

DOI 10.54596/2958-0048-2026-3-26-34

УДК 528.9

МРНТИ 39.01.77

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ГИС И МАТЕРИАЛОВ ДЗЗ ДЛЯ КАРТОГРАФИРОВАНИЯ ЛЕСОВ СЕВЕРО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Тажибаева Л.А.¹, Мажитова Г.З.^{1*}

¹ НАО «Северо-Казахстанский университет имени Манаша Козыбаева»,
Петропавловск, Казахстан

* Автор для корреспонденции: mazhitova_gulmur@mail.ru

Аннотация

Статья посвящена апробации возможностей применения геоинформационных систем (ГИС), материалов дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) для актуализации имеющихся картографических материалов и создания электронных карт, базы данных лесов. Исследование проводилось на примере лесничества «Ровное» КГУ «Лесное хозяйство Сергеевское» Северо-Казахстанской области (СКО). Геоинформационное картографирование выполнялось с использованием программного пакета ArcGIS 10.8. Подготовлена база данных лесов лесничества, разработаны электронные карты (лесохозяйственные мероприятия, породы, группы возрастов деревьев) в масштабе 1:100 000, 1:150 000. Разработанный картографический материал и собранный цифровой массив данных может быть использован лесничеством для эффективного планирования лесоустройства, контроля за лесными ресурсами и разработки стратегий устойчивого лесопользования. Показано, что ГИС-технологии и ДЗЗ являются эффективным инструментом для актуализации имеющихся и создания новых детальных карт лесов. В заключении сделан вывод о перспективности использования примененного подхода для картографирования лесного фонда.

Ключевые слова: лес, геоинформационное картографирование, электронная карта, ГИС.

СОЛТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН ОБЛЫСЫНЫҢ ОРМАНДАРЫН КАРТАҒА ТҮСІРУ ҮШІН ҒАЖ МЕН ЖҚЗ МАТЕРИАЛДАРЫН ҚОЛДАНУ ТӘЖІРИБЕСІ

Тажибаева Л.А.¹, Мажитова Г.З.^{1*}

¹ «Манаш Қозыбаев атындағы Солтүстік Қазақстан университеті» КеАҚ,
Петропавл, Қазақстан

* Хат-хабар үшін автор: mazhitova_gulmur@mail.ru

Аңдатпа

Мақала геоакпараттық жүйелерді (ҒАЖ), Жерді қашықтықтан зондтау материалдарын (ЖҚЗ) қолданыстағы картографиялық материалдарды өзектендіру және электрондық карталарды, ормандардың дерекқорын құру үшін қолдану мүмкіндіктерін сынақтан өткізуге арналған. Зерттеу Солтүстік Қазақстан облысының (СКО) «Сергеевское Орман шаруашылығы» КММ «Ровное» орманшылығының мысалында жүргізілді. Геоакпараттық картаға түсіру ArcGIS 10.8 бағдарламалық пакетін қолдану арқылы жүзеге асырылды. Орманшылық ормандарының деректер базасы құрылды, 1:100 000, 1:150 000 масштабта электрондық карталар (орман шаруашылығы іс-шаралары, ағаштар тұқымдары, жас топтары) әзірленді. Әзірленген картографиялық материал мен жиналған цифрлық деректер массивін орманшылық орман шаруашылығын тиімді жоспарлау, орман ресурстарын бақылау және тұрақты орман пайдалану стратегияларын әзірлеу үшін пайдалана алады. ҒАЖ технологиялары мен ЖҚЗ қолда бар және жаңа егжей-тегжейлі орман карталарын құру үшін тиімді құрал болып табылады. Қорытындылай келе, орман қорын картаға түсіру үшін қолданылған тәсілді қолдану перспективасы туралы қорытынды жасалды.

Кілт сөздер: орман, геоакпараттық карта, электрондық карта, ҒАЖ.

