

Н.Б. Маханова *, **Ж.Г. Берденов** 

Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Казахстан, г. Нур-Султан

*e-mail: makhanova.nursaule@mail.ru

СОСТОЯНИЕ ПОЧВЕННО-РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА ЛЕСНЫХ ЛАНДШАФТОВ СЕВЕРО-КАЗАХСКОЙ РАВНИНЫ

В статье отражено состояние почвенного и растительного покрова лесных ландшафтов Кызылжарского района и административной территории г. Петропавловск Северо-Казахстанской области. В работе приведены результаты химического анализа проб почв, дана описательная характеристика образцов флоры с применением геоинформационных технологий на основе вычисления стандартного количественного индекса NDVI (Normalized Difference Vegetation Index – далее по тексту ВИ), по состоянию на июль 2019 года. Проводимые работы направлены на комплексную оценку физико-химических и биологических характеристик компонентов лесных экосистем.

В ходе полевой рекогносцировки был составлен краткий очерк по видовому разнообразию древесно-кустарниковой растительности с указанием геоморфологических принадлежностей ключевых участков. Для изучения фитомассы были заложены пробные площади подстилающего почвенно-растительного покрова. Составлены обзорная и тематическая карты исследуемой территории. На заключающем этапе исследования дана интерпретация результатов с выявлением причинно-следственных связей состояния и флуктуаций экосистем.

Источником данных являлись многоспектральные космические снимки земной поверхности Геологической службы США, полевые экспедиционные исследования по 3 ключевым участкам. Результаты работ позволили охарактеризовать изучаемый географический объект, выявить различия на ключевых участках, возможные первопричины дифференциации исследуемых территорий.

Ключевые слова: лесные ландшафты, геоинформационные системы (ГИС), данные дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), химический анализ, Нормализованный относительный индекс растительности (NDVI).

N.B. Makhanova*, Zh.G. Berdenov

Eurasian National University named after L.N. Gumilyov, Kazakhstan, Nur-Sultan

*e-mail: makhanova.nursaule@mail.ru

The state of the soil and vegetation cover of the forest landscapes of the North Kazakh plain

The article reflects the state of soil and vegetation cover of the forest landscapes of the Kyzylzhar district and the administrative territory of Petropavlovsk, North Kazakhstan region. The paper presents the results of chemical analysis of soil samples, provides descriptive characteristics of flora samples using geoinformation technologies based on the calculation of the standard quantitative index NDVI (Normalized Difference Vegetation Index – hereinafter referred to as VI), as of July 2019. The ongoing work is aimed at a comprehensive assessment of the physico-chemical and biological characteristics of the components of forest ecosystems.

During the field reconnaissance, a brief outline was compiled on the species diversity of tree and shrub vegetation, indicating the geomorphological accessories of key sites. To study the phytomass, test areas of the underlying soil and vegetation cover were laid. Survey and thematic maps of the studied territory have been compiled. At the final stage of the study, the interpretation of the results is given with the identification of cause-and-effect relationships between the state and fluctuations of ecosystems.

The data source was multispectral satellite images of the Earth's surface of the US Geological Survey, field expedition studies on 3 key sites. The results of the work made it possible to characterize the geographical object under study, to identify differences in key areas, possible root causes of differentiation of the studied territories.

Key words: forest landscapes, geoinformation systems (GIS), Earth remote sensing data, chemical analysis, Normalized Relative Vegetation Index (NDVI).

Н.Б. Маханова*, Ж.Г. Берденов

А.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Қазақстан, Нұр-Сұлтан қ.

*e-mail: makhanova.nursaule@mail.ru

Солтүстік Қазақ жазығының орман ландшафттарының топырақ-өсімдік жамылғысының жай-күйі

Мақалада Қызылжар ауданы мен Солтүстік Қазақстан облысы Петропавл қаласының әкімшілік аумағының орман ландшафттарының топырақ және өсімдік жамылғысының жағдайы көрсетілген. Жұмыста топырақ сынамаларын химиялық талдау нәтижелері келтірілген, 2019 жылғы шілдедегі жағдай бойынша NDVI (Normalized Difference Vegetation Index – бұдан әрі мәтін бойынша) стандартты сандық индексі есептеу негізінде геоақпараттық технологияларды қолдана отырып, флора үлгілеріне сипаттама берілген. Жүргізілетін жұмыстар орман экожүйелері компоненттерінің физика-химиялық және биологиялық сипаттамаларын кешенді бағалауға бағытталған.

Далалық барлау барысында негізгі учаскелердің геоморфологиялық керек-жарақтарын көрсете отырып, ағаш-бұта өсімдіктерінің түрлерінің әртүрлілігі бойынша қысқаша очерк жасалды. Фитомассаны зерттеу үшін топырақ-өсімдік жамылғысының сынақ алаңдары салынды. Зерттелетін аумақтың шолу және тақырыптық карталары жасалды. Зерттеудің соңғы кезеңінде экожүйелердің жай-күйі мен ауытқуларының себеп-салдарлық байланыстарын анықтай отырып, нәтижелерге түсіндірме беріледі.

