

Мониторинг пространственного распределения можжевельника казацкого в Волгоградской области

Виктория Алексеевна Семенютина

кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории биоэкологии древесных растений
Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения
Российской академии наук
Волгоград, Россия
VSem89@mail.ru
 0000-0002-7345-2740

Максим Вячеславович Цой

аспирант, младший научный сотрудник
Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения
Российской академии наук
Волгоград, Россия
tsoy-m@vfanc.ru
 0000-0003-2139-7919

Поступила в редакцию 18.02.2022

Принята 04.03.2022

Опубликована 15.06.2022

 10.25726/e2173-5448-8466-e

Аннотация

Распространение видов и популяций живых организмов, в большей мере формируется под воздействием лимитирующих факторов среды и экологическими потребностями. Важным диагностическим показателем состояния популяций является динамика изменения пространственного распределения, которая может отразить как состояние популяций, так и факторы, повлиявшие на формирование зон распространения. Целью исследования являлось проведение мониторинга пространственного распределения можжевельника казацкого в Волгоградской области с использованием ГИС-технологий. Исследованы природные популяции можжевельника казацкого (*Juniperus sabina* L.) семейства Кипарисовых (Cupressaceae) пространственное распределение на основе данных космических снимков. Процесс детерминации (выделение контуров пространственного распределения можжевельника казацкого на космоснимках) проводился алгоритмом выделения по цвету «Цветовой диапазон» в программе «Adobe Photoshop», в качестве апробации методики за основу были взяты снимки 11 модельных участков (5 на песчаных и 6 на меловых почвах). В результате проведенного мониторинга пространственного распределения можжевельника казацкого в Волгоградской области были выделены три крупных популяций: на меловых почвах в окрестностях х. Мелоклетский и х. Камышинский, на высоте 50-200 метров; в окрестностях поселков Михайловка, Госконюшня на высоте 50-100 метров; на песчаных в центральной части Арчединско-Донских песков в непосредственной близости от хуторов: Чернополянский, Выезднинский, Шляховский, Школьный на высоте 50-100 метров над уровнем моря. Процесс детерминации можжевельника казацкого на космоснимках разных лет выявил следующие закономерности: негативная динамика пространственного распределения популяций можжевельника казацкого отмечена на модельных участках Арчединско-Донских песков до 39,46% уменьшения территорий, до 36% на меловых почвах. В ходе полученного опыта использования инструмента «Цветовой диапазон» для детерминации популяций можжевельника казацкого на космоснимках, была определена перспективность использования в будущих исследованиях нейронных сетей с интеграцией алгоритма выделения по цвету, что теоретически может нивелировать недостатки

апробированной методики. Дальнейшие исследования в данном направлении позволят более точно определить общую площадь и состояние популяций можжевельника казацкого в Волгоградской области.

Ключевые слова

Juniperus sabina, ГИС-технологии, площадь популяций, природные популяции, цветовой диапазон, мониторинг, пространственное распределение.

Исследования проведены в рамках выполнения государственного задания №0508-2021-0001 «Научные основы и технологии обогащения дендрофлоры лесомелиоративных комплексов хозяйственно ценными древесными и кустарниковыми растениями в целях предотвращения деградации и опустынивания территорий» (Регистрационный номер: 121041200197-8); финансирование Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Введение

Можжевельник казацкий (*Juniperus sabina* L.) – краснокнижный стелющийся хвойный кустарник. Широко распространен в Европе, на Кавказе, Южном Урале, в степной зоне Сибири и Казахстана, в Западных Саянах, в горах Северной Монголии, в Средней Азии. Высотные пределы его распространения до 2100 м над уровнем моря. Предпочитает, хорошо дренированные почвы в горах и равнинах: песках и меловых отложениях, известняках, по каменистым склонам гор. В Волгоградской области можно выделить 3 крупные популяции можжевельника казацкого: первая популяция, самая крупная в регионе находится на Арчединско-Донском песчаном массиве, вторая популяция на меловых склонах правобережья р. Дон в окрестностях х. Мелоклетский и в центральной части Большой излучины Дона вблизи х. Камышинский, третья популяция, на меловых склонах правобережья р. Иловля в окрестностях с. Михайловка и с. Госконюшня (Hazubaska-Przybył, 2019; Kadochnikov, 2019; Kounadi, 2018; Karavitis, 2014; Le Saout, 2013; Mazur, 2021; Mazur, 2021).

В результате предварительного этапа исследования, проведения поисков актуальных данных пространственного распределения можжевельника казацкого, в Волгоградской области было определено местоположение Клетской популяции можжевельника согласно нормативно-правовому акту (Постановление Главы Администрации Волгоградской области от 25.08.2009 №993 "Об объявлении территорий в границах Дубовского, Клетского, Старополтавского, Суrowsикинского муниципальных районов Волгоградской области памятниками природы регионального значения"). Расположение Арчединско-Донской популяции на правобережье р. Иловли, было определено согласно Красной Книги Волгоградской области (Веденеев, 2006).

Juniperus sabina является единственным хвойным растением естественно произрастающим в условиях сухостепной зоны Волгоградской области, имеющий природно-охранный статус. Однако актуальные данные общей площади популяций и границы ареала отсутствуют, а исследования в данной области за последние 10 лет не проводились. В связи со сложившейся ситуацией перед нами была задача разработать методику подсчёта размеров ареала популяций можжевельника казацкого в Волгоградской области, а также проследить изменения в динамике (Веденеев, 2006; SRTM, 2022; Sillett, 2021).

Материалы и методы исследования

Объектом исследования являлся можжевельник казацкий (*Juniperus sabina* L.) представитель семейства Кипарисовых (Cupressaceae), естественно произрастающий в центральной части Волгоградской области, а также искусственно культивируется в коллекциях ФНЦ агроэкологии РАН (рисунок 1, 2).



Рисунок 1. Можжевельник казацкий в питомнике ФНЦ агроэкологии РАН



Рисунок 2. Можжевельник казацкий на меловых склонах правобережья р. Иловли (снимок Google Earth PRO)

Геоинформационный анализ, обработка и картографирование проводились в программах «QGIS 3.18.1», «Google Earth PRO». Для получения данных высотного положения популяций использованы векторные слои рельефа с сайта «<https://srtm.csi.cgiar.org/srtmdata/>», для определения пространственного распространения можжевельника казацкого на карту были нанесены геоточки согласно координатам открытой базы данных глобального биоразнообразия (Афонин, 2018; Global, 2022; SRTM, 2022). Проверка актуальности данных по распространению можжевельника казацкого, согласно выгруженным координатам, проводилась визуальными наблюдениями с помощью программы «Google Earth PRO» обзором с высоты 1,5-2 км. Исторические космоснимки произрастания можжевельника казацкого в разных биотопах были получены с помощью программы «Google Earth PRO».

Для получения более точных данных, площадь ареала определяли методом подсчёта пикселей на основе осенне-зимних снимков в программе «Adobe Photoshop» встроенным инструментом «Выделение -> Цветовой диапазон». Так как осенью и зимой вегетируют только хвойные растения соответственно, зная отличительные дешифровочные признаки можжевельника казацкого и сосны

обыкновенной (искусственные защитные насаждения), нам удалось выделить нужные контуры (рисунок 3, 4).

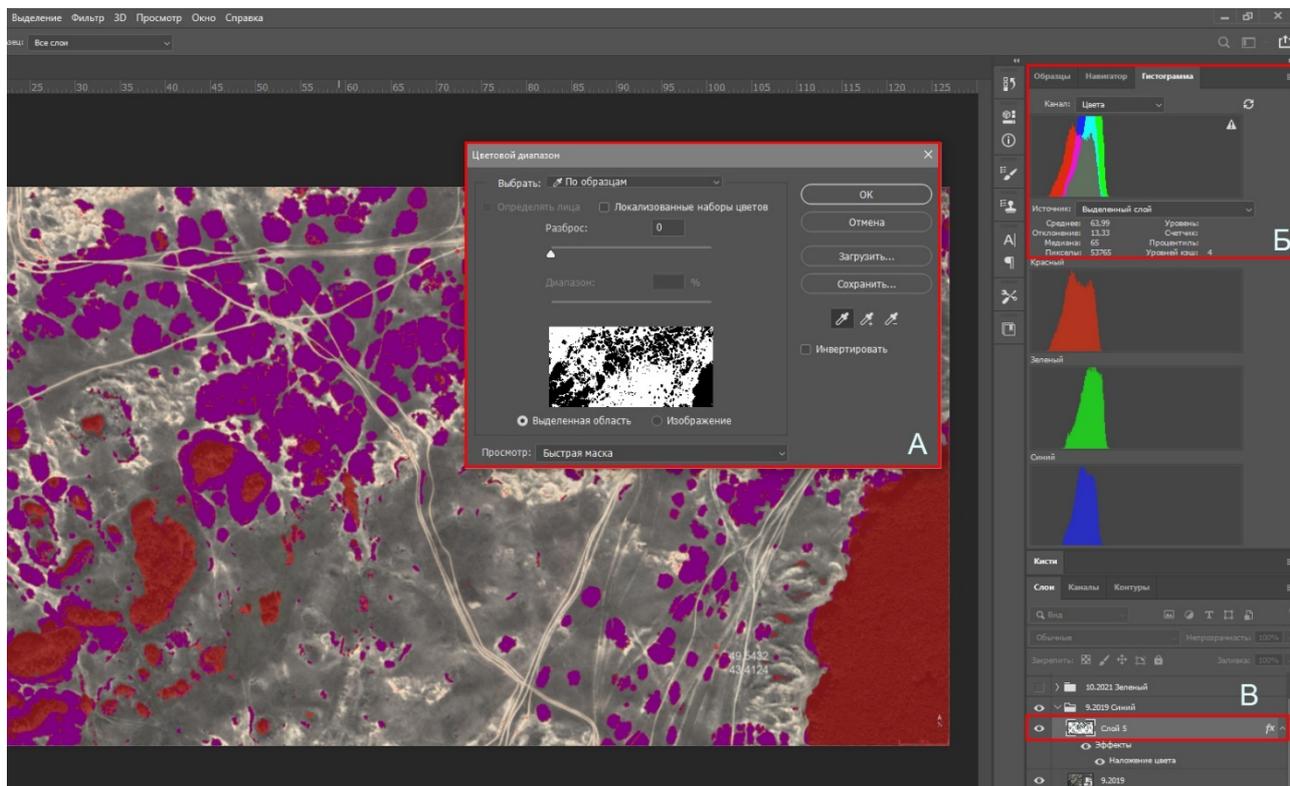


Рисунок 3. Процесс выделения можжевельника казацкого на космоснимке (А – Инструмент «Цветовой диапазон»; Б – Гистограмма, выбрав источником «Выделенный слой» выводятся подробные данные о растровом слое в том числе количество закрасенных пикселей, В – Слой с текстурой можжевельника казацкого без фона (почва, растения и прочие объекты несоответствующей выбранной цветовой палитре))

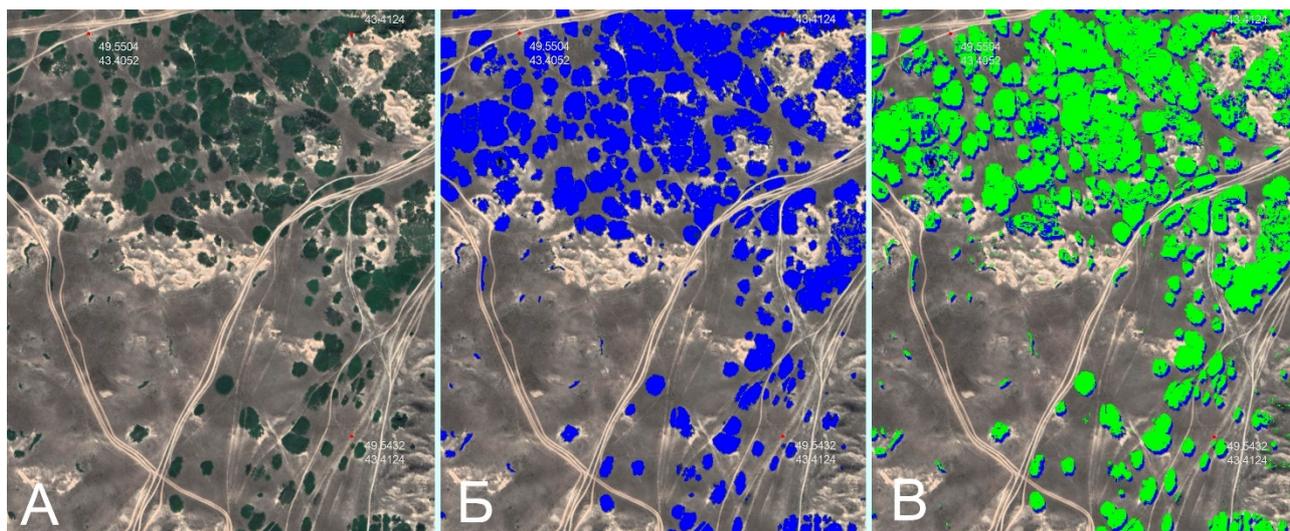


Рисунок 4. Наложение выделенных слоев можжевельника казацкого (А – космоснимок Арчединско-донских песков; Б – выделение можжевельника казацкого при помощи «Цветового диапазона» и закрасивание цветом для наглядности; В – наложение слоя-контура можжевельника казацкого последующего года)

Вычисляли площадь проекции на основе пикселей по формуле: $S = \frac{N}{n^2}$,

где (N) – общее число пикселей в слое, (n) – количество пикселей в 1-м погонном метре.

Для определения (n) необходимо было посчитать количество пикселей в масштабной линейке на космоснимке «Google Earth PRO» (рисунок 5).