EXPERIENCE IN USING GIS AND SENSING MATERIALS
FOR MAPPING FORESTS IN THE NORTH KAZAKHSTAN REGION

Tazhibayeva L.A.¹, Mazhitova G.Z.^{1*}

^{1*}Manash Kozybayev North Kazakhstan University NPLC, Petropavlovsk, Kazakhstan

*Corresponding author: mazhitova_gulmur@mail.ru

Abstract

The article is devoted to the testing of the possibilities of using geographic information systems (GIS), remote sensing materials for updating existing cartographic materials and creating electronic maps, databases of forests. The study was conducted using the example of the «Rovnoye» forestry DMSI (department of the municipal state institution) «Sergeyevskoye Forestry» of the North Kazakhstan region (NKR). Geoinformation mapping was performed using the ArcGIS 10.8 software package. A database of forests of the forestry department has been created, electronic maps (forestry measures, species, age groups of trees) have been developed on a scale 1:100 000, 1:150 000. The developed cartographic material and the collected digital data set can be used by forestry for effective planning of forest management, control of forest resources and development of strategies for sustainable forest management. It is shown that GIS technologies and remote sensing are an effective tool for updating existing and creating new detailed forest maps. In conclusion, the conclusion is made about the prospects of using the applied approach for mapping the forest fund.

Keywords: forest, geoinformation mapping, electronic map, GIS.

Введение

Карты лесов служат не только одним из основных источников получения информации о лесном фонде, но и являются инструментом эффективной организации и ведения лесохозяйственных мероприятий. Особенно возрастает роль карт в связи с необходимостью решения проблем рационального лесопользования, охраны и мониторинга лесов, лесовосстановления. В настоящее время назрела необходимость обеспечения лесных хозяйств картографическими материалами, содержащими различные характеристики лесов, имеющих не только прикладное, но и научное значение. В связи с этим, важной задачей является обновление, актуализация имеющихся в лесохозяйственных учреждениях картографических материалов, разработка баз данных и создание новых детальных карт лесов с привлечением современных технологий и источников данных [1, 2].

Целью исследования являлась разработка базы данных и цифровых карт лесов в ГИС-среде с использованием материалов дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ).

Исследование выполнялось на примере лесничества «Ровное», входящее в состав КГУ «Лесное хозяйство Сергеевское». Имеющиеся в лесничестве картографические материалы к настоящему времени устарели и требуют обновления. Последние карты были составлены при лесоустройстве в 2005 г. и представлены только лесоустроительной и геоботанической картами хозяйства в бумажном формате.

Природно-географическая характеристика исследуемого лесничества

Исследуемый объект располагается на территории Кривошеинского сельского округа административного района Шал акына Северо-Казахстанской области (СКО) (рис. 1) и занимает площадь 19500 га. Лесничество основано в 1938 г. и осуществляет свою лесохозяйственную деятельность на протяжении более, чем восьми десятилетий [3].

Лесное хозяйство располагается в западной части Есильской озерно-равнинной области. Абсолютные высоты варьируют в пределах 170-180 м. Исследуемая территория характеризуется преобладанием гривноложбинного типа рельефа. Ее поверхность

осложнена эрозионными формами рельефа: встречаются лога и балки, лишенные донного руслового вреза, балочные долины с крутым и нередко обрывистыми берегами. Среди отрицательных форм рельефа проявляются понижения, котловины и западины. В южной части лесного хозяйства располагается озеро Малый Тарангул, относящееся к числу крупных водных объектов области.

Подстилающие породы представлены четвертичными и третичными глинами и лессовидными суглинками [5, 6].