Деректер көзі АҚШ Геологиялық қызметінің жер беті көп спектрлі ғарыштық суреттері, 3 негізгі телім бойынша далалық экспедициялық зерттеулер болды. Жұмыстардың нәтижелері зерттелетін географиялық объектіні сипаттауға, негізгі телімдердегі айырмашылықтарды, зерттелетін аумақты саралаудың мүмкін себептерін анықтауға мүмкіндік берді.

Түйін сөздер: орман ландшафттары, геоақпараттық жүйелер (ГАЗ), Жерді қашықтықтан зондау (ЖҚЗ) деректері, химиялық талдау, өсімдіктердің қалыпты салыстырмалы индексі (NDVI).

Ведение

Почвенно-растительный покров занимает особое место в лесных ландшафтах и выполняет различные функции, важнейшая из которых – экологическая. Наряду с естественными факторами, значимыми при формировании и развитии почвенно-растительного покрова, важное значение имеет антропогенное воздействие, как прямое, так и косвенное. Уровень антропогенного воздействия можно оценить по степени загрязнения природного объекта, по изменению биохимических процессов в экосистемах. Особый интерес представляет выявление степени антропогенной трансформации лесных ландшафтных систем, формирующихся в промышленной среде.

Во второй половине XVII века массовый характер и высокую производительность приобретает широкое использование каменного угля и нефтяного сырья в индустриально-техническом развитии цивилизации и, как следствие, набирает обороты процесс урбанизация (Касимов, 2005: 20-21). Интенсивность антропогенной трансформации снижает устойчивость геосистем. Вследствие чего желательнее осуществлять периодический мониторинг лесных ландшафтов для выявления позитивных либо негативных изменений.

Особенностью Северо-Казахской равнины являются сочетание на степных ландшафтах островных лесов, урболандшафтов, промышленных объектов с повсеместным присутствием агроландшафтов, что в целом – это характерно для территории диффузного типа.

Исследователи лесов Северного Казахстана (Грибанов, 1965:54), (Правдин, 1964:175), (Сукачев, 1964), (Лагов, 1966) обращали основное внимание на их ландшафтное разнообразие и физико-географические особенности. Согласно Тахтаджян Д.Л., исследуемая территория расположена восточнее Североевропейской и Восточноевропейской флористических провинций, в южной окраине Западносибирской флористической провинции, Циркумбореальной области, Бореального подцарства, Голарктического флористического царства (Holarctis) (Тахтаджян, 1978: 44). Не смотря на обширность территории, видовой эндемизм здесь не высокий, а родовой полностью отсутствует. Древостой представлен березой, осинной, сосной, ивой и тополем. Местами встречаются клен, вяз, лиственница и акация желтая (карагана древовидная) (Шумилова, 1962: 439).

Однако, соотношение природных и антропогенных факторов, влияющих на функционирование лесных ландшафтов, освещено в научной литературе недостаточно полно. Отсутствует

анализ многосторонних связей лесных сообществ с рельефом, литогенной основой, гидрологическим режимом и другими факторами.

Санитарные условия лесопокрытых ландшафтов в березовых и осиновых колках подтверждены заболеванием патогенными грибами *Fusarium circinatum* ведущих к ослаблению и усыханию всходов и, снижающих всхожесть семян.

Жаркое лето, суровая зима и постоянные ветры суховеи – таковой является природная обстановка степной территории Северного Казахстана. Почвенный покров исследуемой территории в частности обладает рядом особенностей, связанных, прежде всего, со специфическими условиями климата: резкой континентальностью, неравномерным распределением снега, частыми метелями, сухостью весны, слабым развитием бактериальных процессов разложения органического вещества, ролью ветров в развевании почвенного покрова и неравномерностью увлажнения почв связи с их слабой дренированностью (Пашков, 2019:46). В регионе дренаж почвы уменьшается с юга на север. Гидрофизические свойства почв, в том числе лесных, различаются незначительно и тесно связаны со степенью засоленности почв. (Вибе, 2020: 61)

Растительный покров региона состоит из богато-разнотравно-красноковыльных степей с участием клубники долевой, лабазника шестилепестного, ковыля Миссинга, подмаренника северного, герани полевой, чины луговой, клевера люпиновидного, морковника, овсяница луговой.

Методы. В работе применялись общегеографические методы (Беручашвили, 2007:218). Для предварительного ознакомления с территорией, выявления степени соответствия картографического материала исследуемой местности, выра-

ботки единой для всего маршрута методики наблюдений и фиксации компонентов произведена рекогносцировка территории. Исследования почв на ключевых участках проводились с использованием методов Фридланда В.М. Закладка почвенных шурфов осуществлялась с учетом рельефа, при этом выбирались, в первую очередь, наиболее высокие (элювиальные ландшафты) и наиболее низкие (аккумулятивно-элювиальный или супераккумулятивный ландшафты) места (Фридланд, 1972:423). Были заложены 3 ключевых участка в степной и лесостепной зоне Северо-Казахской равнины (таблица 1, рисунок 1).