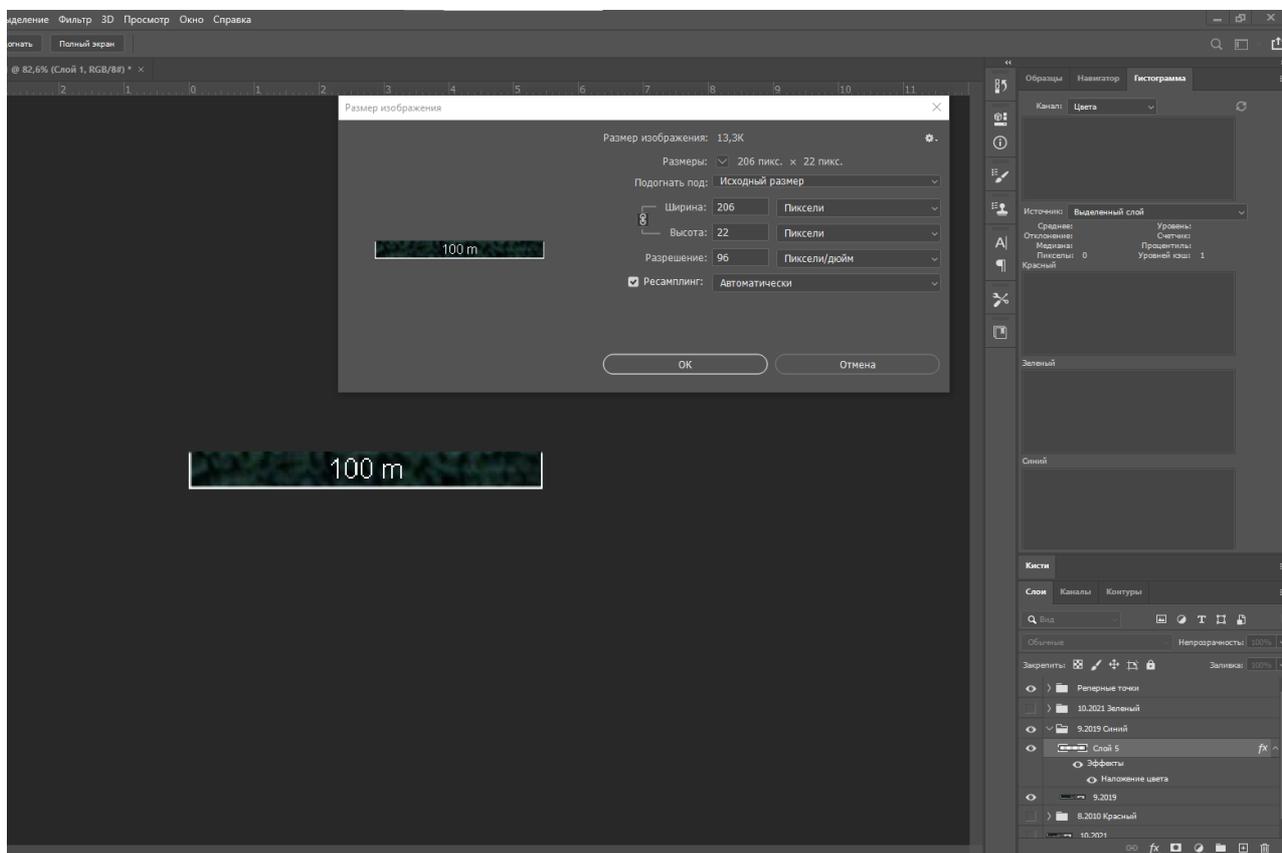


Рисунок 5. Масштабная линейка, определение количества пикселей в 100 метрах погонных

При визуальной идентификации можжевельника на карте, использовали осенние и беснежные зимние снимки.

Результаты и обсуждение

Можжевельник казацкий (*Juniperus sabina* L.) произрастает на территории пяти муниципальных районов Волгоградской области: Серафимовичский район, Фроловский район, Иловлинский район и Калачевский район (рисунок 6).

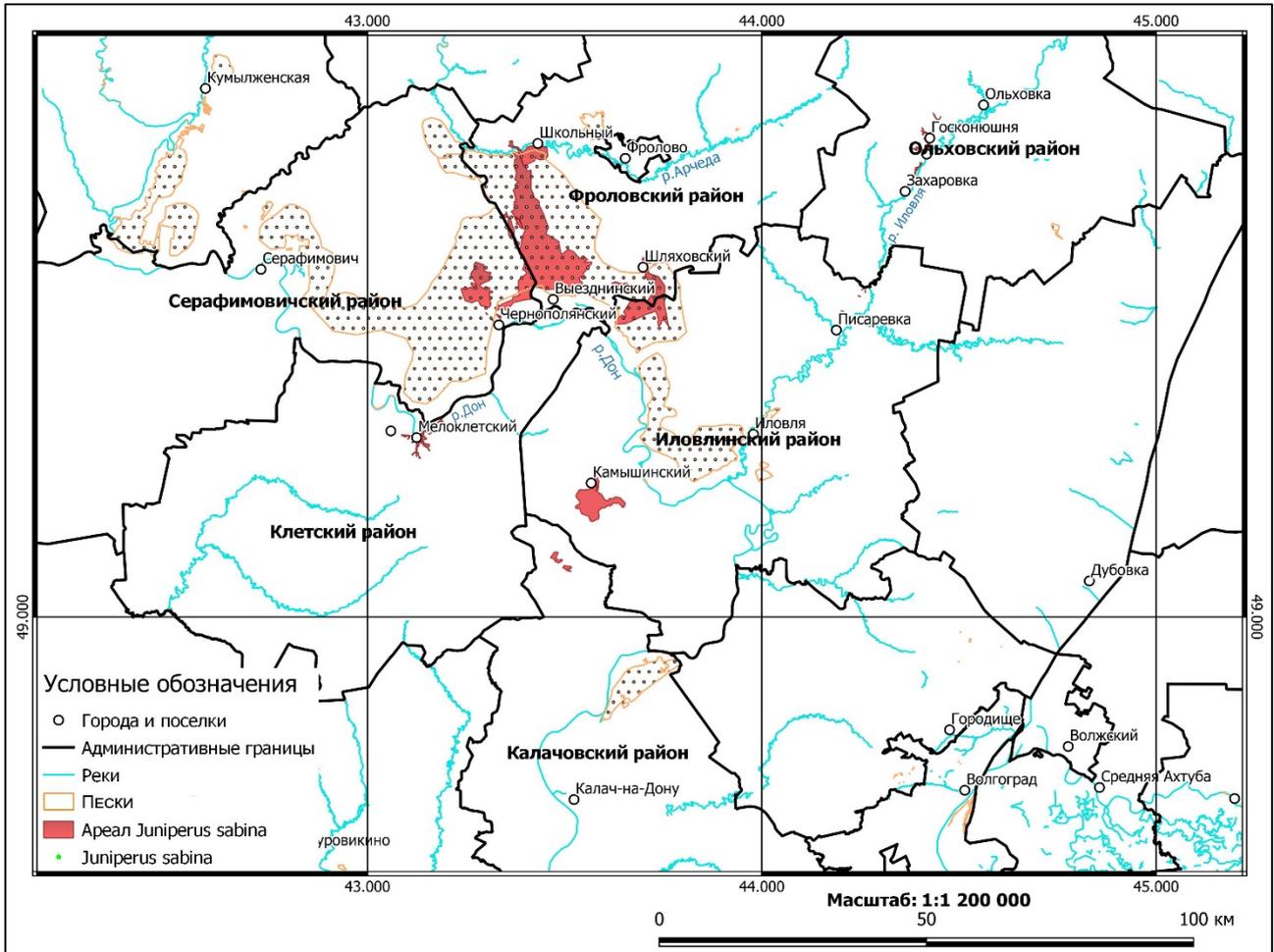


Рисунок 6. Административная карта Волгоградской области

На территории Волгоградской области можно выделить три крупные популяции можжевельника казацкого, изолированные друг от друга, произрастающие на меловых и песчаных почвах. Первая популяция располагается на меловых склонах балок и береговой линии Большой излучины Дона в окрестностях х. Мелоклетский и х. Камышинский, на высоте 50-200 метров над уровнем моря (рисунок 7, 8).

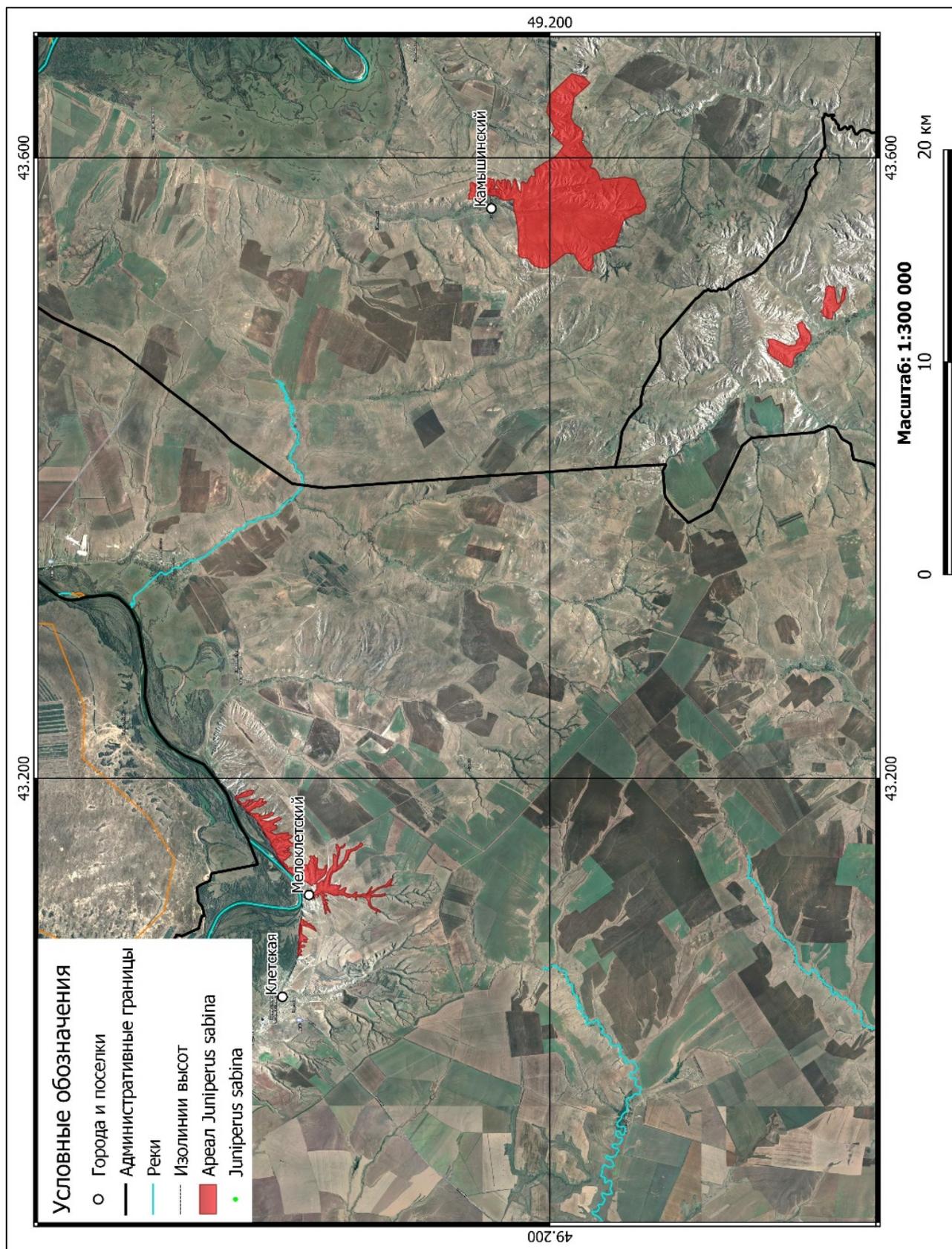


Рисунок 7. Расположение крупной популяции можжевельника казацкого на территории Большой излучины Дона

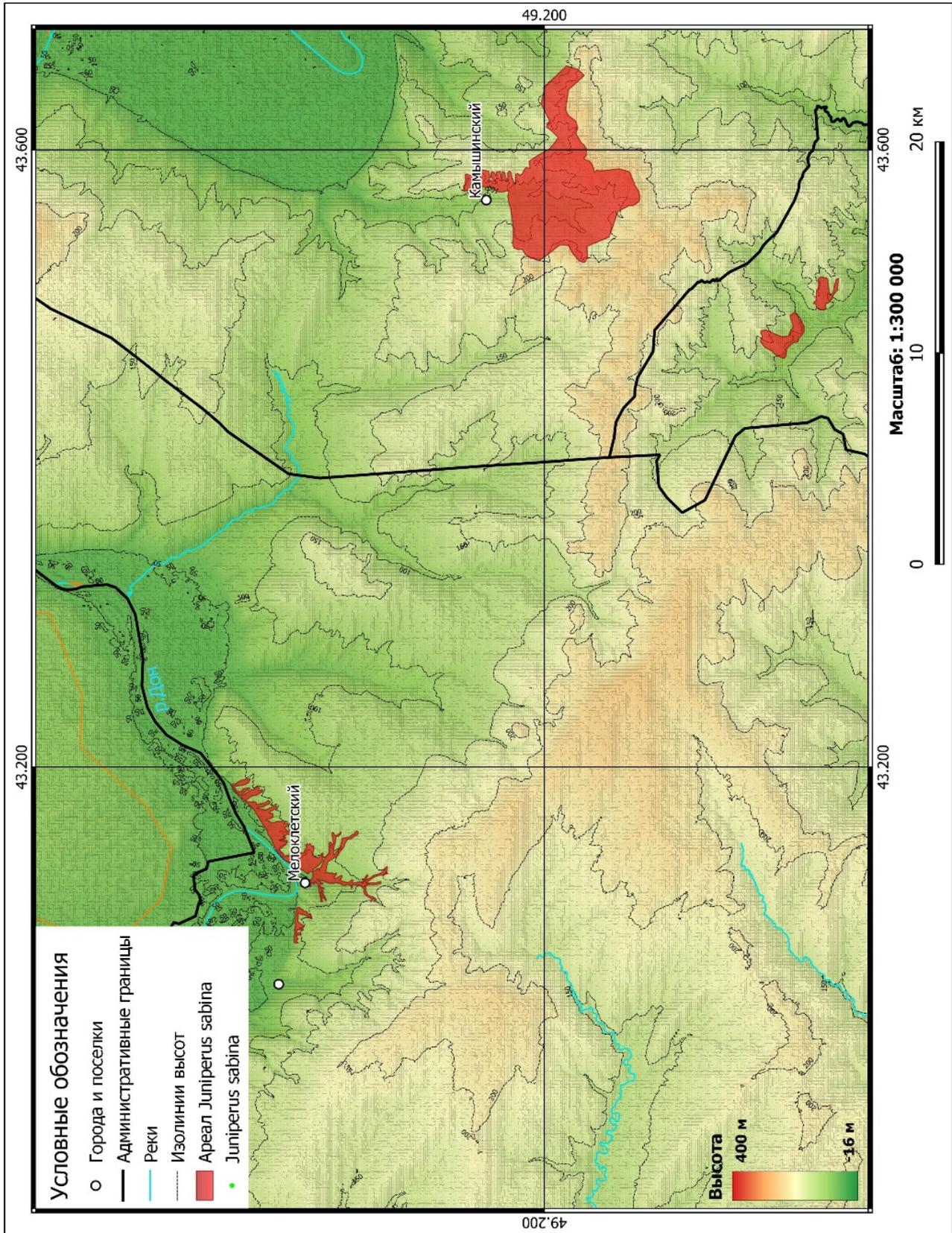


Рисунок 8. Высотное расположение популяций можжевельника казацкого на территории Большой излучины Дона

Вторая популяция *J. sabina* также растет на меловых почвах, однако располагается на территории Ольховского района, правобережья р. Иловля в окрестностях поселков Михайловка,

Госконюшня. Данная популяция является самой северной из найденных и малочисленной (рисунок 9). Располагаются растения на высоте 50-100 метров над уровнем моря (рисунок 10).