Рисунок 1. Расположение исследуемого лесничества «Ровное» [4]

Климат резко континентальный, характеризуется относительно жарким сухим летом, которое сменяется холодной, бесснежной зимой и с частыми сильными ветрами. Согласно данным многолетних метеорологических наблюдений ближайшей метеостанции (г. Сергеевка), средняя температура января составляет -18°C , июня $+19,5^{\circ}\text{C}$ [7]. Абсолютный минимум температуры воздуха достигает -48°C , максимум $+41^{\circ}\text{C}$. Средняя дата перехода через 0°C весной приходится на 11-13 апреля, осенью переход отмечается 20-24 октября. Вегетационный период с устойчивой среднесуточной температурой $+5^{\circ}\text{C}$ и выше длится с 22-24 апреля по 10 октября и составляет от 160 до 170 дней. Продолжительность безморозного периода равен порядка 109-129 дней. Среднее годовое количество осадков колеблется в пределах 270-300 мм. Большая часть осадков выпадает в летний период года – июле-августе. Устойчивый снежный покров устанавливается в среднем в первой декаде ноября, сход снега – в середине апреля. Средняя глубина промерзания грунта составляет 90-180 см. Полное оттаивание почвы происходит в конце апреля [5, 6].

Основными типами почв на рассматриваемой территории являются черноземы обыкновенные и лугово-черноземные в комплексе с солонцами и солончаками, под лесами получили развитие темно-серые лесные, по западинам, занятых колками –

солоди, под лугово-болотной растительностью с примесью кустарников – солоди лугово-болотные [5].

Данная территория относится к лесостепной зоне, подзоне колючей лесостепи. Здесь представлены следующие ландшафты: лесостепные древнеозерные равнины, луговые-поймы и лиманно-озерные разливы, плоские или слабоволнистые водораздельные участки бассейна [3, 5].

Материалы и методы исследования

При выполнении исследования руководствовались опытом геоинформационного картографирования лесов и в теоретико-методологическом отношении опирались на труды: Н.К. Касымбекова [1], Г.К. Нургалиевой [8], Сагынбаевой А.Б. и др. [9], Малышева Н.В. и др. [10], В.А. Алексеева [11], С.В. Миронова [12], А.П. Белова и др. [2], К.Н. Лапина [13], И.Б. Васильева [14] и др.

В ходе работы были привлечены различные материалы: топографические [15], тематические и физико-географические карты, литературные, фондовые материалы, данные лесоустройства хозяйства, материалы полевых работ, космоснимки [4].

В исследовании использованы следующие методы: сравнительно-географический, картографический, полевые работы, в ходе которых уточнены имеющиеся лесорастительные данные, методы ГИС-технологий. Геоинформационное картографирование выполнялось с использованием программного пакета ArcGIS 10.8 (ESRI Inc.).

Исследование включало несколько этапов. Для начала выполнен сбор и подготовка необходимых исходных данных об исследуемом лесном хозяйстве из различных источников. Важным звеном исследования являлось проведение полевых работ с использованием системы глобального позиционирования (GPS) для определения месторасположения и координат лесных массивов и участков. Полевые исследования проводились в летний период 2023 г. и весенний период 2024 г. В ходе полевых работ выполнены замеры среднего диаметра и высоты деревьев с использованием традиционных методов и инструментов (мерная вилка, рулетка, компас, бинокль). Работа проводилась на ключевых участках под контролем лесника-инспектора лесного хозяйства. По результатам полевых обследований и анализа космоснимков уточнены границы контуров лесных массивов, обновлены сведения о лесных участках (рис. 2).

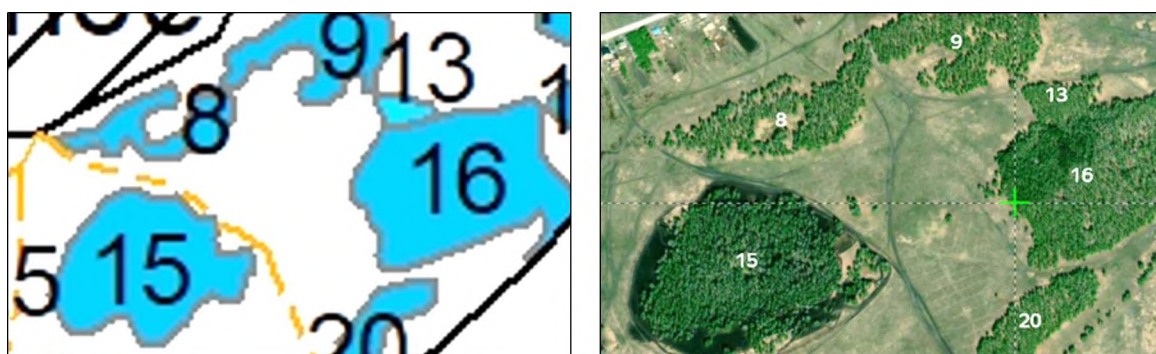


Рисунок 2. Уточнение границ лесных участков по космоснимкам [4]
в ArcGIS 10.8 (ESRI Inc.)

