

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**

Кафедра геоморфологии и геоэкологии

**Использование геоинформационных технологий для исследования особо
охраняемых природных территорий
(на примере природного парка «Кумысная поляна» г. Саратова)**

АВТОРЕФЕРАТ МАГИСТЕРСКОЙ РАБОТЫ

студента 2 курса 246 группы _____
направления 05.04.06 Экология и природопользование
_____ географического факультета
_____ Мнацаканяна Кирилла Николаевича

Научный руководитель

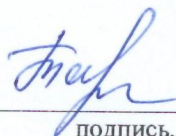
старший преподаватель

должность, уч. степень, уч. звание

Зав. кафедрой

к.с.-х.н., доцент

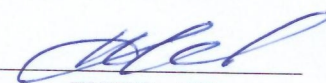
должность, уч. степень, уч. звание



подпись, дата

Л.А. Тархова

инициалы, фамилия



подпись, дата

В.А. Гусев

инициалы, фамилия

Саратов 2021

Введение. *Актуальность работы.* Для сохранения уникальных природных комплексов и защиты их от воздействия человека начали создаваться особо охраняемые природные территории (ООПТ). Они занимают значимое место в системе территориальной охраны природы и охватывают около 232,5 млн. га (13 %) от всей площади России. Большинство особо охраняемых природных территорий не обеспечены картографическим материалом, который должен способствовать открытости и доступности, накопленных пространственных и временных данных для научных и практических целей, что должно достигаться с помощью геоинформационных технологий.

Цель работы – комплексная оценка состояния особо охраняемой природной территории природного парка «Кумысная поляна» с помощью геоинформационных технологий.

Задачи исследования:

1. рассмотреть отечественный опыт применения ГИС-технологий при исследованиях ООПТ;
2. дать краткую физико-географическую характеристику и выделить типичные модельные участки комплексных исследований природного парка «Кумысная поляна»;
3. определить некоторые ландшафтно-геофизические характеристики и провести сравнительный анализ инсоляционных условий модельных участков;
4. определить суммарный индекс загрязнения почв (Z_c) модельных участков;
5. рассмотреть характеристики: дорожно-тропиночной сети и выявить стадии дигрессии, формы и характера границ, лесопирогенных условий как показателей антропогенного воздействия природного парка «Кумысная поляна»;
6. составить обзорные, вспомогательные и оценочные картографические материалы с использованием геоинформационных технологий.

Объект исследования: особо охраняемая природная территория – природный парк «Кумысная поляна» в пределах Лысогорского плато и его склонов.

Предмет исследования: геоинформационное картографирование территории природного парка «Кумысная поляна» в пределах Лысогорского плато и его склонов.

Научная новизна: применение геоинформационных технологий при ландшафтно-геофизических, ландшафтно-геохимических, геоэкологических изысканиях особо охраняемой природной территории природный парк «Кумысная поляна».

Фактический материал: теоретической основой исследования явились труды отечественных ученых, таких как: В.П. Чижовой, А.Н. Иванова, В.В. Сысуева, В.А. Агальцовой, В.А. Болдырева, И.Ф. Медведева, Н.С. Казанской. В работе были использованы опубликованные материалы научных статей и журналов, средств интернета и личные наблюдения автора.

В ходе работы применялись следующие методы исследования: геоинформационного и картографического анализа, метод сравнительного анализа, полевой и лабораторный метод исследования, методы системного анализа и научного обобщения. Представленный картографический материал в работе создан с помощью программного обеспечения ArcGIS 10.4, QuantumGIS 3.10, SAGAGIS 2.3.2. Блок-схемы созданы с помощью программного обеспечения WondershareEdrawMax, диаграмма и таблицы созданы в программном обеспечении Microsoft Excel Office 10 и Paint 3D.

Положения, выносимые на защиту:

1. Геоинформационные технологии позволяют провести комплексную оценку особо охраняемой природной территории парка «Кумысная поляна»;
2. Обзорные, вспомогательные и оценочные картографические материалы позволяют рассмотреть и выявить характер природно-антропогенных изменений исследуемой территории.