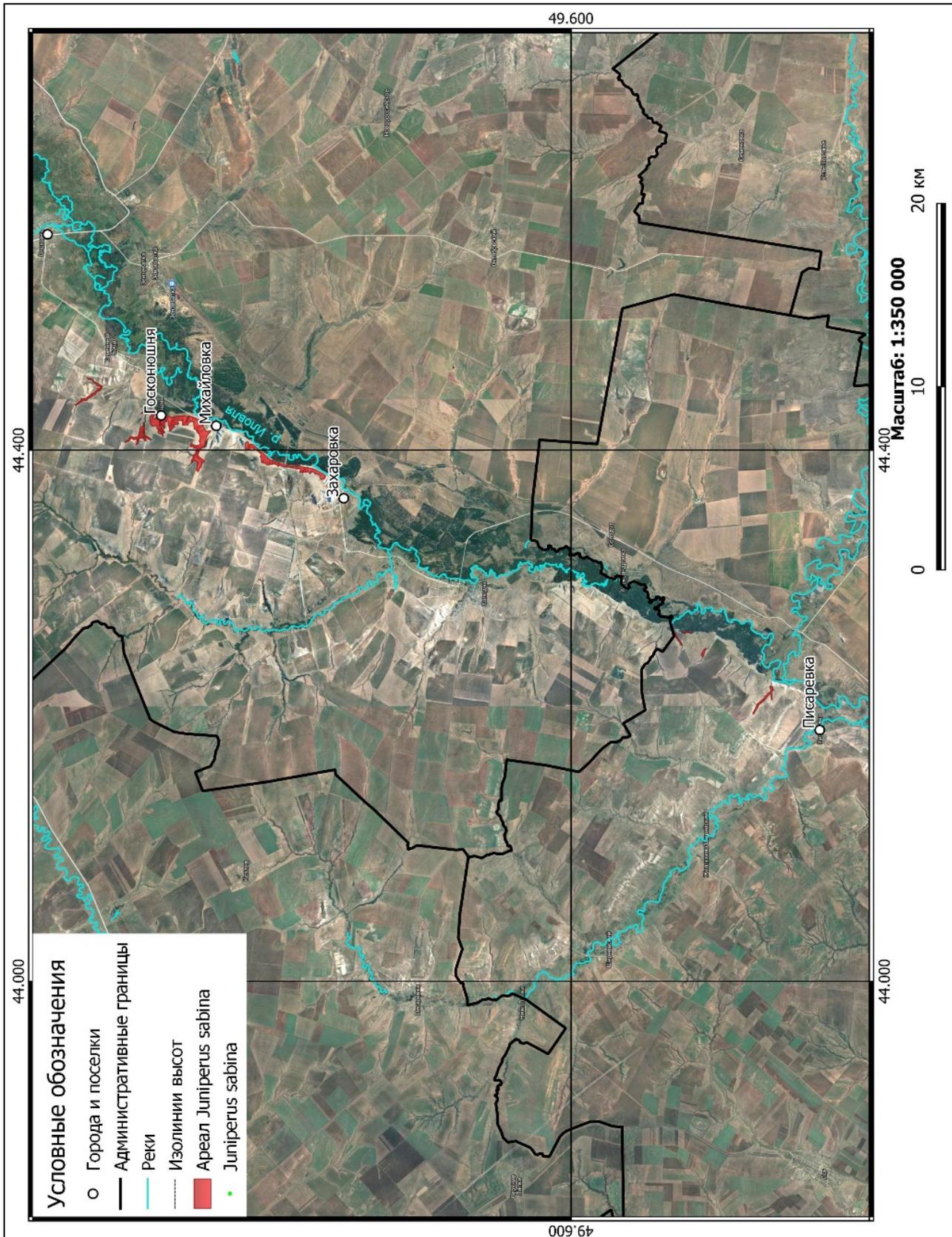


Рисунок 9. Расположение крупной популяции можжевельника казацкого на правом берегу р. Иловля

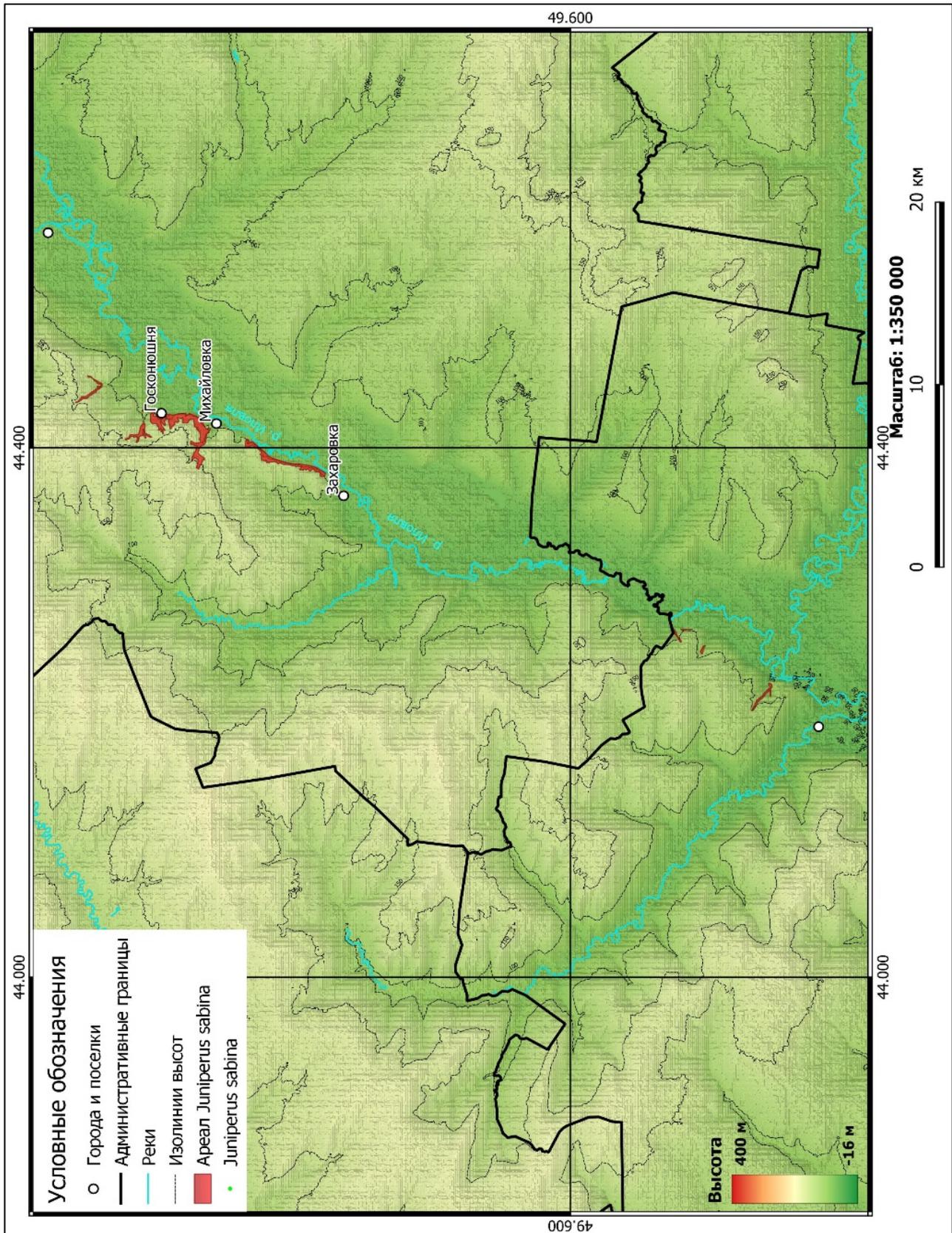


Рисунок 10. Высотное расположение популяций можжевельника казацкого на территории Большой излучины Дона

Самая крупная из представленных популяций находится на территории трех муниципальных районов: Серафимовичский, Фроловский и Иловлинский, в центральной части Арчединско-Донских

песков в непосредственной близости от хуторов: Чернополянский, Выезднинский, Шляховский, Школьный на высоте 50-100 метров над уровнем моря (рисунок 11, 12).

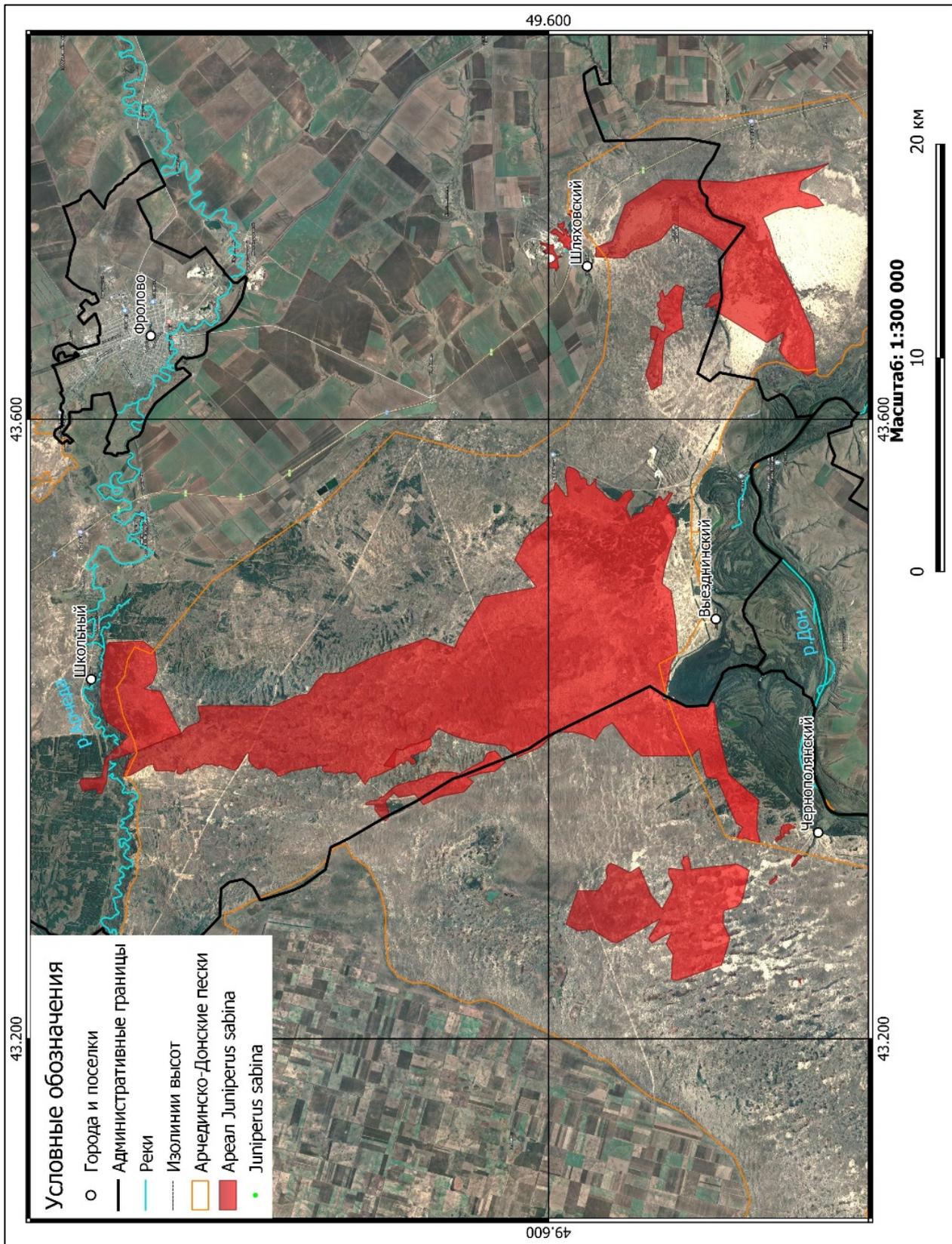


Рисунок 11. Расположение крупной популяции можжевельника казацкого на территории Арчединско-Донского песчаного массива