Далее в среде ArcGIS 10.8 (ESRI Inc.) проведена оцифровка (векторизация) имеющихся в хозяйстве картографических материалов. Следующий блок работ

заклучался в составлении тематического содержания карт лесов. Он включал создание слоев для различных характеристик лесов (породный состав, возраст, виды лесохозяйственных мероприятий, кустарники, гари, номер, границы выделов и др.) и заполнение таблиц атрибутивных данных (рис. 3, 4). Специальное содержание карт было нанесено на предварительно составленную топографическую основу, состоящую из отдельных слоев (дороги, пашни, пастбища, озера, населенные пункты, границы хозяйства).

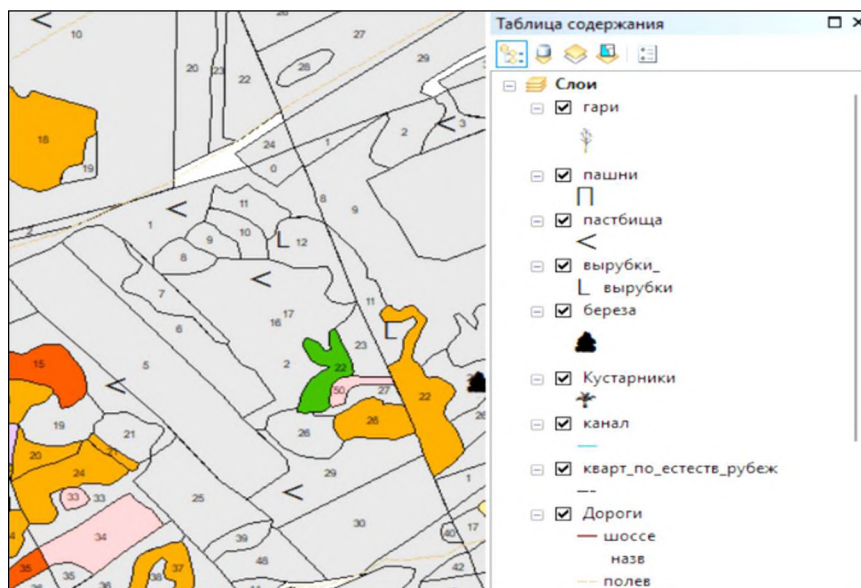


Рисунок 3. Создание тематического содержания карт лесов (лесохозяйственные мероприятия) в ArcGIS 10.8 (ESRI Inc.)