Структура и объём работы. Выпускная квалификационная работа состоит из введения, 3 разделов, заключения, списка использованных источников (54 наименования). Работа проиллюстрирована 12 таблицами, 27 рисунками, 18 из которых выполнено в виде карт, 5 – в виде блок-схем, 4 – в виде диаграмм, а также фотографиями автора. Общий объём работы составляет 81 страницу.

Основное содержание работы.

1 Применение ГИС-технологий при изучении ООПТ

В первом разделе магистерской работы приводится информация о геоинформационных технологиях: понятие, области применения, задачи и возможности. Также приводится информация о применении ГИС-технологий в природоохранной деятельности, в том числе в особо охраняемых природных территориях (ООПТ).

2 Объект и методы исследования.

Во втором разделе магистерской работы приводится краткая физико-географическая характеристика природного парка «Кумысная поляна» (Лысогорский массив). Природный парк «Кумысная поляна» был образован как ООПТ в 2008 году, и состоит из 3х участков, наиболее крупного Лысогорского массива, рассматриваемого в работе, а также естественных лесополос и пойменных лесов. Также в данном разделе описаны выбранные методы исследования, которые помогают изучить исследуемую территорию в разных аспектах и достичь поставленной цели.

3 Использование геоинформационных технологий для исследования особо охраняемых природных территорий (на примере природного парка «Кумысная поляна»)

3.1 Геоинформационное картографирование ландшафтно-геофизических условий Дифференциация природных условий была рассмотрена на типичных модельных участках: Андреевские пруды, Вишневая гора, Корольков сад, ДОЛ Дубки, расположенных в пределах Лысогорского плато и его склонов. Исследования проводились в 3-х направлениях: ландшафтно-геофизическом, ландшафтно-геохимическом и геоэкологическом.

В ландшафтно-геофизическом направлении рассматривался вопрос инсоляции склонов. Инсоляция поверхности зависит от углов наклона, экспозиции поверхности, а также сомкнутости древостоя. Сомкнутость древостоя на модельных участках представлена 3 категориями: встречаются - открытые участки (редины), полуоткрытые, закрытые лесные. Для создания вспомогательного картографического при помощи ГИС-технологий были созданы и классифицированы растровые модели углов наклона от 5 до 25 и более градусов и экспозиции поверхности. К склонам световой экспозиции отнесли участки – южной, юго-восточной, юго-западной и западной экспозиции, а к склонам теневой – участки северной, северо-восточной, северо-западной и восточной. Пример полученного картографического материала, представлен рисунком 1.

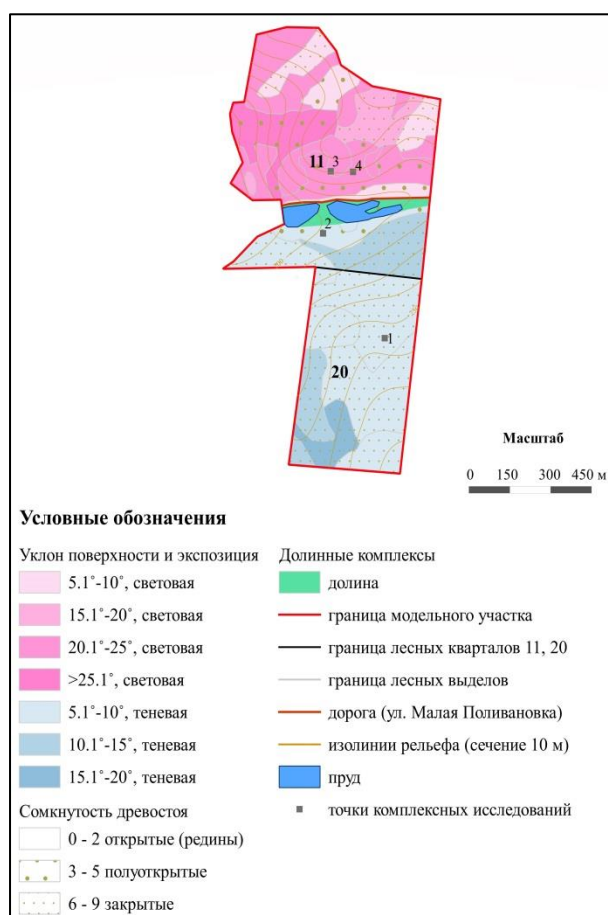


Рисунок 1 – Показатели ландшафтно-геофизических условий модельного участка «Андреевские пруды» (составлено автором по материалам [12, 13, 15, 16, 18])