Полевой этап изучения растительности включал следующие этапы:

1) Сбор гербарных образцов растений разных систематических групп, на данном этапе был собран гербарий, определены вид растения;

2) Описание вертикальной структуры фитоценоза – использовался морфологический подход, который подразумевает выделение ярусов по высоте расположения крон;

3) Определение видов – облилия древесных и крупных травянистых форм определялись по методике Друде и Шенникова, Ярошенко.

Методика картографирования включала моделирование единого природно-территориального комплекса, с учетом сохранения его геометрического образа. Выбор ключевых участков основывался на географической и индикационной локализации картографируемых экосистем.

Анализ пространственных образов выполнялся во взаимосвязи геометрической и генетической сторон изучаемого объекта. Каждому ключевому участку свойственны индивидуальный генетический процесс и структура пространственных форм (Заруцкая, 2008).

Таблица 1. Координаты ключевых участков

Ключевой участок	Географические координаты		Система координат
	Северная широта	Восточная долгота	
1	2	3	4
№1	55° 06' 11,0"	69° 14' 55,0"	WGS-84
№2	55° 06' 12,8"	69° 14' 50,2"	
№3	54° 55' 46,0"	69° 08' 30,6"	

Ключевые участки №1 и №2 административно расположены в Берёзовском сельском округе Кызылжарского района, северо-восточнее села

Большая Малышка. Участки находятся в ведении Красноярского лесничества Соколовского лесного хозяйства. Первый участок представляет собой

пойменные леса и колки с доминантной породой деревьев - березой повислой (*Betula pendula* Roth) и осиной обыкновенной (*Populus tremula* L.) на аллювиальных почвах. Второй участок является хвойным лесом с доминантой - сосной обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) на тех же почвах.

Ключевой участок №3 административно располагается на землях города Петропавловск, южнее микрорайона «Орман», Куйбышевском сельском округе. Южная часть данного участка примыкает непосредственно к черте города. Обзорная схема расположения ключевых участков приведена на рисунке 1.

По данным участкам были заложены почвенные шурфы и отобраны пробы почв согласно стандартам - ГОСТ 17.4.4.02-84 «Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа». При анализе химического состава почвенного покрова ключевых участков использовались результаты лаборатор-

ных испытаний ТОО «КазНИИ почвоведения и агрохимии имени У.У. Успанова» МСХ РК.

Дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ) набирает обороты в научной географии и используется в многочисленных исследованиях. Вьетнамские исследователи Duong Thi Loi, Tien-Yin Chou, и Yao-Min Fang применяли методы ДЗЗ индекс FCD для изучения лесов провинции Тхайнгуен (Duong Thi Loi, 2017). Многовременные спутниковые изображения помогают обобщить информацию о лесном покрове Земли (Saei jamalabad, 2004, Azizia, 2008). Изучаемая территория расположена в Кызылжарском районе и на землях административного подчинения города Петропавловск. Источником данных для исследования территории являлись многоспектральные космические снимки Земли с интернет ресурса Геологической Службы США (<https://earthexplorer.usgs.gov/>) Landsat 8. Данные каналы были использованы для вычисления вегетационного индекса - ВИ (рисунок 2).