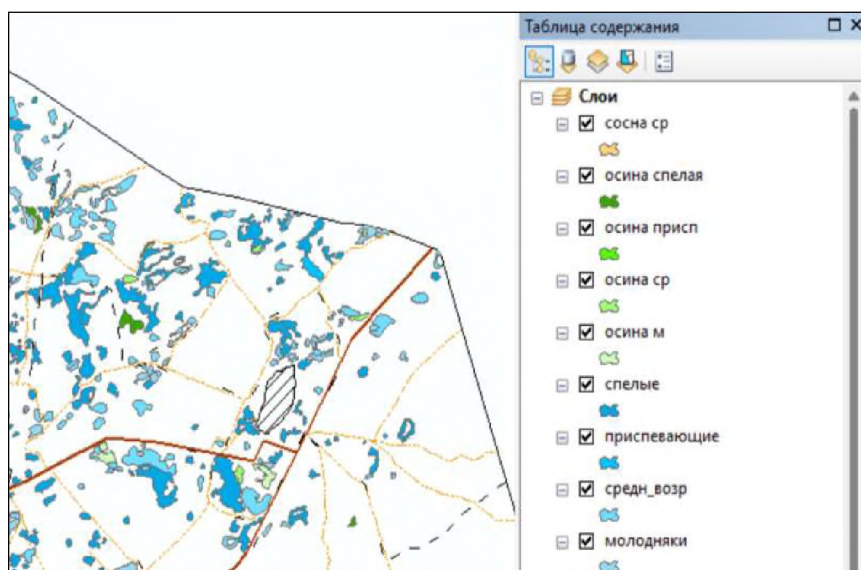


Рисунок 4. Создание слоев и заполнение атрибутивных данных (породный состав и группы возрастов деревьев) в ArcGIS 10.8 (ESRI Inc.)

Важный этап работы представляла компоновка карты, нанесение условных обозначений, зарамочное оформление. На заключительном этапе проведена проверка выполненной работы, контроль площадей объектов тематической и картографической баз данных, редактирование и корректировка деталей карт.

Результаты и их обсуждение

По результатам проведенных исследований создана база данных по лесному фонду лесничества и электронные карты в масштабе 1:100 000 и 1:150 000. В качестве примера на рисунке 5 представлена одна из разработанных карта лесничества «Ровное».