3.1.1 Индекс инсоляционных условий. Для оценки солярных условий исследуемых модельных участков была авторская предложена балльная шкала. Каждой из вышеперечисленных характеристик была положена в основу ранжирования (таблица 2).

Таблица 2 – Ранжирование основных ландшафтно-геофизических характеристик в баллах (составлено автором)

Ландшафтно-геофизические характеристики	Значения (баллы)						
	Уклон поверхности	0°-5°, (1)	5.1°-10°, (2)	10.1°-15°, (3)	15.1°-20°, (4)	20.1°-25°, (5)	>25.1°, (6)
Сомкнутость	закрытые, (2)		полуоткрытые, (4)		открытые, (6)		
Экспозиция	тенивая, (2)		равнина, (4)		световая, (6)		

Ранжирование ландшафтно-геофизических характеристик дало возможность получить ИИУ, который рассчитан по формуле 1.

$$\Sigma \text{ИИУ} = У + С + Э, \quad (1)$$

где ИИУ – индекс инсоляционных условий,

У – уклон поверхности;

С – сомкнутость древостоя;

Э – экспозиция поверхности.

Например, на открытых крутых склонах световой экспозиции ИИУ равен 17, тогда как, на закрытых пологих склонах теневой экспозиции ИИУ равен 6 (см. фрагмент таблицы).

Таблица 4 – Индекс инсоляционных условий (фрагмент) (составлено автором)

Лесной выдел	Площадь, га	Основные ландшафтно-геофизические условия			ΣИИУ	Индекс инсоляционных условий
		У ¹	С ²	Э ³		
Модельный участок «Андреевские пруды»						
Лесной квартал № 11						
1	5,47	5	6	6	17	очень высокий
2	2,06	2	2	6	10	отн. низкий ⁴
3	1,81	2	4	6	12	средний
4	0,98	5	2	6	13	отн. высокий ⁵
21	2,93	2	2	2	6	очень низкий

На основании полученных данных индекса инсоляционных условий были построены оценочные картографические материалы (Приложение В) в пределах исследуемых территорий. Пример полученного картографического материала, представлен рисунком 2.

