих сопок сильно разрушены вследствие проведения испытаний и представляют собой завалы огромных глыб горной породы. Интересно отметить постепенное зарастание этих вершин отдельными особями таких растений, как конопля (возможно временное расселение воробьиными птицами), очиток гибридный, чуть ниже небольшие отдельные кусты шиповника. На нижней границе завалов расселение идет более успешно. Здесь уже можно встретить многие другие характерные местные виды растений.

Особо нужно отметить придорожную растительность, где наравне со степными формами встречаются рудеральные и мезофитные формы. Эти сообщества резко выделяются своим изумрудно-зеленым аспектом от общего фона степной растительности. Второй отличительной особенностью придорожной флоры, является их более раннее созревание и более продолжительный срок вегетации. Тогда как в степном фитоценозе многие злаки еще находятся на стадии начала вегетации, то вдоль дорог эти виды уже входят в пору колошения. Это объясняется более низким уровнем расположения и ранним освобождением от снежного покрова, что создаст благоприятный микроклимат для ранней и длительной вегетации. Вдоль дорог также хорошо заметно расселение отдельных сорных растений вглубь степи. Это такие виды, как по-вой, полын Сиверовский, паслен сладко-горький, ширяца и др.

Интересно отметить зарастание техногенно нарушенных участков на территории СИП. На всех, изученных техногенно нарушенных участках, выявлены нижеследующие характерные черты:

- очень низкая скорость восстановления;
- низкий процент общего покрытия;
- первоначальное заселение сорными видами (ширяца, щетинник, хондрила, полын метельчатая и Сиверовский, кохия Сиверса и т.д.);
- более-менее постоянное небольшое количество видов.

Другой особенностью формирования растительного покрова степно-го ландшафта исследуемого региона является их дернистость и за-кочкарность. На равнинных участках оно объясняется преимущественно ветровой эрозией, а на склонах - частично и в результате водной эрозии. Дернины злаков могут создавать также благоприятные

условия (микроклимат) и для других растений. Например, гвоздика жесткая часто вырастает из середины дернины типчака или в непосредственной близости от него.

III. ФЛОРИСТИЧЕСКИЙ И ВОЗРАСТНОЙ СПЕКТР И СУКЦЕССИИ ФИТОЦЕНОЗОВ НА ТЕРРИТОРИИ БЫВШЕГО СЕМИПАЛАТИНСКОГО ИСПЫТАТЕЛЬНОГО ПОЛИГОНА

По своему географическому положению и по уровню богатства флоры территория СИП занимает промежуточное положение между горными системами Тянь-Шаня и Алтая, среднеазиатскими пустынями и лесостепью Западно-Сибирской низменности. Здесь представлены степной, пустынный, луговой и лесолуговой типы растительности.

Результаты систематического анализа флоры СИП приведены в таблице 1. Как видно из таблицы, подавляющее большинство видов являются типично степными формами с доминированием ксеромезофитных и ксерофитных дерновинных злаков и полынй. Субдоминантами отдельных сообществ выступают такие кустарниковые формы, как карагана низкая и таволга зверобоелистная.

Остальные типы растительности можно рассматривать как интразональные элементы, так как они занимают сравнительно ограниченные площади. Среди них наиболее чаще встречаются пустынные и полупустынные формы, приуроченные по берегам соленых озер и солончакам. К ним относятся суккулентные и ксерогалофитные представители семейств Маревых, Кермекowych, Сложноцветных и Подорожниковых. В пойме реки Шаган, а также в местах близкого стояния грунтовых вод встречаются мезофитная и ксеромезофитная формы луговых растений. Растительность водоемов представлена незначительным количеством видов типично гигрофитных и гидрофитных форм. Вершины средних и высоких сопок заселены петрофитными формами. Петрофитные микрофитоценозы встречаются также на подверженных водной и ветровой эрозии микроповышениях рельефа, где коренная порода выходит на поверхность.

Особо следует отметить, что растительность островного скалистого горного массива Дегелен богато представлена луговыми, горнолуговыми и лесолуговыми формами, среди которых немало древесных и кустарниковых форм. В остепненных лугах к луговым мезофитам примешаны ксерофиты и гемиксерофиты. Вершины сопек, разрушенные вследствие проведенных ядерных испытаний, представляют собой вто-