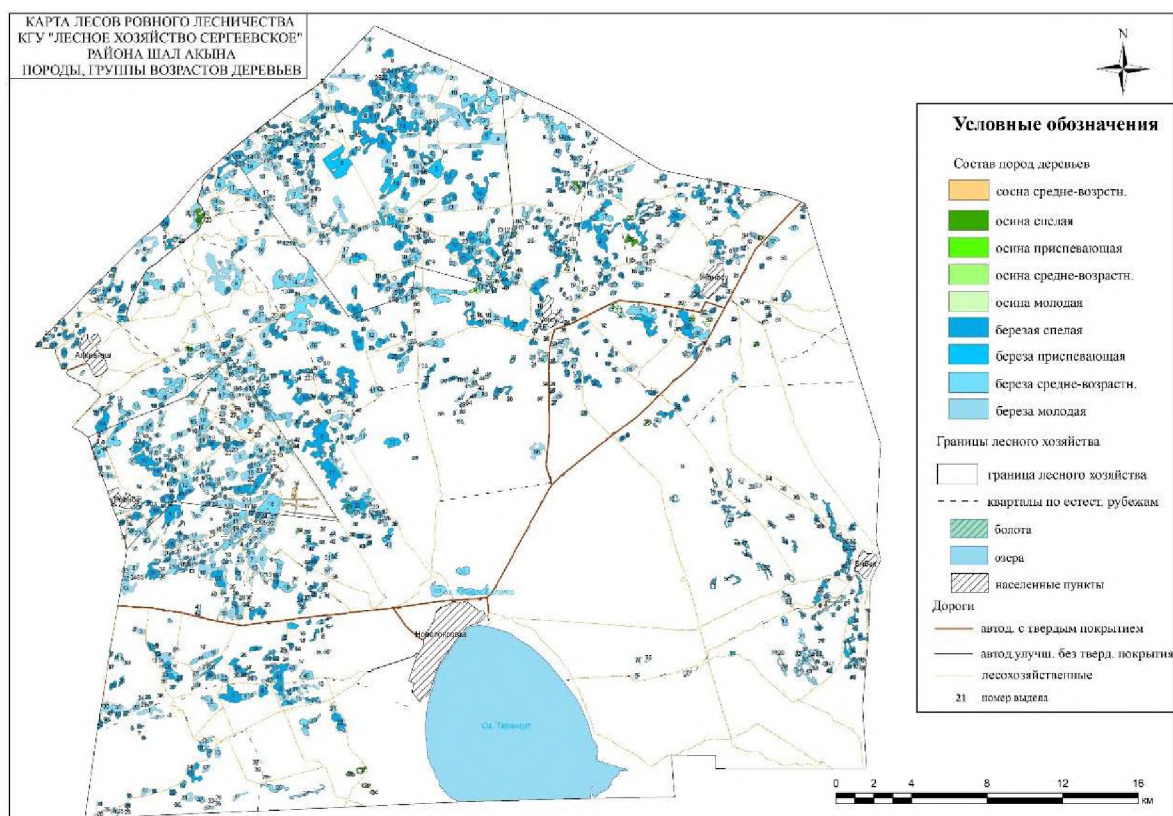


Рисунок 5. Карта лесов лесничества «Ровное»

Базы данных содержит детальную информацию о лесах: участки и выделы (кварталы) лесных массивов, их площадь, видовой, породный состав, возраст деревьев, редины, вырубки, гари, заросли кустарников. Наряду с этим, в нее включена информация о границах лесничества и дач, населенных пунктах, озерах, дорогах. База данных позволяет получить всестороннее представление о лесных ресурсах, площади, структуре и состоянии лесных участков, необходимых лесничеству для планирования и осуществления лесохозяйственных мероприятий.

Графические возможности ГИС при создании карт позволяют передать с максимальной подробностью лесистость, типы леса, ареалы древесных пород, классы бонитета, динамику лесного фонда, а также другие характеристики и параметры лесных ресурсов. Применение геоаналитических инструментов ArcGIS10.8 (ESRI Inc.) облегчает выполнение различных измерений и расчетов, проведение пространственно-временного анализа. Так с помощью ArcGIS10.8 (ESRI Inc.) определено, что преобладающей

породой деревьев в лесохозяйстве является береза (*Betula Pubescens Ehrh*, *B. Verrucosa Ehrh*) (83%), небольшие площади заняты осиной (*Pópulus trémula*) (14%), из хвойных произрастает сосна (*Pinus sylvestris*), ель (*Picea abies*), лиственница (*Larix*), (2,8%), единичны ясень (*Fráxinus excélsior*), ольха (*Alnus glutinosa*), вяз (*Úlmus laévis*), дикая яблоня (*Malus sylvestris*), клен (*Acer*) (менее 1,0%), встречаются заросли лоха (*Elaeágnus angustifólia*), ивы (*Sáliz*). Средний класс бонитета основных лесообразующих пород составляет 3,3. Его следует считать близким, к оптимальному для данных лесорастительных условий. Лесной фонд лесничества представлен преимущественно среднеплотными насаждениями (0,5-0,7) – 77,3%, на долю высокоплотных насаждений (0,8) приходится 13,8%, низкоплотные (0,3-0,4) занимают 8,9% от покрытых лесом земель.

Средства ГИС на основе созданной базы данных обеспечивают разработку не только точных, детальных электронных карт лесов разных масштабов, но и выполнение оценки экологического состояния лесных участков, проведение мониторинга пожароопасных ситуаций и незаконной вырубке лесов. Возможности ГИС в сочетании с методами и материалами ДЗЗ позволяют разработать оценочные и оценочно-прогнозные карты (повреждений лесных насаждений, вызванных насекомыми-вредителями, пожарами, запасов древесины и др.), моделировать сценарии распространения пожаров, осуществлять тактическое планирование по их подавлению и др., наметить лесохозяйственные мероприятия по улучшению экологического состояния лесов (выбор системы лесозаготовок, установлении границ естественных местообитаний животных и др.). Кроме того, космоснимки и ГИС-анализ позволяют с достаточно высокой точностью оценивать биомассу в лесах [16]. Сопоставление имеющихся карт с космоснимками различных годов облегчает определение и изучение динамики лесного фонда. К примеру, в ходе исследования выявлено, что со времени последнего лесоустройства площадь покрытых лесом угодий в лесничестве увеличилась на 16,6%, а площадь вырубок уменьшилась за счет их естественного зарастивания.