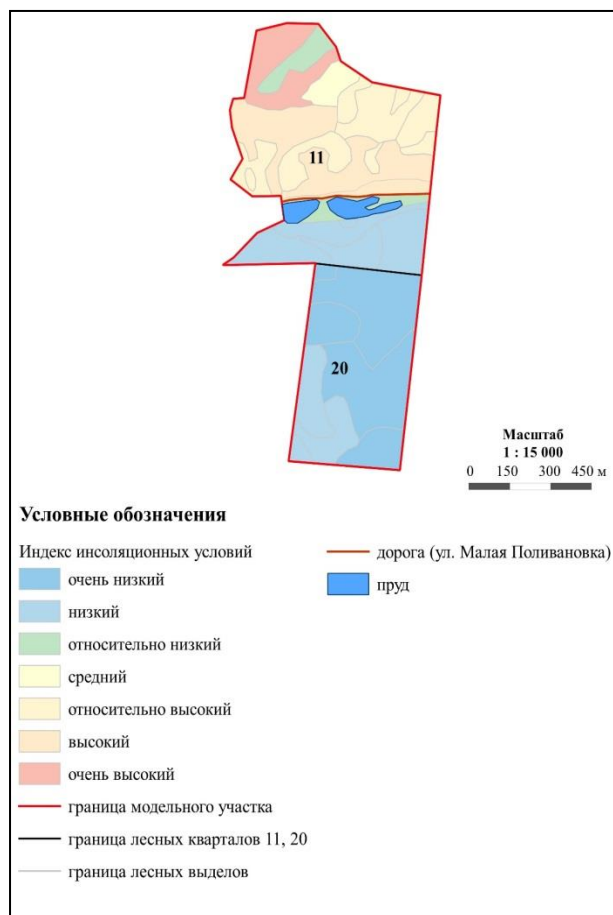


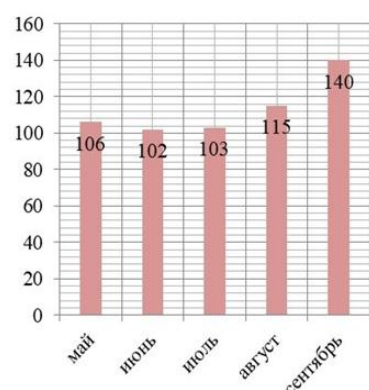
Рисунок 2 – Индекс инсоляционных условий модельного участка «Андреевские пруды» (составлено автором по материалам [12, 13, 15, 16, 18])

3.1.2 Инсоляция склонов различной крутизны и экспозиции. По данным Николая Львовича Мандельштама 1966 года, которые отражают зависимость радиационных условий от экспозиции и крутизны склона в течение вегетационного периода, был проведен сравнительный анализ на открытых разно ориентированных поверхностях с различной крутизной (фрагмент таблицы 5).

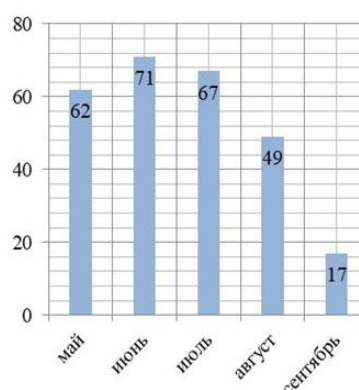
Таблица 5 – Инсоляция склонов различной экспозиции и крутизны в течение вегетационного периода (составлено автором по материалам [31])

Экспозиция \ Крутизна в°	С	ССВ ССЗ	СВ СЗ	ВСВ ЗСВ	В З	ВЮВ ЗЮЗ	ЮВ ЮЗ	ЮЮВ ЮЮЗ	Ю
	Май								
0° - 5°	98	98	98	99	100	100	101	101	101
5.1° - 10°	94	95	95	97	99	102	103	103	103
10.1° - 15°	89	90	91	95	98	101	104	105	105
15.1° - 20°	84	86	82	92	96	101	105	106	107

Так, открытые крутые склоны световой экспозиции получают, в 2 раза больше тепла, чем покатые склоны.



Значение инсоляции на открытом незалесенном склоне 35° световой экспозиции за вегетационный период



Значение инсоляции на открытом незалесенном склоне 35° теневой экспозиции за вегетационный период

Рисунок 8 – Значение инсоляции открытых незалесенных крутых участков световой и теневой экспозиции вегетационного периода (составлено автором с использованием [31])

3.2 Геоинформационное картографирование геохимических характеристик почв. Для оценки загрязнения почв тяжелыми металлами проводились ландшафтно-геохимические исследования. На территории природного парка «Кумысная поляна» встречаются подтипы как серых лесных, так и черноземных почв (Приложение Г).

С помощью «СПЕКТРОСКАНА» на базе лаборатории урбоэкологии и регионального анализа были определены значения тяжелых металлов в почвенных образцах. Значения превышения ПДК тяжелых металлов в почве отмечены красным цветом (таблица 7).

Таблица 7 – Индекс* суммарного загрязнения (Zc) почв (составлено автором по материалам [35, 36, 37])

Точки отбора проб	Химические элементы								Индекс Zc мг/кг
	Zn, мг/кг	Pb, мг/кг	Cr, мг/кг	Co, мг/кг	Ni, мг/кг	Cu, мг/кг	V, мг/кг	As, мг/кг	
	Модельный участок «Андреевские пруды»								
1	6	15	106	7	24	17	49	7	23,1
2	49	13	82	8	79	56	39	7	34,9
3	13	10	133	3	10	5	84	10	24,8
4	55	13	128	3	13	7	84	12	26,6
	Модельный участок «Вишневая гора»								
5	60	13	84	9	31	24	66	8	16,1
6	55	14	81	2	21	13	61	7	18,1