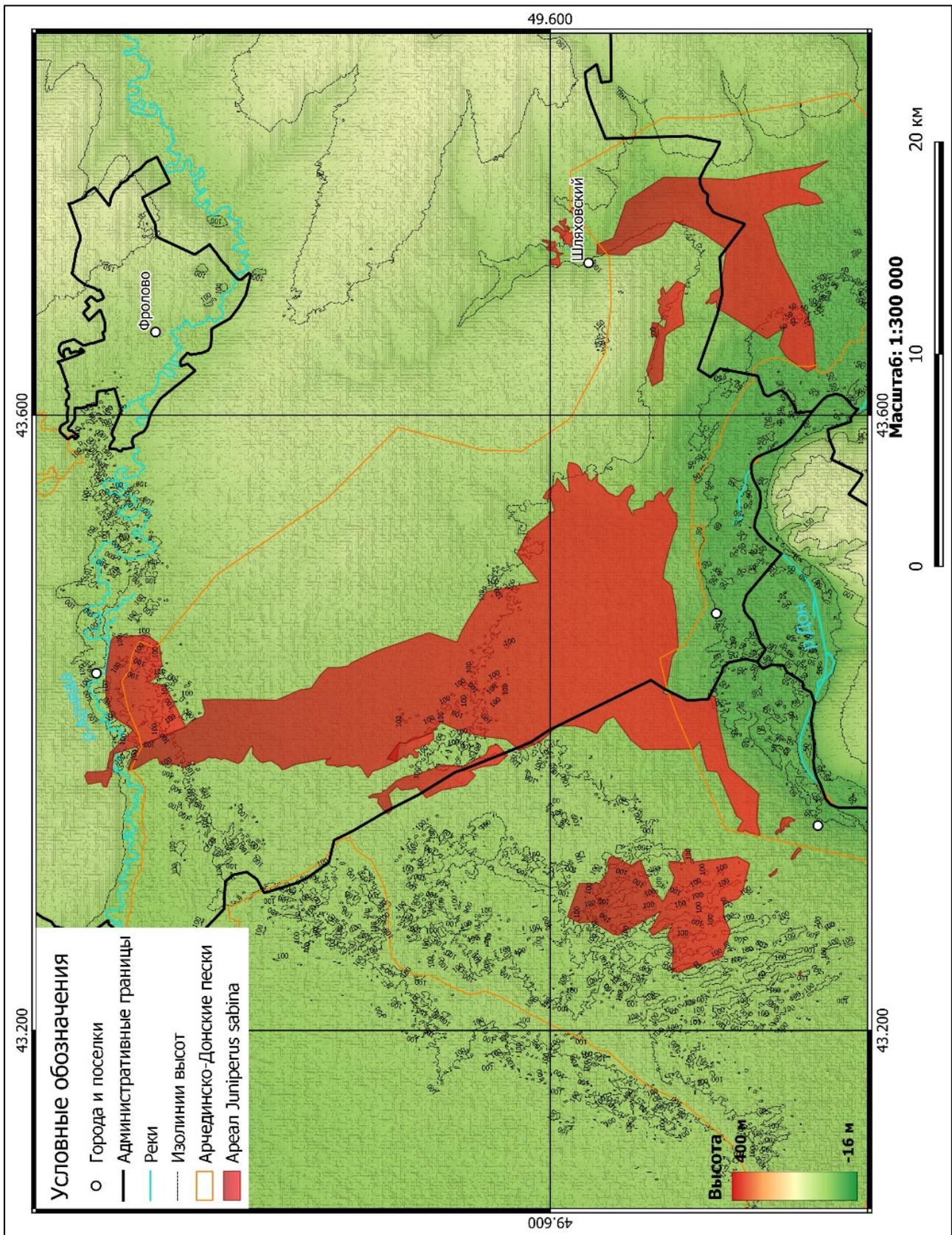


Рисунок 12. Высотное расположение популяций можжевельника казацкого на территории Арчединско-Донского песчаного массива

Предварительно были подсчитаны площади распространения можжевельника в программе «QGIS 3.18.1» в калькуляторе полигонов (таблица 1-3), однако показатели размеров, полученные данным методом, имели высокую погрешность и использовались лишь для ориентирования на карте (рисунок 13-15) (Arzac, 2016; Akaberi, 2020; Altaeva, 2019; Arkhipova, 2019; Baklanov, 2021; Castaldi, 2020).

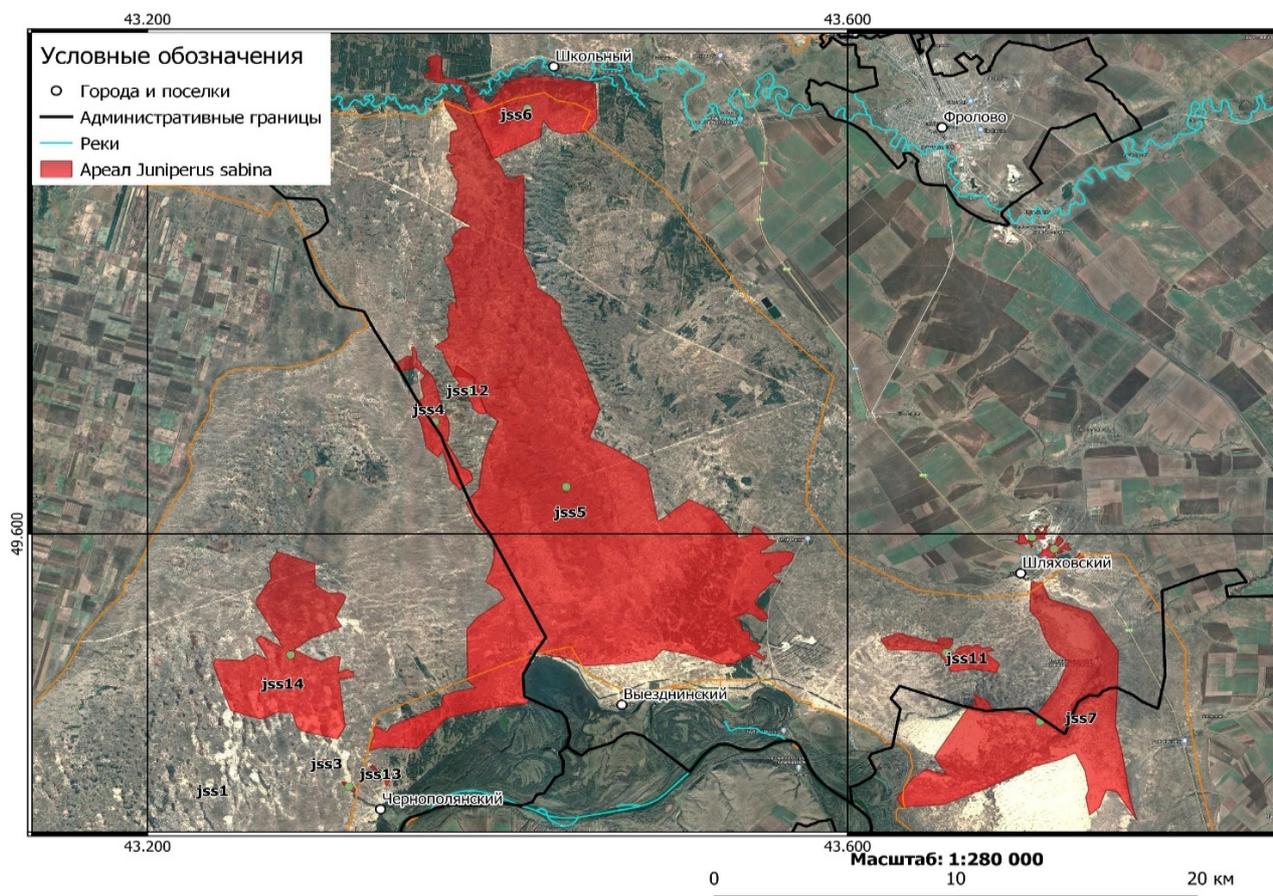


Рисунок 13. Популяция на песчаных массивах Арчединско-Донских песков

Таблица 1. Характеристики контуров распространения можжевельника казацкого по данным снимков 2021 года

Участок	Площадь, км ²	Координаты центроидов полигонов	
На песчаных почвах			
jss1	0,01	N49 29.745	E43 01.423
jss2	0,09	N49 29.841	E43 18.906
jss3	0,05	N49 30.408	E43 18.132
jss4	4,87	N49 38.729	E43 21.857
jss5	158,73	N49 37.142	E43 26.357
jss6	13,64	N49 46.332	E43 25.20
jss7	38,67	N49 31.437	E43 42.597
jss8	0,37	N49 35.919	E43 42.328
jss9	0,49	N49 35.634	E43 43.81
jss10	0,17	N49 35.330	E43 43.739
jss11	3,65	N49 33.114	E43 39.382
jss12	1,20	N49 39.504	E43 23.33
jss13	0,26	N49 30.128	E43 20.49
jss14	25,05	N49 33.56	E43 16.907

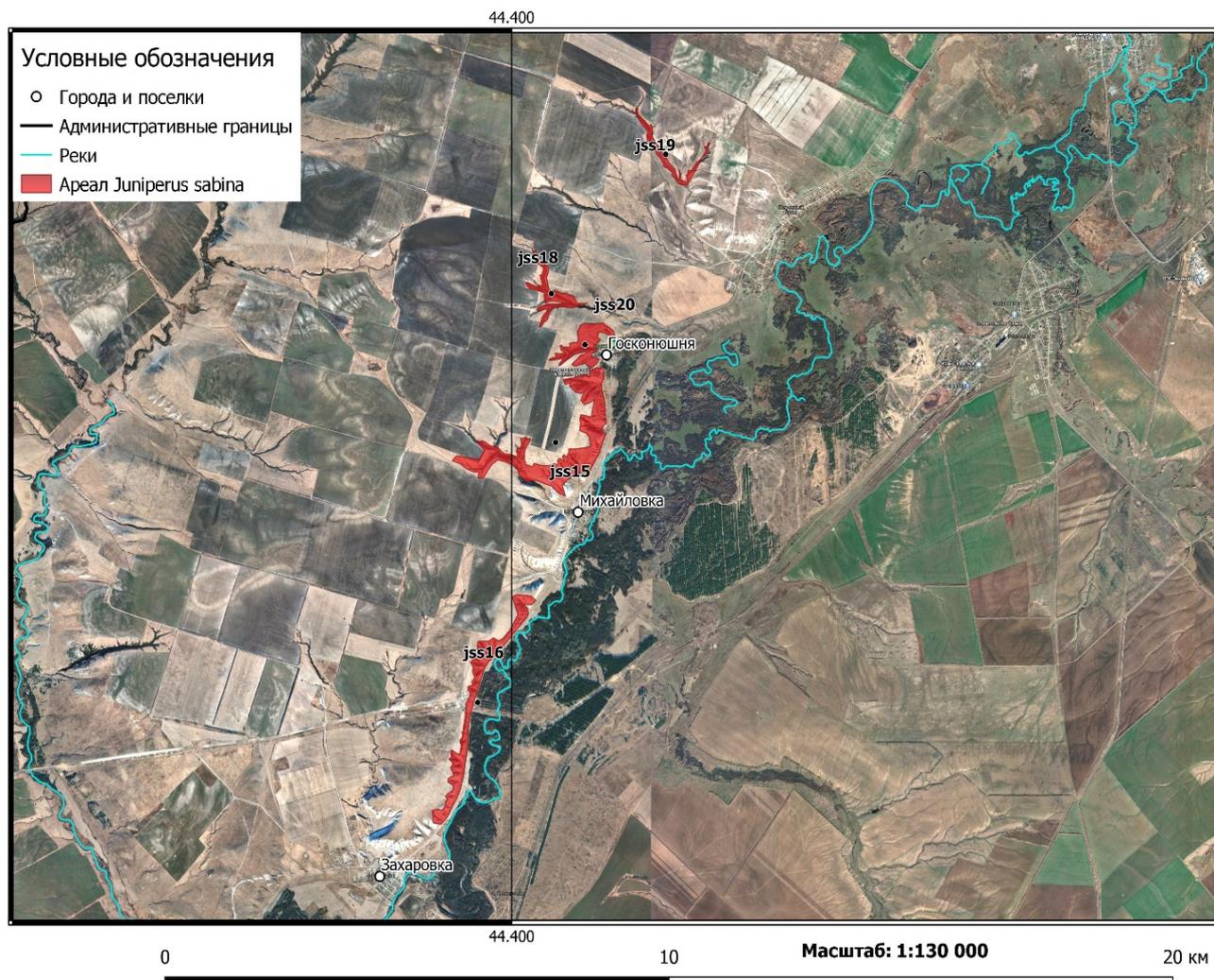


Рисунок 14. Популяция на меловых склонах правобережья р. Иловля

Таблица 2. Характеристики контуров распространения можжевельника казацкого по данным снимков 2021 года

Участок	Площадь, км ²	Координаты центроидов полигонов	
На меловых почвах			
jss15	1,65	N49 46.987	E44 24.726
jss16	0,94	N49 44.354	E44 23.440
jss18	0,31	N49 48.494	E44 24.656
jss19	0,19	N49 49.902	E44 26.541
jss20	0,01	N49 48.385	E44 25.695

Можжевельник на снимках имеет сизый цвет, ярко отличимый от цвета крон покрытосеменных и других хвойных. Рисунок 16(А) – можжевельники, как правило, вглубь лесных насаждений не проникают, на карте видно, как они образуют полог у краин сосновых насаждений, но также видны крупные популяции в глубине только на открытых участках, одиночные или небольшие группы деревьев можжевельники застилают по кругу, образуя овальные, округлые пятна.