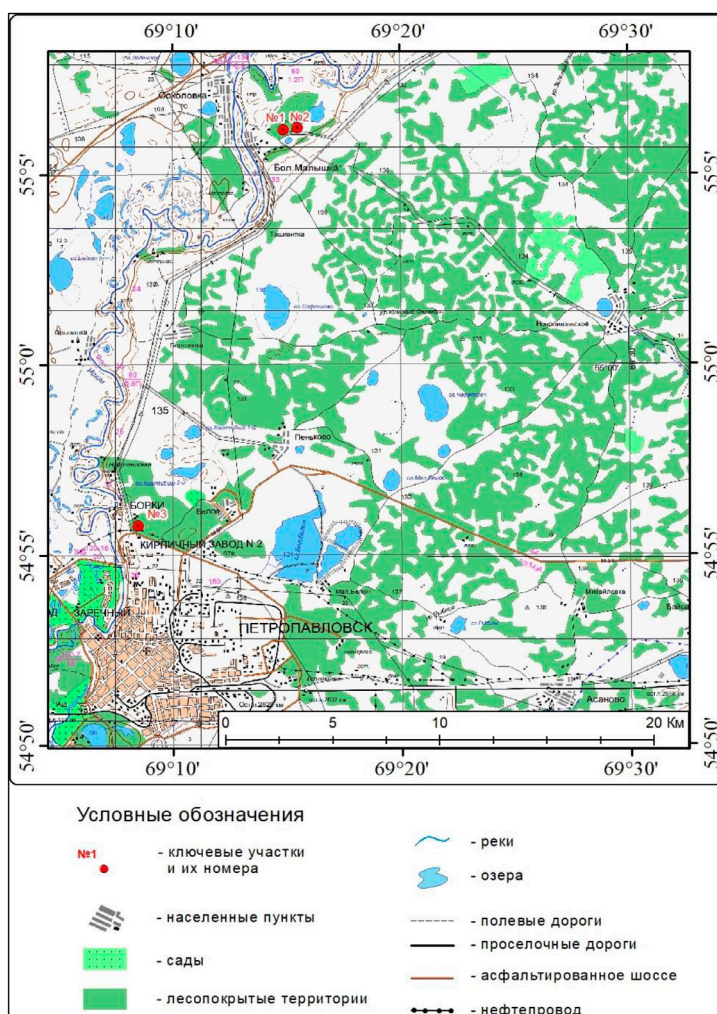


Рисунок 1 – Обзорная схема расположения ключевых участков. Масштаб 1:200 000

Результаты.

Как показывают результаты вычисления ВИ по ключевым участкам №1 и №2 (рисунок 2), значения колеблются в пределах 0,46-0,47, что позволяет отнести состояние растительности ближе к густой. Относительно ключевого

участка № 3 значение равно 0,36, что характеризует его как местность с разреженной растительностью. Основываясь на показателях NDVI, произведён обход участков и составлена оценка древостоя по видовому и качественному составу.

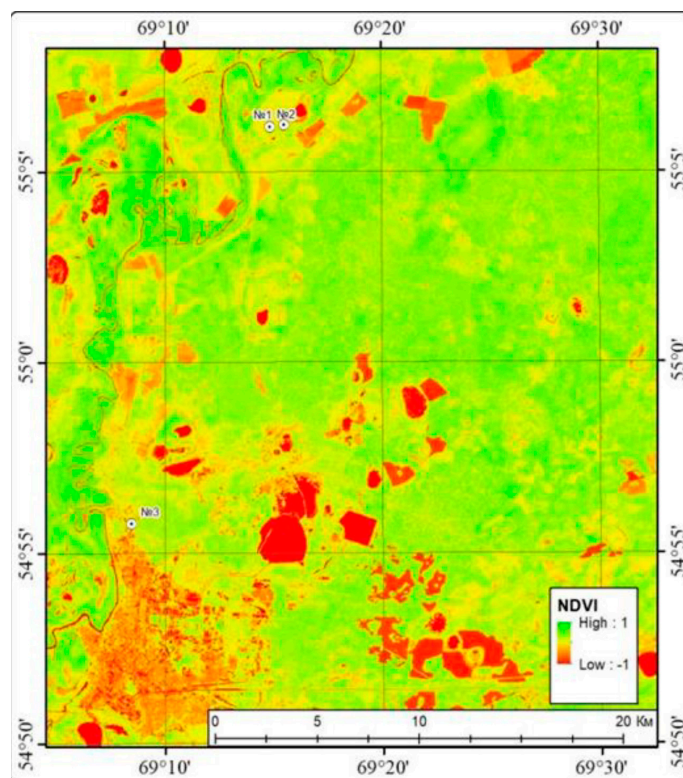


Рисунок 2 – Карта показателя NDVI исследуемой территории по состоянию на июль 2019 года. Масштаб 1:200 000

Основной накопитель питательных веществ в почве на ключевых участках (таблица 2) – это гумус, в нем содержится 95-99% всех запасов азота почвы, 60% фосфора, до 80% серы, значительная часть микроэлементов (Берденов, 2020: 113-115). Содержание массовой доли гумуса в почвенном покрове различное от 1,54 до – 5,29 %, что для степной и лесостепной зоны определяет ключевые участки №1 и №2 как плодородный слой (свыше 2%), а ключевой участок №3 как потенциально плодородный слой почвы (<https://garden.wikireading.ru/10598>).

Значения pH почвы указывает на отношение участков №1 и №2 к кислому составу, а значение участка №3 позволяет отнести почвы к щелочным. Содержание общего азота – от 0,126 до

0,238 %. Обеспеченность азотом во многом определяют эффективность и устойчивость функционирования агроэкосистем, за счет способности его органических соединений к аммонификации и нитрификации.

По содержанию валовых форм калия наблюдается аналогичная картина. По степени необходимости калий стоит в одном ряду с азотом и фосфором.

На участке №3 наблюдается эксцесс по содержанию в почве CO_2 в значении до 1,36. По нашему предположению ветка нефтепровода, проходящая вблизи точки отбора проб по данному участку, оказывает угнетающее воздействие на экосистему внося дисбаланс в результаты почвенных изысканий. Остальные значения по участкам придерживаются нормы.