Окончание таблицы 7

7	49	6	44	3	9	3	29	8	8,6
8	10	30	95	8	38	28	74	13	30,8
9	85	4	65	10	84	63	34	13	37,2
<i>Модельный участок «Корольков сад»</i>									
10	67	2	75	7	73	51	59	9	33
11	55	2	78	6	55	24	54	4	25,2
12	116	9	96	6	42	24	45	11	29,7
13	102	27	134	10	39	27	98	13	38
14	44	6	128	2	27	18	92	16	31,9
<i>Модельный участок «ДОЛ Дубки»</i>									
15	38	9	53	6	16	8	26	3	10
16	73	8	48	6	19	12	35	5	11,7
17	58	5	39	10	18	12	15	6	10,7
ПДК	55	32	6	5	4	33	100	2	

*Примечание:

	превышение ПДК
	равно ПДК
	не превышает ПДК

Индекс суммарного загрязнения почв рассчитывался по формуле 2, и составляет для почв модельных участков от низкого 10 мг/кг до высокого 37.2 мг/кг и положен в основу оценочных картографических материалов.

$$Zc = \frac{Ki}{K_{\text{фон(пдк)}}} - (n - 1), \quad (2)$$

где Zc – индекс суммарного загрязнения почв;

Ki – концентрация i-го элемента в пробе;

Kфон – фоновая концентрация (либо предельного допустимая концентрация) i-го элемента;

n – количество исследуемых химических элементов [35, 36]

В результате, проделанной работы, получили оценочные картографические модели индекса суммарного загрязнения (Z_c) почв (приложении Д). Пример полученного картографического материала, представлен рисунком 3.

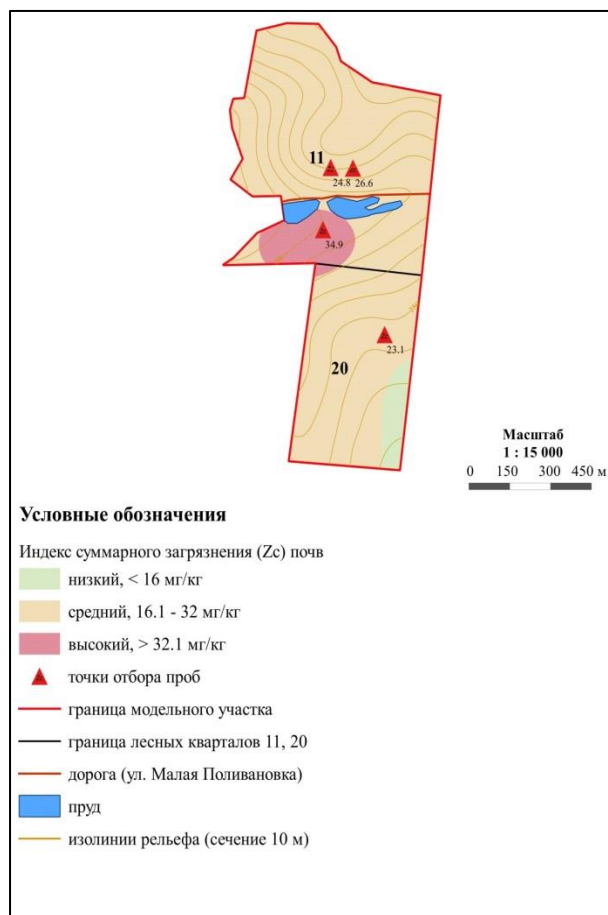


Рисунок 3 – Индекс суммарного загрязнения (Z_c) почв модельного участка «Андреевские пруды» (составлено автором по материалам [12, 13, 15, 30, 31])

На основе анализа полученных картографических изображений получили следующие умозаключения. На модельных участках «Андреевские пруды», «Вишневая гора», «Корольков сад» очаги загрязнения отмечаются в местах зон отдыха с высокой антропогенной нагрузкой. Отметим, что на модельном участке «ДОЛ Дубки» низкий уровень загрязнения почв.