Практическая значимость выполненной работы направлена на решение проблемы оптимизации использования лесных ресурсов, сохранения биоразнообразия, повышения продуктивности и устойчивости лесных экосистем СКО. Использование разработанных картографических материалов позволит лесничеству «Ровное» более эффективно осуществлять лесохозяйственную деятельность и контроль за лесными ресурсами. Созданная база данных в дальнейшем по результатам периодических обследований лесных участков может быть пополнена новыми сведениями. Наряду с этим, в нее могут быть включены данные о имеющихся недревесных ресурсах леса – эксплуатационных запасах орехов, ягод, сборе лекарственных растений. Для повышения точности дальнейших исследований и картографирования лесов целесообразно комбинировать космические снимки с данными съемок с беспилотных летательных аппаратов (БПЛА).

Заключение

Таким образом, можно заключить, что геоинформационные технологии являются одним из эффективных инструментов картографирования лесов. Использование ГИС в сочетании с методами и материалами ДЗЗ существенно облегчает построение различных карт и моделей лесных экосистем.

На базе ГИС сформирована структурированная, детальная база данных лесов лесничества «Ровное», которая объединяет пространственные и атрибутивные данные древесной растительности. Созданная база данных и картографический материал лесничества в ГИС среде могут быть привлечены для разработки стратегий устойчивого

лесопользования СКО. Апробированная методика картографирования лесов может быть адаптирована и применена для создания карт лесов других лесничеств и лесных хозяйств региона.

Литература:

1. Касымбеков Н.К. Геоинформационное картографирование лесов и его значение для устойчивого лесопользования. – Шымкент: Южно-Казахстанский государственный университет имени М. Ауэзова, 2017. – 141 с.
2. Белов А.П., Краснов Е.В. Геоинформационные системы в лесном хозяйстве. – СПб: Лань, 2020. – 216 с.
3. Фондовые материалы КГУ «Лесное хозяйство Сергеевское» акимата СКО управления природных ресурсов и регулирования природопользования СКО.
4. Сайт интерактивного инструмента Google Earth <https://www.google.ru/intl/ru/earth/> (дата обращения 27.05.2024).
5. Природное районирование Северного Казахстана. Отв. ред. Б.А. Федорович. – М.-Л.: АН СССР, 1960. – 468 с.
6. География и экология Северо-Казахстанской области. – Петропавловск: СКУ им. М. Козыбаева, 2022. – 110 с.
7. Сайт РГП «Казгидромет» <https://www.kazhydromet.kz/ru/> (дата обращения 20.02.2025).
8. Нурғалиева Г.К. Применение геоинформационных технологий при инвентаризации лесов и планировании лесоустройства. – Астана: Казахский национальный аграрный университет, 2018. – 116 с.
9. Сағынбаева А.Б., Джаманова, Г.И., Байгазакова, Ж.М., Тұрлыбеков Қ.М. Методика создания лесных карт с помощью ГИС-технологий // *Izdenister Natigeler*. – 2023. – №2 (98). С. 305-315. <https://doi.org/10.37884/2-2023/30>
10. Малышева Н.В., Золина Т.А. Инструментарий ГИС для картографического сопровождения управления лесным хозяйством на федеральном уровне // *Лесохозяйственная информация*. – 2014 – №2. – С. 34-41.
11. Алексеев В.А. Основы лесной инвентаризации с применением ГИС технологий. – М.: Лесная промышленность, 2018. – 305 с.
12. Миронов С.В. Цифровые лесные ресурсы: картографирование и анализ данных. – Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2018. – 171 с.
13. Лапин К.Н. Применение дистанционного зондирования для мониторинга лесов. – СПб.: Наука, 2020. – 124 с.
14. Васильев И.Б. Спутниковое дистанционное зондирование Земли в лесном хозяйстве. – Новосибирск: Наука, 2021. – 156 с.
15. Сайт коллекции карт https://retromap.ru/14199053_53/73896.67/651062 (дата обращения 27.05.2024).
16. Применение методов ДЗЗ в лесном хозяйстве <https://innoter.com/articles/primenenie-metodov-dzz-v-lesnom-khozyaystve/> (дата обращения: 30.08.2026).