Таблице 2. Результаты химических испытаний почв на ключевых участках

№	Место отбора	Общий гумус, %	Валовые			pH	CO ₂ , %
			N ₂ , %	P ₂ O ₅ , %	K ₂ O, %		
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Уч №1	5,29	0,238	0,092	0,854	5,08	0,56
2	Уч №2	4,33	0,210	0,092	0,960	5,16	0,52
3	Уч №3	1,54	0,126	0,048	1,066	7,91	1,36

Ландшафт лесостепи определяют берёзовые и осиново-берёзовые колки, чередующиеся с безлесными участками, которые в недалёком прошлом были заняты луговыми степями и остепененными лугами (южная степь) и богато-разнотравно – ковыльными степями в колочной лесостепи. Среди них встречаются пятна солонцов, часто образующиеся пояса вокруг колковых западин и озёрных понижений.

Растительный покров идентифицировался согласно систематическому указателю видов «Флоры Казахстана» 9 томов издательство Академии наук Казахской ССР (Н.В. Павлов гл. ред. 1956-1966).

Список растений на ключевых участках: Сфагнум болотный (*Sphagnum palustre* L.), Берёза повислая (*Betula pendula* Roth), Ель сибирская (*Picea obovata* Ledb.), Костяника каменистая (*Rubus saxatilis* L.), Кладония оленья (*Cladonia rangiferina* L.), Орляк обыкновенный (*Pteridium aquilinum* L.), Осина обыкновенная (*Populus tremula* L.), Хвощ зимующий (*Equisetum hyemale* L.), Шиповник собачий (*Rosa canina* L.), Земляника лесная (*Fragaria vesca* L.).

Производительность древостоя на участках составляет 538482 га (2020). Возраст древостоя на разных участках от 80-100 лет. В возобновлении преобладает сосна, встречается осина, порослевая береза и небольшое количество ели. Возобновительный процесс протекает неудовлетворительно из-за частых низовых пожаров, что определяется небольшим количеством уцелевшей от последнего пожара сосен, порослевой осинкой и берёзой. Подлесок по той же причине не выражен.

В травяно-кустарничковом ярусе с проективным покрытием до 65% доминируют: Берёза повислая (*Betula pendula* Roth), Земляника лесная (*Fragaria vesca* L.), Костяника каменистая (*Rubus saxatilis* L.), Орляк обыкновенный (*Pteridium aquilinum* L.). Выявлены бессистемные рубки части древостоя, о чем свидетельствуют

куртинные произрастания березы и осины и небольшие «окна» в сосновом древостое. Как уже отмечалось, низовые пожары, возникающие на таких участках по вине человека, приводят к гибели подроста сосны. Если пожары будут систематические, то со временем на месте сосняка осочково-разнотравного может возникнуть производный осинник, в подтверждение чему свидетельствуют уже существующие осиновые ареалы.

Выводы. Результаты проведенных исследований позволяют отметить, что в данных системах наблюдается существенное изменение ландшафтных компонентов по качественному составу. Индекс растительности на ключевом участке, расположенном вблизи антропогенной системы, отражает разреженность растительного покрова по отношению к другим. В верхнем слое почвы блокируется и задерживается двуокись углерода. Немаловажным фактором для данного отклонения является близкое расположение к антропогенной системе Петропавловска, что отражает качественно-видовой состав древостоя и химический анализ почвенного покрова. Очевидно, причиной изменения следует считать вовлечение все больших пространств в антропогенный ландшафт, т.е. расширение городской инфраструктуры и вовлечение вмещающих геомасс в обмен между компонентами природных комплексов.

Полученные результаты, статистические данные и геоинформационные модели могут быть использованы при геоинформационном картографировании на районном уровне и при создании более подробных карт для комплексного атласа региона, а именно карт растительности, лесных угодий, подлеска, травянистой растительности в лесных угодьях. (Бучацкая, 2015: 396–408).

Разработанные материалы могут быть использованы как картографическая основа для

менеджмента в сфере лесного хозяйства и лесопользования, организации и ведения мониторинга; а также как основа для решения задач оптимизации регионального природопользования (Арацкова, 2012: 510; Тесленок, 2014а: 103), (Тесленок, 2015б: 209), (Тесленок, 2014: 189).