Использование ГИС-технологий позволяет проанализировать различные данные, создать серии обзорных картосхем модельных участков, с применением метода количественного фона, для отображения суммарного

загрязнения почв (Z_c), что дает возможность визуально оценить пространственное распределение геохимических показателей почв, а также сформулировать рекомендации.

3.3 Геоинформационное картографирование показателей антропогенного воздействия

3.3.1 Дорожно-тропиночная сеть природного парка «Кумысная поляна».

Геоэкологические исследования включали определения показателей: дорожно-тропиночной сети, формы и характера границ и лесопирологических условий.

В пределах природного парка «Кумысная поляна» выделяют 5 видов дорожно-тропиночной сети (ДТС): автодороги, пешеходные тропы, служебные проезды, лесные просеки и грунтовые дороги (таблица 8).

Таблица 8 – Виды дорожно-тропиночной сети на территории природного парка «Кумысная поляна» (составлено автором по материалам [16, 45, 46])

№	Вид	Длина, км	Ширина, км	Площадь, км ²	Густота ДТС, км/км ²
1	Автодороги	8,6	0,005	0,043	0,212
2	Пешеходные тропы	243,7	0,0012	0,292	6,031
3	Служебные проезды	10,9	0,003	0,033	0,269
4	Лесные просеки	67,5	0,04	0,270	1,670
5	Грунтовые дороги	5,7	0,002	0,011	0,141
Всего		336,4		0,64	8,323

При помощи ГИС-технологий для каждого вида ДТС получены значения длины, ширины, площади, густоты. Отметим, что пешеходные тропы занимают более 70 % от всей площади ДТС природного парка.

Густота дорожно-тропиночной сети природного парка «Кумысная поляна» составляет – 8,33 км/ км². На основании полученных данных была составлена карта дорожно-тропиночной сети природного парка «Кумысная поляна» (Приложение Ж).



Рисунок Ж.1 – Дорожно-тропиночная сеть природного парка «Кумысная поляна» (Лысогорский массив) (составлено автором по материалам [12, 13, 16])

3.3.2 Показатели формы и характера границ природного парка «Кумысная поляна». В целях эффективности использования ресурсов природного парка важно сохранить целостность Лысогорского массива и его современных границ, для этого необходимо обратить внимание на форму и характер границ исследуемой территории. Оптимальной должна быть конфигурация, которая при наименьшей площади поддерживает необходимую устойчивость ПТК. В идеале это форма круга с наименьшим периметром.

Длина периметра современных границ Лысогорского массива составляет 99,9 км. Также при помощи ГИС получено: индекс формы территории, рассчитанный по формуле 3, составляет 4,44 в современных границах. Таким образом, природные комплексы Лысогорского массива слабоустойчивы к внешним воздействиям.

3.3.3 Лесопирологические условия природного парка «Кумысная поляна». За период с 2011 по 2020 года на территории природного парка «Кумысная поляна» произошло более 40 возгораний. Обзорная карта распределения очагов возгорания, показывает, что наибольшее количество возгораний находится южной и восточной части природного парка, где расположены основные входы в природный парк (Приложение К).