References:

1. Kasymbekov N.K. Geoinformatsionnoe kartografirovaniye lesov i ego znachenie dlia ustoichivogo lesopolzovaniia. – Shymkent: Iuzhno-Kazakhstanskii gosudarstvennyi universitet imeni M. Auezova, 2017. – 141 s.
2. Belov A.P., Krasnov E.V. Geoinformatsionnye sistemy v lesnom khoziaistve. - SPb: Lan, 2020. - 216 s.
3. Fondovye materialy KGU «Lesnoe khoziaistvo Sergeevskoe» akimata SKO upravleniia prirodnnykh resursov i regulirovaniia prirodopolzovaniia SKO.
4. Sait interaktivnogo instrumenta Google Earth <https://www.google.ru/intl/ru/earth/> (data obrashcheniia (27.05.2024).
5. Prirodnoe raionirovaniye Severnogo Kazakhstana. Otv. red. B.A. Fedorovich. – M.-L.: AN SSSR, 1960. – 468 s.

6. Geografiia i ekologiya Severo-Kazakhstanskoi oblasti. – Petropavlovsk: SKU im. M. Kozybaeva, 2022. – 110 s.
7. Sait RGP «Kazgidromet» <https://www.kazhydromet.kz/ru/> (data obrashcheniia (20.02.2025)).
8. Nurgalieva G.K. Primenenie geoinformatsionnykh tekhnologii pri inventarizatsii lesov i planirovanii lesoustroistva. – Astana: Kazakhskii natsionalnyi agrarnyi universitet, 2018. – 116 s.
9. Sagynbaeva A.B., Dzhamanova, G.I., Baigazakova, Zh.M., Tyrybekov K.M. Metodika sozdaniia lesnykh kart s pomoshchiu GIS-tekhnologii // Izdenister Natigeler. – 2023. – №2 (98). S. 305-315. <https://doi.org/10.37884/2-2023/30>
10. Malysheva N.V., Zolina T.A. Instrumentarii GIS dlia kartograficheskogo soprovozhdeniia upravleniia lesnym khoziaistvom na federalnom urovne // Lesokhoziaistvennaia informatsiia. - 2014 - №2. - S. 34-41.
11. Alekseev V.A. Osnovy lesnoi inventarizatsii s primeneniem GIS tekhnologii. – M.: Lesnaia promyshlennost, 2018. – 305 s.
12. Mironov S.V. Tsifrovye lesnye resursy: kartografirovanie i analiz dannykh. – Novosibirsk: Sibirskoe universitetskoe izdatelstvo, 2018. – 171 s.
13. Lapin K.N. Primenenie distantsionnogo zondirovaniia dlia monitoringa lesov. – SPb.: Nauka, 2020. – 124 s.
14. Vasilev I.B. Sputnikovoe distantsionnoe zondirovanie Zemli v lesnom khoziaistve. – Novosibirsk: Nauka, 2021. – 156 s.
15. Sait kolleksii kart https://retromap.ru/14199053_53/73896.67/651062 (data obrashcheniia (27.05.2024)).
16. Primenenie metodov DZZ v lesnom khoziaistve <https://innoter.com/articles/primenenie-metodov-dzz-v-lesnom-khozyaystve/> (data obrashcheniia: 30.08.2026).

Information about the authors

Mazhitova G.Z. – corresponding author, master, senior lecturer of the Department of Geography and Ecology, Manash Kozybayev North Kazakhstan University NPLC, Petropavlovsk, Kazakhstan; e-mail: mazhitova_gulnur@mail.ru; ORCID ID 0000-0002-7397-7512;

Tazhibayeva L.A. – graduate, educational program 6B05203 «Geography and Environmental Management», Manash Kozybayev North Kazakhstan University NPLC, Petropavlovsk, Kazakhstan; e-mail: laura.tazhibayeva@gmail.com; ORCID ID 0009-0009-3562-1273.