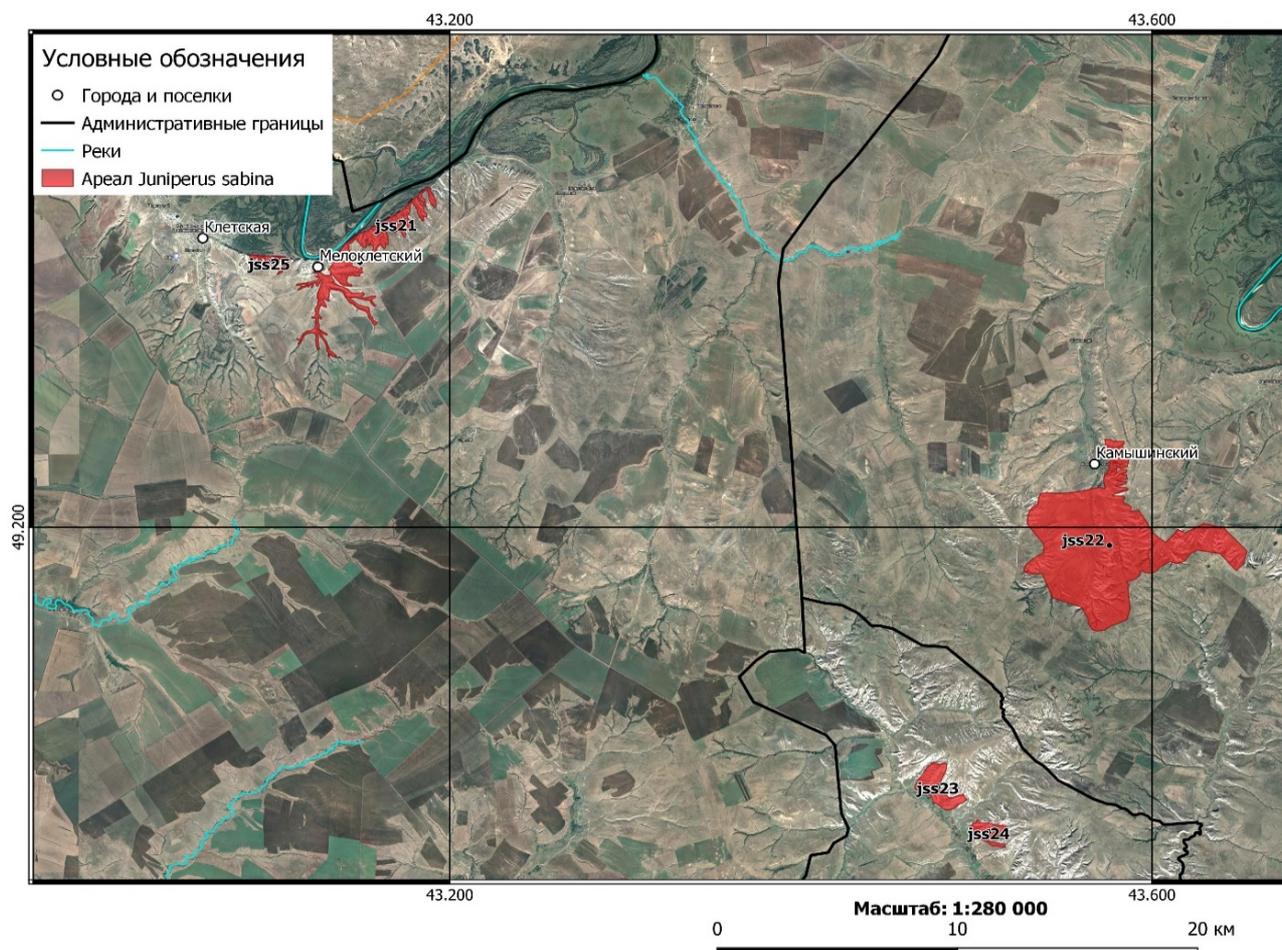


Рисунок 15. Популяция на меловых склонах правобережья р. Дон и в глубине Большой излучины Дона

Таблица 3. Характеристики контуров распространения можжевельника казацкого по данным снимков 2021 года

Участок	Площадь, км ²	Координаты центроидов полигонов	
		На меловых почвах	
jss21	5,31	N49 18.134	E43 08.929
jss22	28,47	N49 11.580	E43 34.548
jss23	1,80	N49 00.598	E43 28.678
jss24	0,92	N49 04.934	E43 30.418
jss25	0,39	N49 18.172	E43 05.945

Рисунок 16(Б) – на песках в равнинных частях можжевельник образует круглые, овальные куртины, не имеющие собственной тени, на дюнах принимают соответствующую форму, структура куртин рваная. Рисунок 16(В) – на меловых почвах можжевельник разрастается на склонах балок, имеют плотную однородную структуру, проникают вглубь истоков балки (García-Cervigón, 2017; Martynova, 2021).

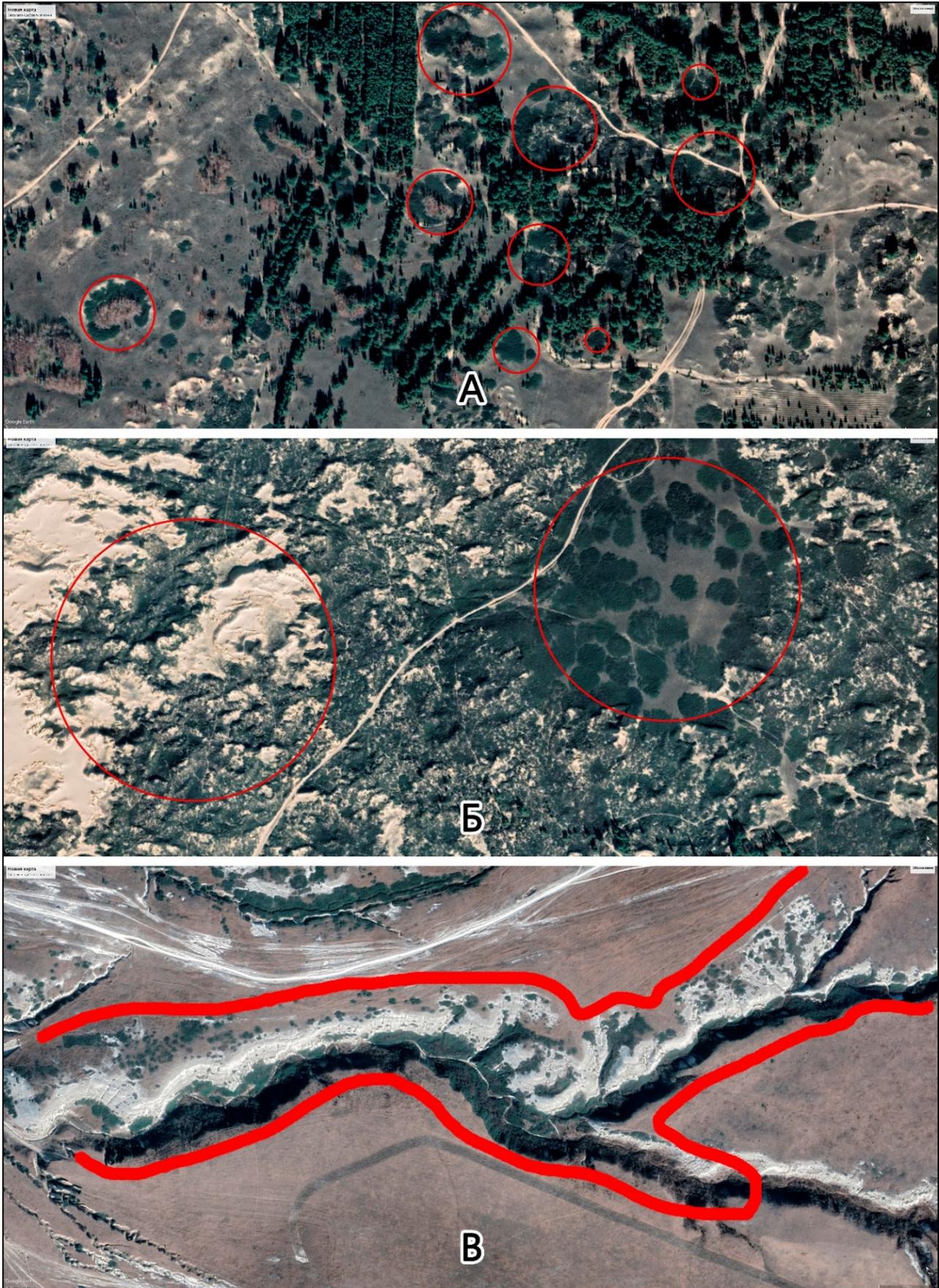


Рисунок 16. Дешифровочные признаки можжевельника казацкого (А – в сосновых насаждениях; Б – на открытых песчаных ландшафтах; В – на меловых склонах балок)

Для апробации разработанной методики нами были взяты 5 модельных участков на песчаных и 6 участков на меловых почвах. Распределение модельных участков по близлежащим метеостанциям следующее:

- Фроловская метеостанция – модельные участки №1-7, №10-11;
- Иловлинская метеостанция – модельные участки №9;
- Ольховской метеостанции – модельный участок №8.

Проведен анализ климатических условий с целью выявления степени их влияния рост и развитие популяций. Анализ диаграммы суммарного годового количества осадков показал, что количество осадков в период с 2002-2020 выпало 304-454 мм, самым засушливым годом стал 2020 (304 мм), а аномально влажным 2021 год (607 мм) (рисунок 17).

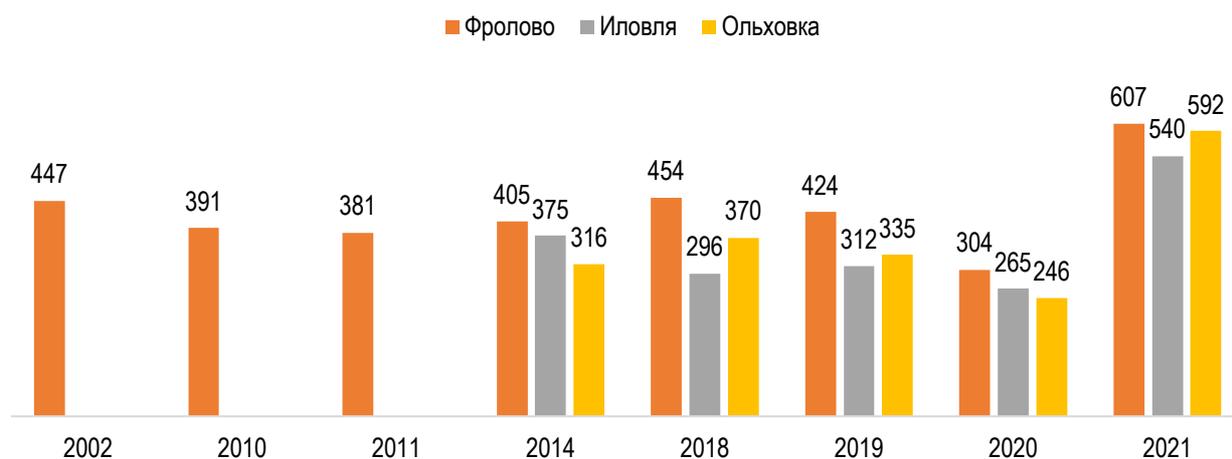


Рисунок 17. Суммарное годовое количество осадков на основе данных метеостанций близлежащих к модельным участкам

Обработка данных среднемесячных температурных значений на Фроловской метеостанции показала, что в феврале более отрицательные значения были зафиксированы в 2011 году (на 5° С), а февраль 2002 года оказался аномально теплым (среднемесячная температура достигла 0° С, на 7,16° выше нормы) по сравнению с среднемесячной многолетней температурой. Декабрь 2002 года оказался более холодным (ниже нормы на 9° С) по сравнению среднемесячной многолетней температурой. В весенне-летне-осенние месяцы температурная кривая имела отклонения не более 3-4° С от среднемесячной многолетней температуры (рисунок 18).

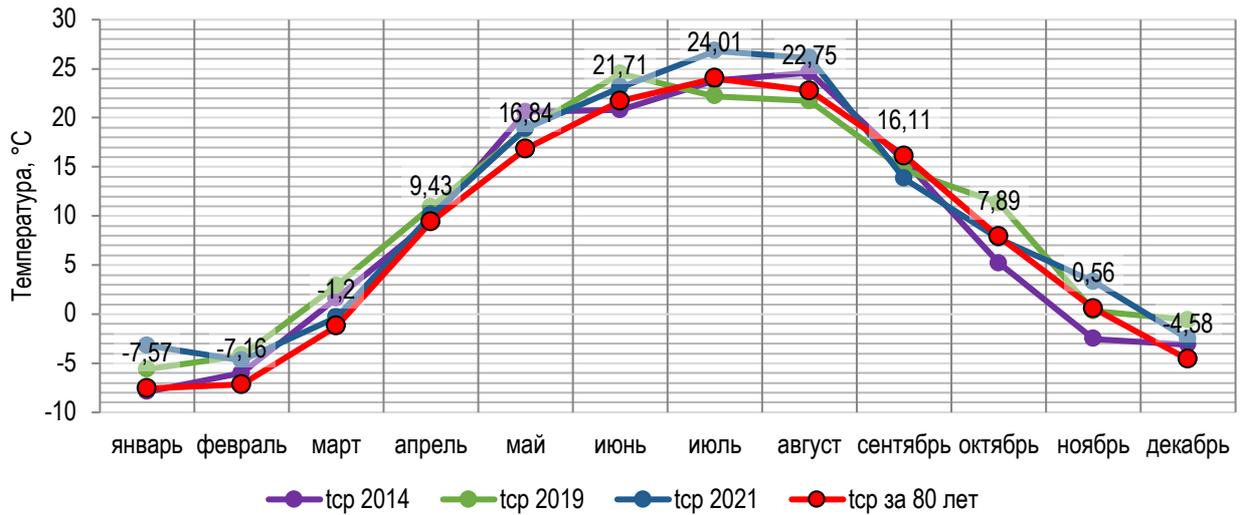


Рисунок 18. Температурный режим, зафиксированный на Фроловской метеостанции (тср – среднемесячные температуры)

Температурный режим Ольховской метеостанции характеризовался более теплыми зимними месяцами в 2020 году (январь, февраль на 6-6,5° С выше нормы) и более холодным декабрем (на 4,5° С ниже нормы), в 2018 году колебания температуры составили 3-4° С от среднемесячной многолетней (рисунок 19).

Температурные показатели (по данным Иловлинской метеостанции) 2014, 2019, 2021 колебались в пределах 3-4° С от среднемесячной многолетней температуры (рисунок 20).