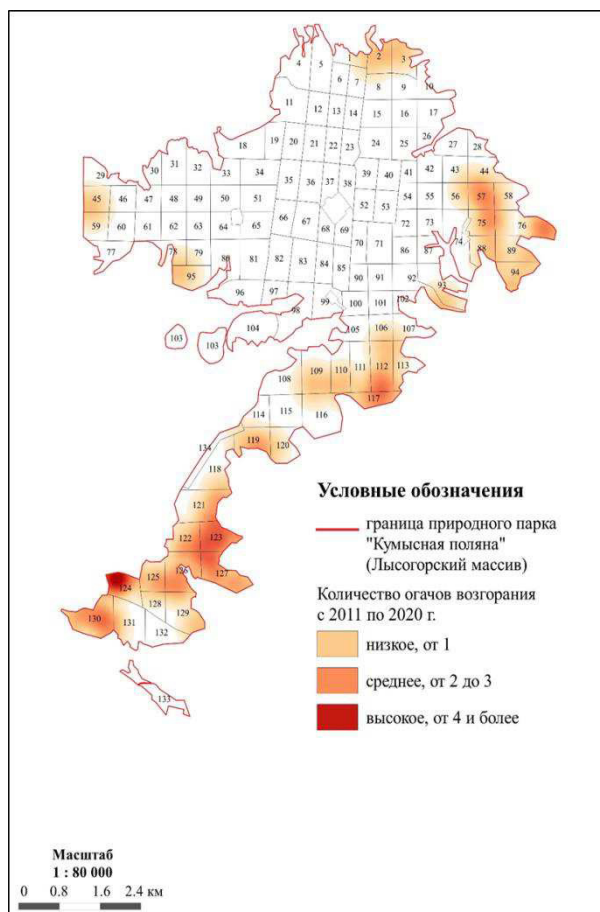


Рисунок К.1 – Очаги возгорания на территории природного парка «Кумысная поляна» (Лысогорский массив) (составлено автором по материалам [12, 13, 16, 53])

Закключение. Такая категория ООПТ как природные парки совмещают в себе две функции – охраны и туризма, и поэтому существует необходимость в их исследовании с точки зрения научно-обоснованного природопользования. ГИС-технологии дают возможность изучить и провести оценку и мониторинг территории ООПТ при принятии проектных, хозяйственных, управленческих

решений и научных исследований. Таким образом, подводя итог данной работы, сделаем следующие выводы.

— Природный парк «Кумысная поляна» характеризуется разнообразными природными условиями: анализ инсоляционных условий склонов различной крутизны и экспозиции показал, что склоны световой экспозиции получают в среднем в 2,1 раза больше тепла и являются более уязвимыми в целях природопользования, чем склоны теневой экспозиции.

— Полученный индекс суммарного загрязнения почв, показывает основные очаги загрязнения. Высокий уровень загрязнения отмечается на модельных участках «Андреевские пруды», «Вишневая гора», «Корольков сад» в пробах: 2, 9, 10, 13, которые расположены в пределах склоновых поверхностей и территорий с высокой антропогенной нагрузкой.

— На территории природного парка выделяются пять видов дорожно-тропиночной сети. Густота дорожно-тропиночной сети составляет 8,33 км/км². Рекреационная дигрессия на модельном участке «Андреевские пруды» соответствует 1-стадии, рассчитанная по Н.С. Казанской (1977).

— Форма и характер границ природного парка «Кумысная поляна» показывают высокую экологическую проницаемость границ и неустойчивость природных комплексов к внешним воздействиям.

— Лесопиралогические условия территории природного парка «Кумысная поляна» за период 1992 по 2020 года: площадь очагов возгорания за период 1992 по 2020 года составляет более 300 га, при экономическом ущербе более 20 миллионов рублей. Наибольшая часть возгораний на территории природного парка «Кумысная поляна» находится в южной и восточной части, где расположены основные входы в ООПТ.

— Геоинформационное программное обеспечение позволяет спроектировать и разработать актуальную картографическую базу данных исследуемой территории, составленные картографические материалы могут быть использованы в дальнейших комплексных исследованиях ООПТ.

— Полученные с помощью геоинформационного картографирования материалы позволяют провести комплексную оценку особо охраняемой природной территории природного парка «Кумысная поляна».

Подводя итог, отметим, что перспективой развития данной работы является дальнейшее совершенствование методов и функциональных возможностей с помощью геоинформационных технологий и наполнение инструментария при создании картографических материалов и баз данных, а также распространение опыта изучения территории природного парка «Кумысная поляна» на другие категории особо охраняемых природных территорий.

Основные положения магистерской работы представлены в следующих публикациях:

1. Мнацаканян К.Н. — Геоинформационное моделирование распределения тяжелых металлов и мышьяка в почвах природного парка «Кумысная поляна». Сборник составлен по материалам Международной научно практической конференции «МОЛОДЁЖЬ, НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ: АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ, ДОСТИЖЕНИЯ И ИННОВАЦИИ», состоявшейся 17 апреля 2021 г. в г. Пенза, 137-141 с.