Литература

- Братков, В.В. (2006) Геоэкология: учебное пособие - М.: Высшая школа, – 71 с.
- Касимов Н.С., Глазовский Н.Ф., Мазуров Ю.Л., Тикунов В.С. География и образование для устойчивого развития // Вест. МГУ. Сер.5. География. –2005. –№1. – С. 28-36
- Грибанов Л.Н. (1965) Сосновые леса Казахстана и биологические основы хозяйства в них. Свердловск: Доклад по совокупности опубликованных работ, – 54 с.
- Грибанов Л.Н., Лагов И.А., Чабан П.С. Леса СССР в пяти томах. Том 5. (1966) Леса Казахстана, Среднеазиатских республик и юго-востока Европейской части СССР. Леса Казахстана. - М.: Наука. – 7 с.
- Правдин Л. Ф. (1964), Сосна обыкновенная, издательства «Наука», Москва-, 175 стр.
- Сукачев В.Н. (1934). Дендрология с основами лесной геоботаники. М. 614 с.
- Тахтаджян А.Л. (1978) Флористические области Земли. – Л.: Наука, – С. 44-45
- Шумилова Л.В. (1962) Ботаническая география Сибири. – Томск, – 439 с.
- Пашков С.В., Закирина А.О. Геоэкологическая оценка состояния почв Северо-Казахстанской области//Вестник Московского городского педагогического университета. Серия «Естественные науки». – 2019. – №3 (35). – С.46-50
- Вибе Е.П., Меркель К.А., Дәулетбаев А.А. (2020) Микологические исследования семян сосны обыкновенной в лесных питомниках северного Казахстана. – Нур-Султан. Вестник науки Казахского агротехнического университета им. С. Сейфуллина (междисциплинарный). – 2020. – №1 (104). – С.61-69
- Беручашвили Н.Л., Жучкова В.К. (2007) Методы комплексных физико-географических исследований Учебник – М.: МГУ, –С. 75-117, 203-218
- Божилкина Е.А., (2016) и др. Географическое картографирование: карты природы: учебное пособие. 2 издание, дополненное. – М.: ИД «КДУ» С.21-23
- Фридланд В.М., (1972) Структура почвенного покрова. –М., Мысль, С -423
- Заруцкая И.П., Красильников Н.Г. (2008) Картографирование природных условий и ресурсов – М.: МГУ, С. 56-61
- The Landsat 7 Science Data User’s Handbook Goddard Space Flight Center, National Aeronautics and Space Administration (NASA) Maryland (2008) – 86 p.
- Космические снимки 01.06.2020 г. <https://earthexplorer.usgs.gov/>;
- ГОСТ 17.4.4.02-84 «Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа», Межгосударственная система стандартизации. Основные положения – 2019
- Берденов, Ж.Г., Жамангара А.К., Мендыбаева Е.Х., Жангужина А.А. (2020) – Геоэкологический мониторинг: Учебное пособие. – Астана, – С. 113-115
<https://garden.wikireading.ru/10598>.
- Н.В. Павлов гл. ред. 1956-1966 гг. Флора Казахстана, 1-9 том. Алматы. Академия наук КазССР.
- ГОСТ 17.5.1.03-86 «Охрана природы. Земли. Классификация вскрышных и вмещающих пород для биологической рекультивации земель», Межгосударственная система стандартизации. Основные положения – 1988
- Бучацкая Н.В. и др. Природное компьютерное картографирование на локальном уровне // Устойчивое развитие территорий: картографо-геоинформационное обеспечение: материалы Международная научная конференция – Краснодар, Кубанский государственный университет– 2005. – С. 396–408
- Арацкова А.Д., Тесленок К.С., Тесленок С.А. Аэрокосмический мониторинг территориальных систем Акмолинского Приишмья // Исследование территориальных систем: теоретические, методические и прикладные аспекты: материалы Всероссийская научная конференция с международным участием – Киров: Лобань, –2012. – С. 510-518
- Тесленок К.С., Тесленок С.А. Использование геоинформационных технологий для принятия оперативных управленческих решений в целях рационализации сельскохозяйственного природопользования // Агропромышленный комплекс: состояние, проблемы, перспективы: сборник статей X Международная научная практика конференция Пенза: РИО ПГСХА, – 2014. С. 103–106
- Тесленок К.С. Горелов А.В., Тесленок С.А. Мониторинг площади земель лесных ландшафтов на основе картографической базы данных ГИС // Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов: сборник докладов IX Международная научная конференция аспирантов и студентов. – Донецк: ГВУЗ «ДонНТУ», – 2015. – С. 209–211.
- Тесленок К.С. и Тесленок С.А. Технология получения аэрокосмической информации для решения проблем природопользования // Природно ресурсный потенциал, экология и устойчивое развитие регионов России: сборник статей XIII Международная научная практическая конференция – Пенза: РИО ПГСХА, – 2015. – С. 90–94.
- Тесленок С.А. Агроландшафтогенез в районах интенсивного хозяйственного освоения: исследование с использованием ГИС-технологий: монография. Saarbrücken: LAPLAMBERT Academic Publ., – 2014. – 189 с.
- Тесленок С.А., Тесленок К.С., Манухов В.Ф. Опыт использования возможностей алгебры растров в геоэкологических исследованиях // Известия Смоленского государственного университета. – 2014. – № 1 (25). С. 368–379.
- Тесленок С.А. и Тесленок К.С. Технологии ГИС и ДЗЗ в управлении ресурсами и природопользованием АПК // Проблемы и перспективы развития агропромышленного производства: монография. Пенза: РИО ПГСХА, –2014. – С. 166–181

Duong Thi Loi, Tien-Yin Chou, и Yao-Min Fang. (2017). Integration of GIS and Remote Sensing for Evaluating Forest Canopy Density Index in Thai Nguyen Province, Vietnam. *International Journal of Environmental Science and Development*, Vol. 8, No. 8, August 2017. 539-542 p.