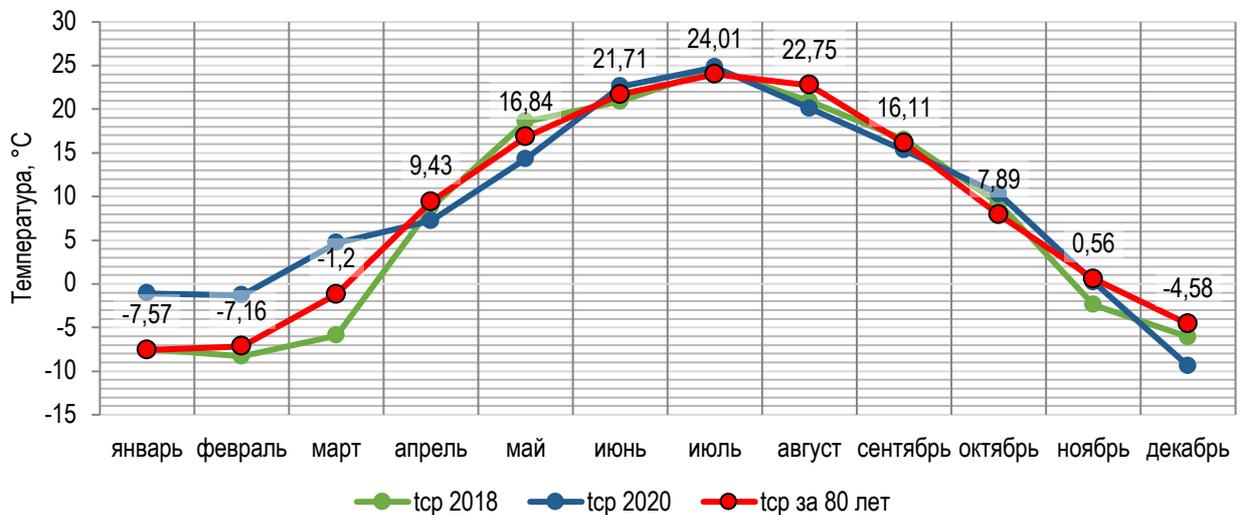


Рисунок 19. Температурный режим, зафиксированный на Ольховской метеостанции (тср – среднемесячные температуры)

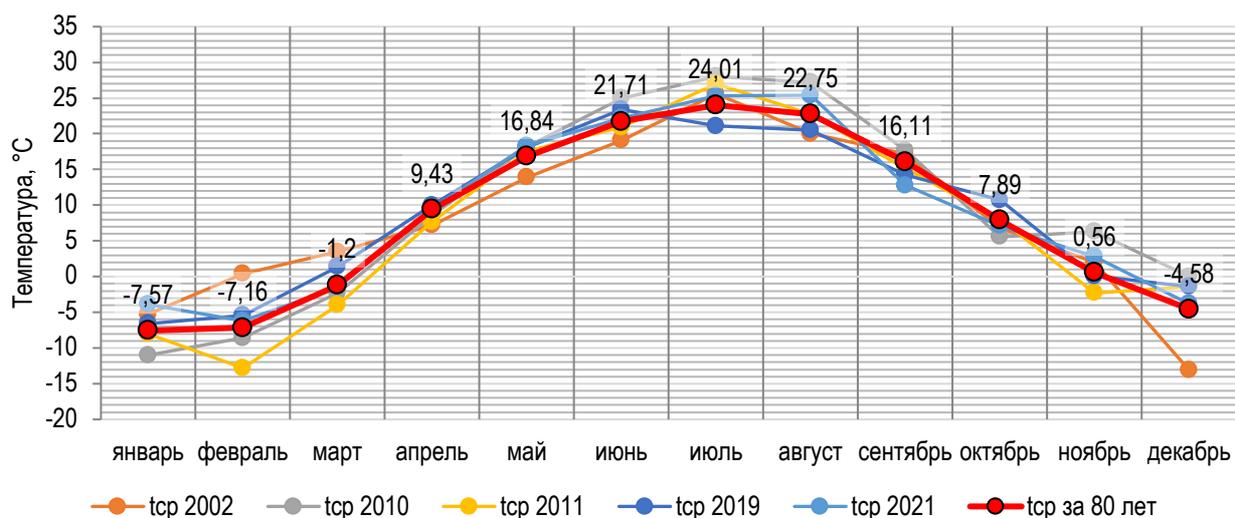


Рисунок 20. Температурный режим, зафиксированный на Иловлинской метеостанции (tcp – среднемесячные температуры)

В результате, проведенного процесса детерминации можжевельника казацкого при помощи инструмента «Цветовой диапазон» на космоснимках разных лет, были высчитаны площади (рисунок 21, таблица 4):

- Модельный участок №1 Арчединско-Донских песков - уменьшение площади распространения можжевельника на 11,23% за 10 лет;
- Модельный участок №2 Арчединско-Донских песков - уменьшение площади распространения можжевельника на 13,53% за 11 лет;
- Модельный участок №3 Арчединско-Донских песков - увеличение площади распространения можжевельника на 17,64% за 19 лет;
- Модельный участок №4 Арчединско-Донских песков - уменьшение площади распространения можжевельника на 42,11% за 19 лет;
- Модельный участок №5 Арчединско-Донских песков - увеличение площади распространения можжевельника на 9,77% за 10 лет

Таблица 4. Характеристика изменения площадей распространения можжевельника казацкого на модельных участках песчаных почв (Арчединско-Донские пески)

Номер модельного участка	Год съёмки	Площадь проекции, пиксели	Площадь проекции, км ²	Изменение площади, %
№1	Август 2011	126497	2,07	-11,23
	Август 2019	128975	2,11	
	Октябрь 2021	112291	1,84	
№2	Август 2010	65167	1,49	-13,53
	Сентябрь 2019	53765	1,23	
	Октябрь 2021	56351	1,29	
№3	Апрель 2002	10517	0,22	17,64
	Август 2011	16280	0,33	
	Сентябрь 2019	15317	0,31	
	Октябрь 2021	12372	0,25	
№4	Апрель 2002	26658	0,72	-42,11

	Август 2011	19787	0,53	
	Сентябрь 2019	12885	0,35	
	Октябрь 2021	15433	0,41	
№5	Август 2011	48431	0,69	9,77
	Сентябрь 2019	46937	0,67	
	Октябрь 2021	43698	0,62	

- Модельный участок №6 на территории Большой излуины Дона - уменьшение площади распространения можжевельника на 38% за 7 лет;
- Модельный участок №7 на территории Большой излуины Дона - уменьшение площади распространения можжевельника на 7% за 7 лет;
- Модельный участок №8 на территории правобережья р. Иловля – незначительное увеличение площади распространения можжевельника не более 1% за 2 года;
- Модельный участок №9 на территории Большой излуины Дона - уменьшение площади распространения можжевельника на 41% за 3 года;
- Модельный участок №10 на территории Большой излуины Дона - увеличение площади распространения можжевельника на 26% за 7 лет;
- Модельный участок №11 на территории Большой излуины Дона - увеличение площади распространения можжевельника на 24% за 7 лет (рисунок 22, таблица 5).

Таблица 5. Характеристика изменения площадей распространения можжевельника казацкого на модельных участках меловых почв

Название модельного участка	Год съёмки	Площадь проекции, пиксели	Площадь проекции, км ²	Изменение площади, %
Мелоклетский (хутор, Клетский р-он) №6	Сентябрь 2014	65397	0,97	-38
	Сентябрь 2019	68174	1,01	
	Октябрь 2021	40715	0,60	
Мелоклетский (хутор, Клетский р-он) №7	Сентябрь 2014	27447	0,77	-7
	Август 2011	23529	0,66	
	Сентябрь 2019	25520	0,71	
Михайловка (село, Ольховский р-он) №8	Ноябрь 2018	6672	0,35	0
	Декабрь 2020	6680	0,35	
Камышинский (хутор, Иловлинский р-он) №9	Август 2019	15895	0,62	-41
	Сентябрь 2019	10013	0,39	
	Октябрь 2021	9433	0,37	
Мелоклетский (хутор, Клетский р-он) №10	Сентябрь 2014	3640	0,14	26
	Сентябрь 2019	5182	0,20	
	Октябрь 2021	4601	0,18	
Мелоклетский (хутор, Клетский р-он) №11	Сентябрь 2014	24120	0,49	24
	Сентябрь 2019	23427	0,47	
	Октябрь 2021	29971	0,60	

Анализ визуализированных данных площадей популяций на модельных участках выявил негативную динамику изменения. Наибольшие изменения зафиксированы на модельных участках Арчединско-Донских песков - до 39,46% суммарного сокращения территории занимаемыми можжевельниками и до 36% на меловых почвах (рисунок 18, 19, 20-22).

Самые крупные изменения были отмечены на модельных участках №4, №6, №9, площади популяций на данных участках сократились до 43%. Причинами сокращения популяций могут быть разнообразными, так на территории модельного участка №9 произошел пожар в 2019 году, в результате которого сгорело более 40% местной популяции можжевельника казацкого. Причины существенных изменений популяции можжевельника на песчаном массиве не было определено, так как отсутствовали круглогодичные космоснимки с целью выявления пожаров методами дистанционного зондирования (рисунок 23-26).

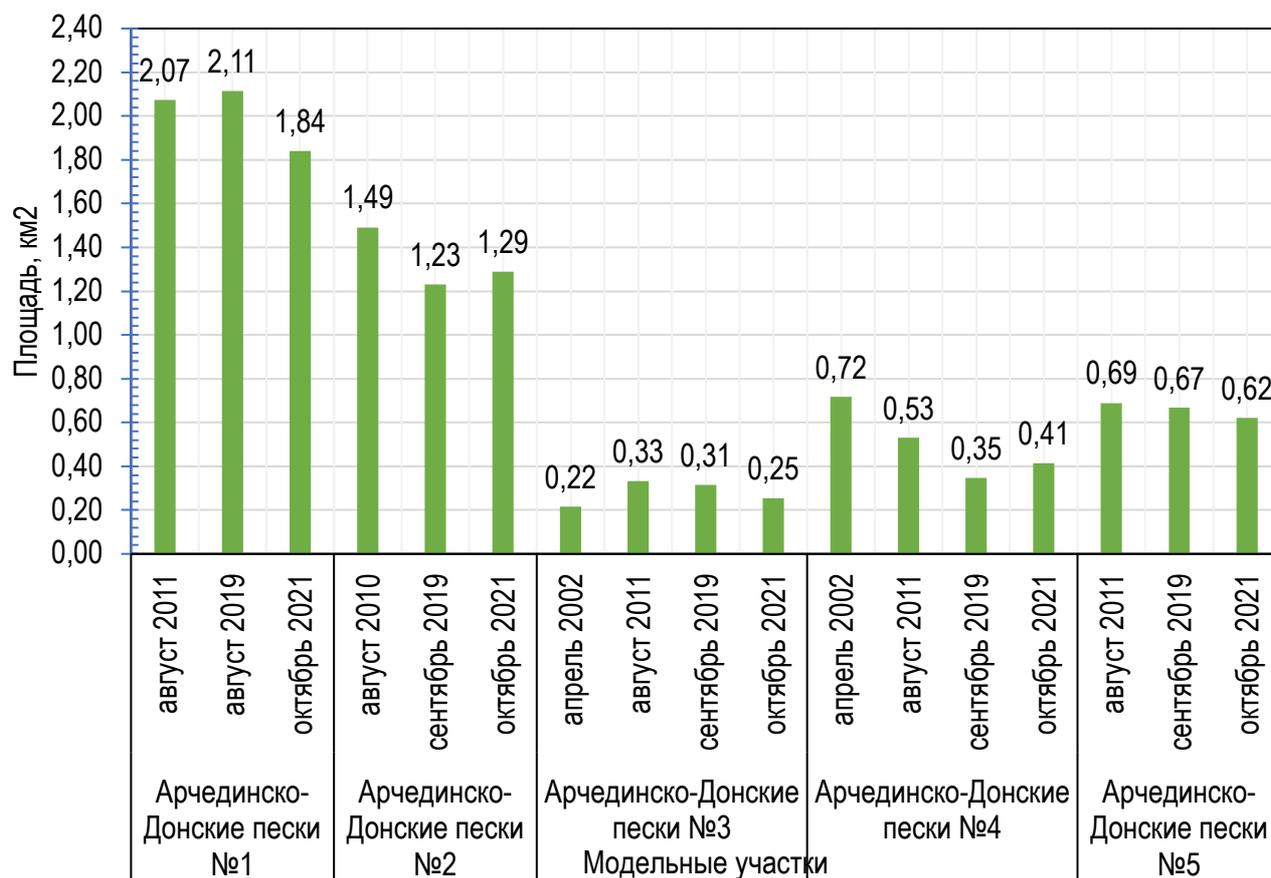


Рисунок 21. Площади модельных участков, растущих на песчаных почвах

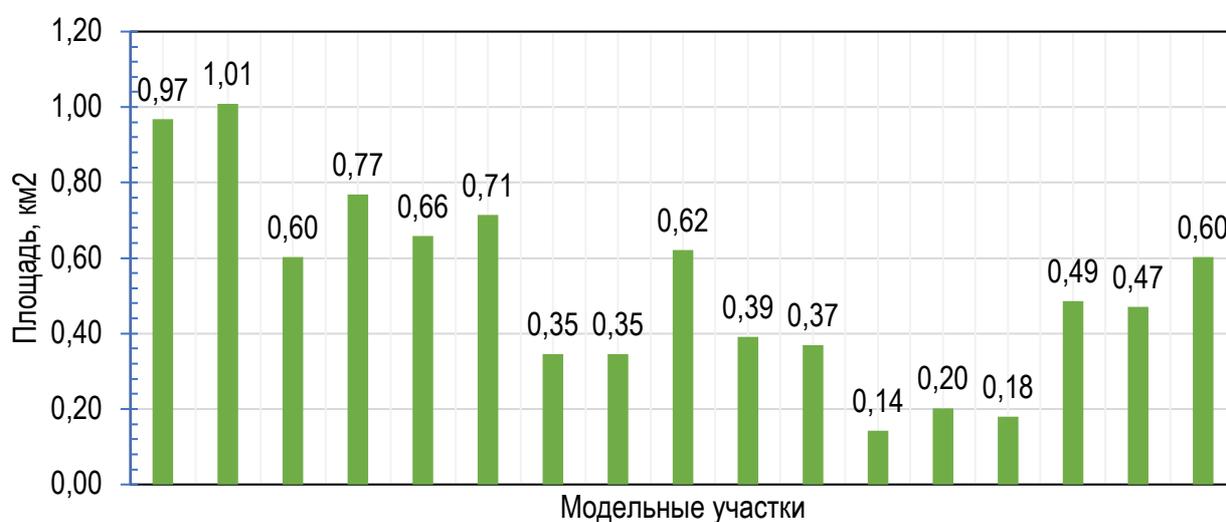


Рисунок 22. Площади модельных участков, растущих на меловых почвах

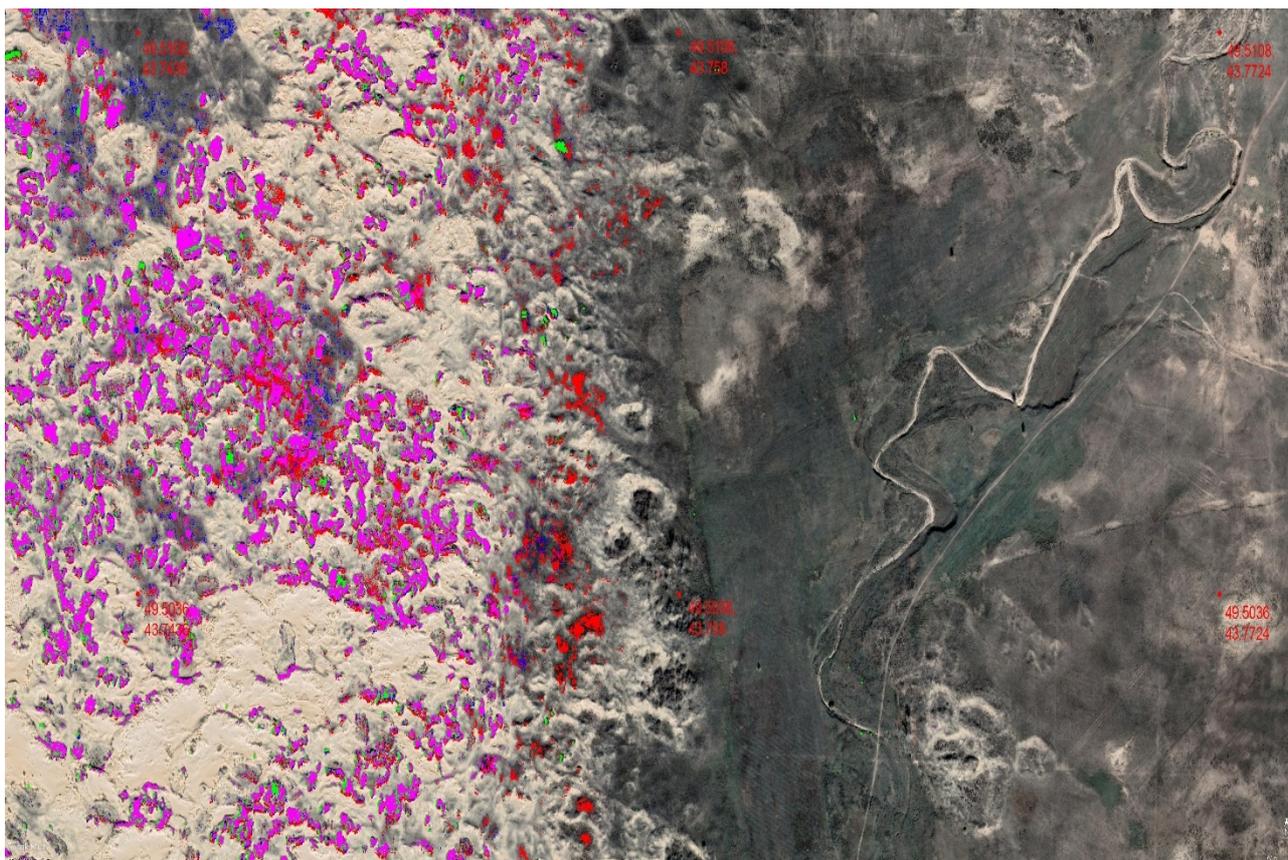


Рисунок 23. Визуализация изменения распространения можжевельника казацкого на песчаном массиве (красным цветом выделены популяции 2002 года, синим – 2011 года, зеленым – 2019 года, розовым – 2021 года)

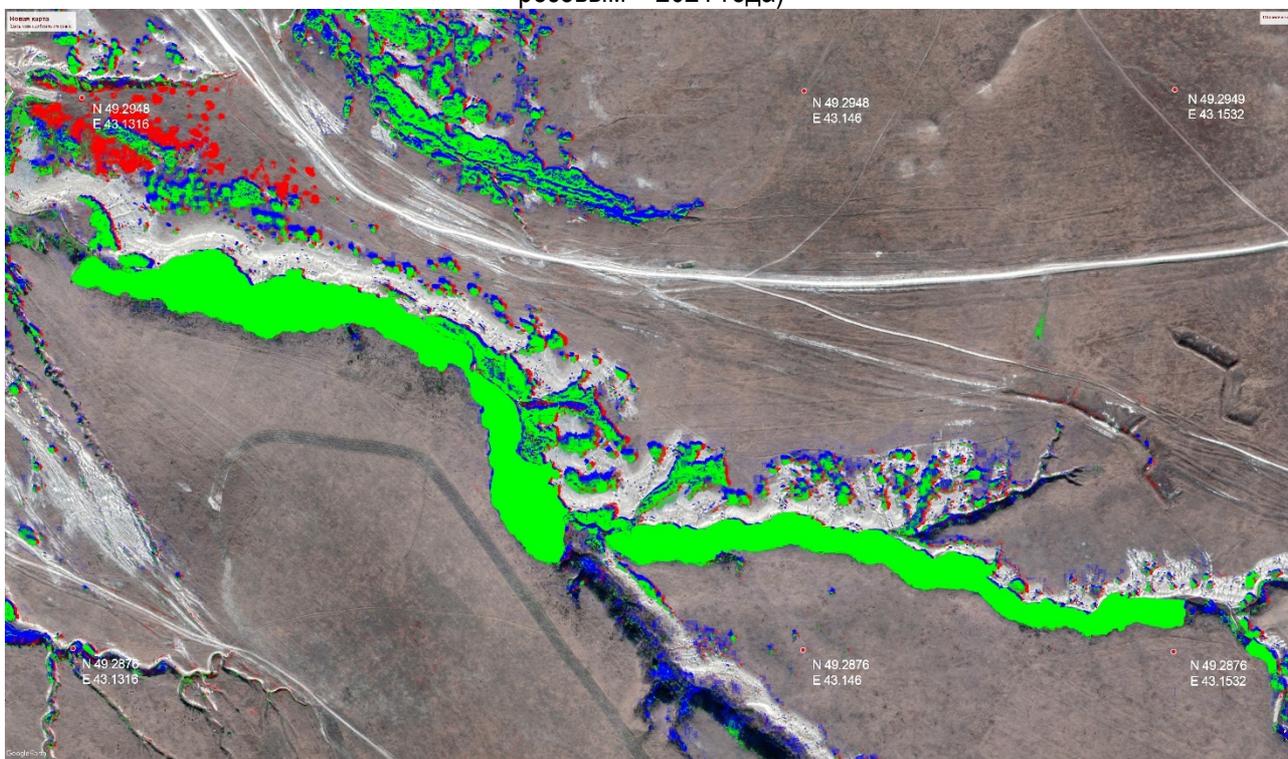


Рисунок 24. Визуализация изменения распространения можжевельника казацкого на меловых склонах правобережья р. Дон (красным цветом выделены популяции 2014 года, синим – 2019 года, зеленым – 2021 года)

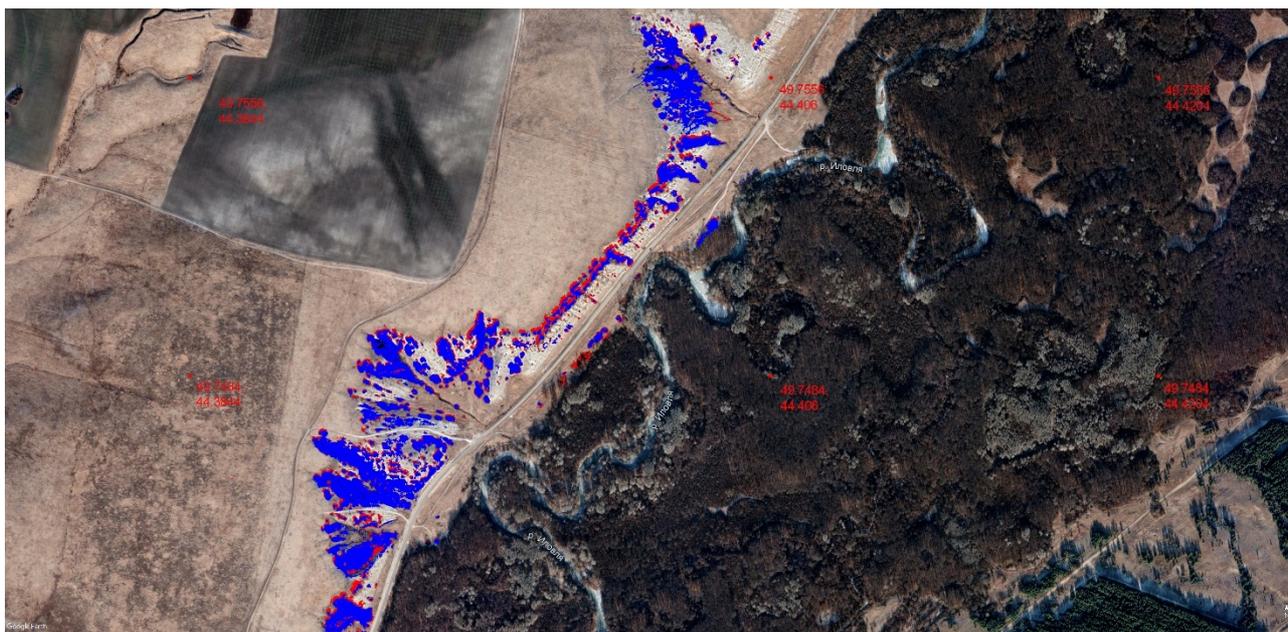


Рисунок 25. Визуализация изменения распространения можжевельника казацкого на правом берегу р. Иловля (красным цветом выделены популяции 2018 года, синим – 2020 года)

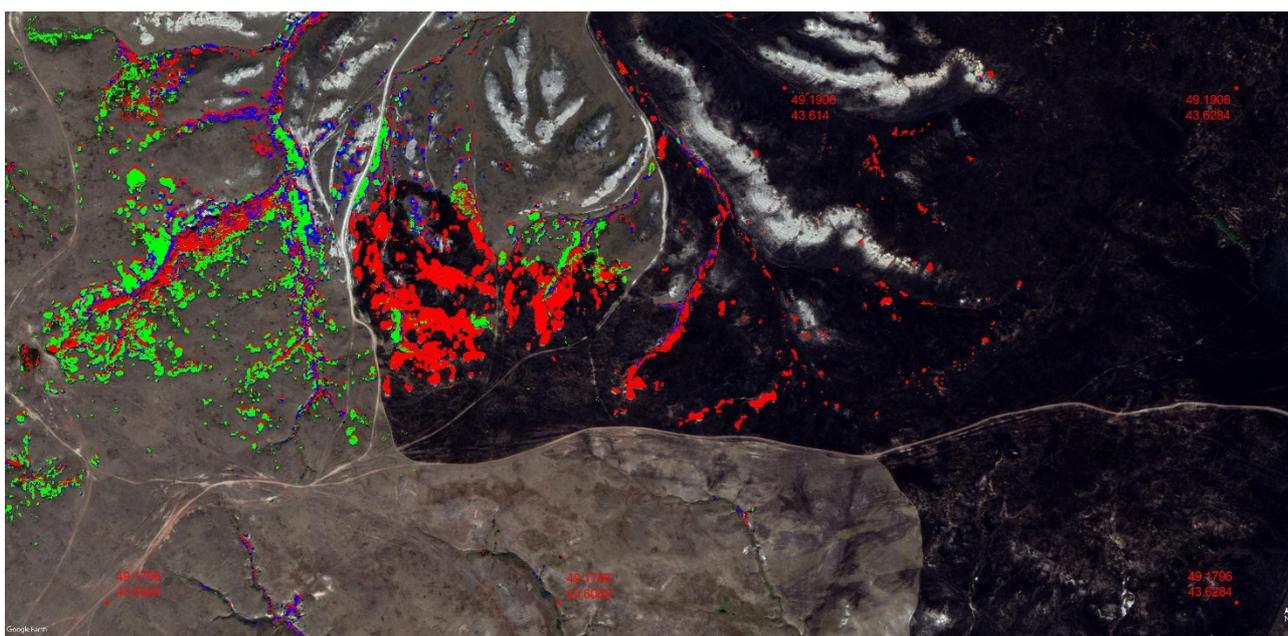


Рисунок 26. Визуализация изменения распространения можжевельника казацкого на песчаном массиве (красным цветом выделены популяции 2019 года до пожара, синим – 2019 года после пожара, зеленым – 2021 года)

Заключение

В результате проведенного мониторинга пространственного распределения можжевельника казацкого в Волгоградской области нами были выделены три крупных популяции: первая популяция располагается на меловых склонах балок и береговой линии Большой излучины Дона в окрестностях х. Мелоклетский и х. Камышинский, на высоте 50-200 метров над уровнем моря; вторая популяция *J. sabina* также произрастает на меловых почвах Ольховского района, правобережья р. Иловля в окрестностях поселков Михайловка, Госконюшня на высоте 50-100 метров над уровнем моря; третья самая крупная из представленных популяций находится на территории трех муниципальных районов: Серафимовичский, Фроловский и Иловлинский, в центральной части Арчединско-Донских песков в непосредственной

близости от хуторов: Чернополянский, Выезднинский, Шляховский, Школьный на высоте 50-100 метров над уровнем моря.

Проведенный климатических условий не выявил четкой корреляции уменьшения площади распространения можжевельника казацкого и погодных условий территории. Возможной причиной уменьшения площади популяций могли стать антропогенные на растения. Так на территории модельного участка №9 произошел пожар в 2019 году, в результате которого сгорело более 40% местной популяции можжевельника казацкого. Самые крупные изменения произошли на модельных участках №4, №6, №9, площади популяций на данных участках сократились до 43%.

Процесс детерминации можжевельника казацкого на космоснимках разных лет выявил следующие закономерности: негативная динамика пространственного распределения популяций можжевельника казацкого отмечена на модельных участках Арчединско-Донских песков до 39,46% уменьшения территорий, занимаемые ранее, до 36% на меловых почвах.

Апробация разработанной методики детерминации популяций можжевельника казацкого выявила дальнейший вектор улучшения методики обработки космоснимков. Основными недостатками данного подхода, обнаруженных в ходе проведенного исследования, являются экспозиция космоснимков (важно подбирать снимки с одного и того же спутника в одинаковый момент времени), наличие теней от неровностей рельефа (повышение сложности идентификации материала и повышение погрешности). В ходе полученного опыта использования инструмента «Цветовой диапазон» для детерминации популяций можжевельника казацкого на космоснимках, была определена перспективность использования в будущих исследованиях нейронных сетей с интеграцией алгоритма выделения по цвету, что теоретически может нивелировать недостатки апробированной методики.