Saei jamalabad, M. and A.A. Abkar, 2004. Forest Canopy Density Monitoring Using Satellite Images, Proc. of The International Society for Photogrammetry and Remote Sensing Congress, Istanbul, Turkey, July 12-23, XXXV. 5 p.

Azizia, Z., A. Najafi, and H. Sohrabia, 2008. Forest Canopy Density Estimating Using Satellite Images, Proc. of The International Society for Photogrammetry and Remote Sensing Congress Commission VIII, Beijing, China, July 3-11, XXXVII. Part B8. 1130 p.

References

Bratkov, V.V. (2006) *Geoekologiya: uchebnoe posobie* [Geoecology: training manual] - M.: Vysshaya shkola, – 71 s.

Kasimov N.S., Glazovskij N.F., Mazurov YU.L., Tikunov V.S. *Geografiya i obrazovanie dlya ustojchivogo razvitiya* [Geography and education for sustainable development] // Vest. MGU. Ser.5. Geografiya. –2005. –№1. – S. 28-36

Gribanov L.N. (1965) *Sosnovye lesa Kazahstana i biologicheskie osnovy hozyajstva v nih*. Sverdlovsk: Doklad po sovokupnosti opublikovannyh rabot [Pine forests of Kazakhstan and the biological basis of the economy in them. Sverdlovsk: Report on the totality of published works.], – 54 s.

Gribanov L.N., Lagov I.A., CHaban P.S. *Lesa SSSR v pyati tomah*. Tom 5. (1966) *Lesa Kazahstana, Sredneaziatskih respublik i yugo-vostoka Evropejskoj chasti SSSR*. Lesa Kazahstana -M.: Nauka. – 7 s.

Pravdin L. F. (1964), *Sosna obyknovennaya*, izdatel'stva «Nauka» [Ordinary pine.], Moskva-, 175 str.

Sukachev V.N. (1934). *Dendrologiya s osnovami lesnoj geobotaniki*. [Dendrology with the basics of forest geobotany.] M. 614 s.

Tahtadzhyan A.L. (1978) *Floristicheskie oblasti Zemli* [Floristic areas of the Earth]. – L.: Nauka, – S. 44-45

SHumilova L.V. (1962) *Botanicheskaya geografiya Sibiri* [Botanical Geography of Siberia.]. - Tomsk, – 439 s.

Pashkov S.V., Zakirina A.O. *Geoekologicheskaya ocenka sostoyaniya pochv Severo-Kazahstanskoy oblasti* // Vestnik Moskovskogo gorodskogo pedagogicheskogo universiteta. [Geoecological assessment of the soil condition of the North Kazakhstan region] Seriya «Estestvenny'e nauki». – 2019. – #3 (35). – C.46-50

Vibe E.P., Merkel' K.A., Døuletbayev A.A. (2020) *Mikologicheskie issledovaniya seyancev sosny obyknovenoj v lesnyh pitomnikah severnogo Kazahstana* [Mycological studies of scots pine seedlings in forest nurseries of northern Kazakhstan]. – Nur-Sultan. Vestnik nauki Kazahskogo agrotekhnicheskogo universiteta im. S. Seifullina (mezhdisciplinarnyj). – 2020. – №1 (104). – C.61-69

Beruchashvili N.L., ZHuchkova V.K. (2007) *Metody kompleksnyh fiziko-geograficheskikh issledovaniy* [Methods of complex physical and geographical research] Uchebnyk – M.: MGU, –S. 75-117, 203-218

Bozhilina E.A., (2016) *i dr. Geograficheskoe kartografirovanie: karty prirody: uchebnoe posobie* [Geographical mapping: maps of nature: training manual]. 2 izdanie, dopolnennoe. – M.: ID «KDU» S.21-23

Fridland V.M., (1972) *Struktura pochvennogo pokrova*. [The structure of the soil cover.] –M., My'sl', S -423

Zaruckaya I.P., Krasil'nikov N.G. (2008) *Kartografirovanie prirodnyh uslovij i resursov* [Mapping of natural conditions and resources]. – M.: MGU, S. 56-61

The Landsat 7 Science Data User's Handbook Goddard Space Flight Center, National Aeronautics and Space Administration (NASA) Maryland (2008) – 86 p.

Kosmicheskie snimki 01.06.2020 g. <https://earthexplorer.usgs.gov/>;

GOST 17.4.4.02-84 «Ohrana prirody. Pochvy. Metody otbora i podgotovki prob dlya himicheskogo, bakteriologicheskogo, gel'mintologicheskogo analiza» [Nature protection. Soil. Methods of sampling and preparation of samples for chemical, bacteriological, helminthological analysis] *Mezhgosudarstvennaya sistema standartizacii. Osnovnye polozheniya* – 2019

Berdenov. ZH.G., ZHAMangara A.K., Mendybayeva E.H., ZHanguzhina A.A. (2020) – *Geoekologicheskij monitoring: Uchebnoe posobie* [Geoecological monitoring: training manual]. – Astana, – S. 113-115
<https://garden.wikireading.ru/10598>.

N.V. Pavlov gl. red. 1956-1966 gg. *Flora Kazahstana*. [Flora of Kazakhstan], 1-9 tom. Almaty'. Akademiya nauk KazSSR.

GOST 17.5.1.03-86 «Ohrana prirody. Zemli. Klassifikaciya vskryshnyh i vmeshchayushchih porod dlya biologicheskoy rekul'tivacii zemel'» [Nature protection. Land. Classification of overburden and host rocks for biological land reclamation], *Mezhgosudarstvennaya sistema standartizacii. Osnovnye polozheniya* – 1988

Buchackaya N.V. i dr. *Prirodnoe komp'yuternoe kartografirovanie na lokal'nom urovne* [Natural computer mapping at the local level] // *Ustojchivoe razvitie territorij: kartografo-geoinformacionnoe obespechenie: materialy Mezhdunarodnaya nauchnaya konferenciya* – Krasnodar, Kubanskiy gosudarstvennyj universitet. – 2005. – S. 396–408

Arackova A.D., Teslenok K.S., Teslenok S.A. *Aerokosmicheskij monitoring territorial'nyh sistem Akmolinskogo Priishim'ya* [Aerospace monitoring of territorial systems of Akmolinskoy Priishimye] // *Issledovanie territorial'nyh sistem: teoreticheskie, metodicheskie i prikladnye aspekty: materialy Vserossiyskaya nauchnaya konferenciya s mezhdunarodnym uchastiem* – Kirov: Loban', –2012. – S. 510-518

Teslenok K.S., Teslenok S.A. *Ispol'zovanie geoinformacionnyh tekhnologij dlya prinyatiya operativnyh upravlencheskih reshenij v celyah racionalizacii sel'skohozyajstvennogo prirodopol'zovaniya* [The use of geoinformation technologies for making operational management decisions in order to rationalize agricultural environmental management] // *Agropromyshlennyj kompleks: sostoyanie, problemy, perspektivy: sbornik statej X Mezhdunarodnaya nauchnaya praktika konferenciya* Penza: RIO PGSKHA, – 2014. S. 103–106

Teslenok K.S. Gorelov A.V., Teslenok S.A. Monitoring ploshchadi zemel' lesnyh landshaftov na osnove kartograficheskoy bazy dannyh GIS [Monitoring of the land area of forest landscapes based on the GIS cartographic database] // Ohrana okruzhayushchej sredy i racional'noe ispol'zovanie prirodnyh resursov: sbornik dokladov IH Mezhdunarodnaya nauchnaya konferenciya aspirantov i studentov. – Doneck: GVUZ «DonNTU», – 2015. – S. 209–211.

Teslenok K.S. i Teslenok S.A. Tekhnologiya polucheniya aerokosmicheskoy informacii dlya resheniya problem prirodopol'zovaniya [Technology for obtaining aerospace information for solving environmental management problems] // Prirodno resursnyj potencial, ekologiya i ustojchivoe razvitie regionov Rossii: sbornik statej XIII Mezhdunarodnaya nauchnaya prakticheskaya konferenciya – Penza: RIO PGSKHA, – 2015. – S. 90–94.

Teslenok S.A. Agrolandschaftogenez v rajonah intensivnogo hozyajstvennogo osvoeniya: issledovanie s ispol'zovaniem GIS-tekhnologij: monografiya [Agrolandschaftogenesis in areas of intensive economic development: a study using GIS technologies: monograph]. Saarbrücken: LAPLAMBERT Academic Publ., – 2014. – 189 s.

Teslenok S.A., Teslenok K.S., Manuhov V.F. Opyt ispol'zovaniya vozmozhnostej algebry rastrov v geokologicheskikh issledovaniyah [The experience of using the possibilities of raster algebra in geoecological research] // Izvestiya Smolenskogo gosudarstvennogo universiteta. – 2014. – № 1 (25). S. 368–379.

Teslenok S.A. i Teslenok K.S. Tekhnologii GIS i DZZ v upravlenii resursami i prirodopol'zovaniem APK [The experience of using the possibilities of raster algebra in geoecological research] // Problemy i perspektivy razvitiya agropromyshlennogo proizvodstva: monografiya. Penza: RIO PGSKHA, –2014. – S. 166–181

Saei jamalabad M., Abkar A.A. Forest Canopy Density Monitoring, Using Satellite Images. p 5.

Azizia, Z., A. Najafi, and H. Sohrabia, 2008. Forest Canopy Density Estimating, Using Satellite Images Conference: ISPRSAt: Beijing, China Volume: XXXVII, p 1130.