Список литературы

1. Афонин А.Н., Соколова Ю.В. (2018). Эколого-географический анализ и моделирование распространения биологических объектов с использованием ГИС. Учебное пособие (Практикум). СПб: Изд-во ВВМ. 121 с.
2. Веденеев А.М., Землянская И.В., Игнатов М.С. [и др.] (2006). Красная книга Волгоградской области. Комитет охраны природы Администрации Волгоградской области. Волгоград. ВГОО "ТОРНП "Свободное слово". Том. 2. 236 с.
3. Arzac, A., García-Cervigón, A.I., Vicente-Serrano, S.M., Loidi, J., Olano, J.M. Phenological shifts in climatic response of secondary growth allow *Juniperus sabina* L. to cope with altitudinal and temporal climate variability. *Agricultural and Forest Meteorology*. 2016. Vol. 217. P. 35-45. DOI: 10.1016/j.agrformet.2015.11.011.
4. Akaberi, M., Boghrati, Z., Amiri, M.S., Khayyat, M.H., Emami, S.A. A review of conifers in Iran: Chemistry, biology and their importance in traditional and modern medicine. *Current Pharmaceutical Design*. 2020. Vol. 26. Iss. 14. P. 1584-1613. DOI: 10.2174/1381612826666200128100023.
5. Altaeva, A.A., Shamganova, L.S., Zhirnov, A.A. (2019). Digital simulation of the orlov deposit surface using geoinformation technologies. *Gornyi Zhurnal*. Vol. 4. P. 77-80. DOI: 10.17580/gzh.2019.04.17.
6. Arkhipova, O.E., Buziyana, K.S. (2019). Using GIS technologies for analysis of on-farm land management. *InterCarto, InterGIS*. Vol. 25. P. 362-373. DOI: 10.35595/2414-9179-2019-1-25-362-373.
7. Baklanov, P.Y. (2021). Monitoring of Regional Nature Management. *Geography and Natural Resources*. Vol. 42. Iss. 3. P. 195-201. DOI: 10.1134/S1875372821030057.
8. Castaldi, C., Marchi, M., Vacchiano, G., Corona, P. Douglas-fir climate sensitivity at two contrasting sites along the southern limit of the European planting range. *Journal of Forestry Research*. 2020. Vol. 31. Iss. 6. P. 2193-2204. DOI: 10.1007/s11676-019-01041-5.
9. Global Biodiversity Information Fund [Electronic resource]: database. – Access mode: <https://www.gbif.org> (Date of access: 20.1.2022).
10. García-Cervigón, A.I., Velázquez, E., Wiegand, T., Escudero, A., Olano, J.M. Colonization in Mediterranean old-fields: the role of dispersal and plant-plant interactions. *Journal of Vegetation Science*. 2017. Vol. 28. Iss. 3. P. 627-638. DOI: 10.1111/jvs.12500.

11. Hazubska-Przybył, T. Propagation of Juniper species by plant tissue culture: A mini-review. *Forests*. 2019. Vol. 10. Iss. 11. № 1028. P. 1-17. DOI: 10.3390/f10111028.
12. Kadochnikov, A.A. (2019). Application of geoinformation technologies for arranging a satellite monitoring system. *Geodezia i Kartografia*. Vol. 80. Iss. 1. P. 110-118. DOI: 10.22389/0016-7126-2019-943-1-110-118.
13. Kounadi, O., Resch, B. (2018). A Geoprivacy by Design Guideline for Research Campaigns That Use Participatory Sensing Data. *Journal of Empirical Research on Human Research Ethics*. Vol. 13. Iss. 3. P. 203-222. DOI: 10.1177/1556264618759877.
14. Karavitis, C.A., Tsesmelis, D.E., Skondras, N.A., Stamatakos, et. all. (2014). Linking drought characteristics to impacts on a spatial and temporal scale. *Water Policy*. Vol. 16. Iss. 6. P. 1172-1197. DOI: 10.2166/wp.2014.205.
15. Le Saout, S., Hoffmann, M., Shi, Y., Hughes, A., Bernard, C., Brooks, T.M., et. all. (2013). Protected areas and effective biodiversity conservation. *Science*. Vol. 342. Iss. 6160. P. 803-805. DOI: 10.1126/science.1239268.
16. Mazur, M. (2021). Differentiation of Mediterranean species of *Juniperus* from the *Sabina* section as a result of their migrations. *Plant and Fungal Systematics*. Vol. 66. Iss. 2. P. 141-154. DOI: 10.35535/pfsyst-2021-0013.
17. Mazur, M., Boratyński, A., Boratyńska, K., Marcysiak, K. (2021). Weak geographical structure of *Juniperus sabina* (Cupressaceae) morphology despite its discontinuous range and genetic differentiation. *Diversity*. Vol. 13. Iss. 10. No. 470. DOI: 10.3390/d13100470.
18. Martynova, N., Budarova, V. (2021). Geoinformation monitoring of the territory of Western Siberia. *E3S Web of Conferences*. Vol. 244. No. 03026. DOI: 10.1051/e3sconf/202124403026.
19. SRTM 90m Digital Elevation Database [Electronic resource]: database. – Access mode: <https://srtm.csi.cgiar.org/> (Date of access: 20.1.2022).
20. Sillett, S.C., Kramer, R.D., Van Pelt, R., Carroll, A.L., Campbell-Spickler, J., Antoine, M.E. Comparative development of the four tallest conifer species. *Forest Ecology and Management*. 2021. Vol. 480. № 118688. P. 1-23. DOI: 10.1016/j.foreco.2020.118688.

The Spatial Distribution monitoring of the *Juniperus sabina* L. in Volgograd Region

Victoria A. Semenyutina

candidate of Biological Sciences, Researcher at the Laboratory of Bioecology of Woody Plants
Federal Research Centre of Agroecology, Complex Melioration, and Forest Reclamations RAS
Volgograd, Russia
VSem89@mail.ru
 0000-0002-7345-2740

Maxim V. Tsoi

postgraduate student, junior researcher at the Laboratory of Bioecology of Woody Plants
Federal Research Centre of Agroecology, Complex Melioration, and Forest Reclamations RAS
Volgograd, Russia
tsoy-m@vfanc.ru
 0000-0003-2139-7919

Received 18.02.2022

Accepted 04.03.2022

Published 15.06.2022

 10.25726/e2173-5448-8466-e

Abstract

The distribution of species and populations of living organisms is largely associated with limited natural environmental factors and environmental conditions. An important diagnostic indicator of the state of population dynamics is a change in the detection of distribution, which can reflect both the state of the population and the factors that influenced the formation of the distribution zone. The aim of the study was to monitor the distribution of *Juniperus sabina* L. in the Volgograd region using GIS technologies. The natural populations of the *Juniperus sabina* L. of the cypress family (Cupressaceae) were studied. The determination process (outlining the distribution contours of the *J. sabina* L. on satellite images) was carried out by the color selection algorithm "Color Range" in the Adobe Photoshop program, images of 11 model plots (5 on sandy and 6 on chalky soils) were used as a study of the structure method. According to the results of the monitoring of the selection of *J. sabina* L. in the Volgograd region, three large populations were identified: on chalky soils in the vicinity. Melokletsky and Kh. Kamyshinsky, at an altitude of 50-200 meters; in the villages of Mikhailovka, Goskonyushnya at an altitude of 50-100 meters; on sandy in the central part of the Archedinsky-Don sands in the observation zone from the farms: Chernopolyansky, Vyezdinsky, Shlyakhovsky, Shkolny at an altitude of 50-100 meters above sea level. The process of determination of the *J. sabina* L. on satellite images makes it possible to identify possible concentrations: the negative dynamics of identifying the distribution of the *J. sabina* L. populations was noted in the model areas of the Archedinsko-Don Sands up to 39.46% of detection, up to 36% on chalky soils. In the course of the experience gained in using the Color Range tool to determine the *J. sabina* L. population on satellite imagery, the prospects for using neural networks in research with the integration of the color selection algorithm were determined, which theoretically can level the proven method. studies related to the change in secondary density, updated by the total area and the state of the population state of the *J. sabina* L. in the Volgograd region.

Keywords

Juniperus sabina, GIS technologies, population, natural population, color range, monitoring, attendance.

The research was carried out within the framework of the state task No. 0508-2021-0001 "Scientific foundations and technologies for enriching the dendroflora of forest reclamation complexes with economically valuable woody and shrubby plants in order to prevent degradation and desertification of territories" (Registration number: 121041200197-8); financing

References

1. Afonin A.N., Sokolova Ju.V. (2018). Jekologo-geograficheskij analiz i modelirovanie rasprostraneniya biologicheskikh ob#ektov s ispol'zovaniem GIS. Uchebnoe posobie (Praktikum). SPb: Izd-vo VVM. 121 s.
2. Vedeneev A.M., Zemljanskaja I.V., Ignatov M.S. [i dr.] (2006). Krasnaja kniga Volgogradskoj oblasti. Komitet ohrany prirody Administracii Volgogradskoj oblasti. Volgograd. VGGO "TORNP "Svobodnoe slovo". Tom. 2. 236 s.
3. Arzac, A., García-Cervigon, A.I., Vicente-Serrano, S.M., Loidi, J., Olano, J.M. Phenological shifts in climatic response of secondary growth allow *Juniperus sabina* L. to cope with altitudinal and temporal climate variability. *Agricultural and Forest Meteorology*. 2016. Vol. 217. P. 35-45. DOI: 10.1016/j.agrformet.2015.11.011.
4. Akaberi, M., Boghrati, Z., Amiri, M.S., Khayyat, M.H., Emami, S.A. A review of conifers in Iran: Chemistry, biology and their importance in traditional and modern medicine. *Current Pharmaceutical Design*. 2020. Vol. 26. Iss. 14. P. 1584-1613. DOI: 10.2174/1381612826666200128100023.
5. Altaeva, A.A., Shamganova, L.S., Zhirnov, A.A. (2019). Digital simulation of the orlov deposit surface using geoinformation technologies. *Gornyi Zhurnal*. Vol. 4. P. 77-80. DOI: 10.17580/gzh.2019.04.17.
6. Arkhipova, O.E., Buziyan, K.S. (2019). Using GIS technologies for analysis of on-farm land management. *InterCarto, InterGIS*. Vol. 25. P. 362-373. DOI: 10.35595/2414-9179-2019-1-25-362-373.

7. Baklanov, P.Y. (2021). Monitoring of Regional Nature Management. *Geography and Natural Resources*. Vol. 42. Iss. 3. P. 195-201. DOI: 10.1134/S1875372821030057.
8. Castaldi, C., Marchi, M., Vacchiano, G., Corona, P. Douglas-fir climate sensitivity at two contrasting sites along the southern limit of the European planting range. *Journal of Forestry Research*. 2020. Vol. 31. Iss. 6. P. 2193-2204. DOI: 10.1007/s11676-019-01041-5.
9. Global Biodiversity Information Fund [Electronic resource]: database. – Access mode: <https://www.gbif.org> (Date of access: 20.1.2022).
10. García-Cervigón, A.I., Velázquez, E., Wiegand, T., Escudero, A., Olano, J.M. Colonization in Mediterranean old-fields: the role of dispersal and plant–plant interactions. *Journal of Vegetation Science*. 2017. Vol. 28. Iss. 3. P. 627-638. DOI: 10.1111/jvs.12500.
11. Hazubska-Przybył, T. Propagation of Juniper species by plant tissue culture: A mini-review. *Forests*. 2019. Vol. 10. Iss. 11. № 1028. P. 1-17. DOI: 10.3390/f10111028.
12. Kadochnikov, A.A. (2019). Application of geoinformation technologies for arranging a satellite monitoring system. *Geodezia i Kartografia*. Vol. 80. Iss. 1. P. 110-118. DOI: 10.22389/0016-7126-2019-943-1-110-118.
13. Kounadi, O., Resch, B. (2018). A Geoprivacy by Design Guideline for Research Campaigns That Use Participatory Sensing Data. *Journal of Empirical Research on Human Research Ethics*. Vol. 13. Iss. 3. P. 203-222. DOI: 10.1177/1556264618759877.
14. Karavitis, C.A., Tsesmelis, D.E., Skondras, N.A., Stamatakis, et. all. (2014). Linking drought characteristics to impacts on a spatial and temporal scale. *Water Policy*. Vol. 16. Iss. 6. P. 1172-1197. DOI: 10.2166/wp.2014.205.
15. Le Saout, S., Hoffmann, M., Shi, Y., Hughes, A., Bernard, C., Brooks, T.M., et. all. (2013). Protected areas and effective biodiversity conservation. *Science*. Vol. 342. Iss. 6160. P. 803-805. DOI: 10.1126/science.1239268.
16. Mazur, M. (2021). Differentiation of Mediterranean species of *Juniperus* from the *Sabina* section as a result of their migrations. *Plant and Fungal Systematics*. Vol. 66. Iss. 2. P. 141-154. DOI: 10.35535/pfsyst-2021-0013.
17. Mazur, M., Boratyński, A., Boratyńska, K., Marcysiak, K. (2021). Weak geographical structure of *Juniperus sabina* (Cupressaceae) morphology despite its discontinuous range and genetic differentiation. *Diversity*. Vol. 13. Iss. 10. No. 470. DOI: 10.3390/d13100470.
18. Martynova, N., Budarova, V. (2021). Geoinformation monitoring of the territory of Western Siberia. *E3S Web of Conferences*. Vol. 244. No. 03026. DOI: 10.1051/e3sconf/202124403026.
19. SRTM 90m Digital Elevation Database [Electronic resource]: database. – Access mode: <https://srtm.csi.cgiar.org/> (Date of access: 20.1.2022).
20. Sillett, S.C., Kramer, R.D., Van Pelt, R., Carroll, A.L., Campbell-Spickler, J., Antoine, M.E. Comparative development of the four tallest conifer species. *Forest Ecology and Management*. 2021. Vol. 480. № 118688. P. 1-23. DOI: 10.1016/j.foreco.2020.118688.