

Сәкен Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университетінің Ғылым жаршысы (пәнаралық) =Вестник науки Казахского агротехнического исследовательского университета имени Саке-на Сейфуллина (междисциплинарный). – Астана: С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, 2024. -№ 1(120). - Б.27-34. - ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X

[doi.org/ 10.51452/kazatu.2024.1\(120\).1593](https://doi.org/10.51452/kazatu.2024.1(120).1593)

УДК 630.587.7

МРНТИ 68.47.03

## ИЗУЧЕНИЕ СОХРАННОСТИ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР НА ЛЕСОПРИГОДНЫХ ПОЧВАХ В ЗЕЛЕННОЙ ЗОНЕ ГОРОДА АСТАНА

**Муканов Болат Мажитович**

*Доктор сельскохозяйственных наук, профессор  
Казахский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина  
г. Астана, Казахстан  
E-mail: Mukanov\_b@internet.ru*

**Оспанғалиев Асхат Суттибаевич**

*Магистр сельскохозяйственных наук  
Казахский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина  
г. Астана, Казахстан  
E-mail: a.ospangaliev@mail.ru*

**Кабанов Андрей Николаевич**

*Старший научный сотрудник  
Казахский научно-исследовательский институт лесного хозяйства  
и агролесомелиорации им. А.Н. Букейхана  
г. Щучинск, Казахстан  
E-mail: 7058613132@mail.ru*

---

### Аннотация

Актуальность исследований заключается в определении состояния древесных и кустарниковых растений в зеленой зоне вокруг города Астана, в том числе с использованием дистанционного зондирования Земли (далее ДЗЗ). Объектами исследований являлись лесные культуры на лесопригодных почвах, которые обследовались по общепринятым методикам. На пробных площадях производился сплошной пересчет деревьев с фиксацией состояния каждого дерева. Алгоритм классификации данных ДЗЗ был основан на машинном обучении методом «Random forest». Выявлено, что на лесопригодных почвах наиболее приспособленными были культуры *Ulmus laevis* Pall., далее по мере снижения сохранности: *Acer negundo* L., *Populus balsamifera* L., *Salix acutifolia* Willd., *Betula pendula* Roth, *Elaeagnus angustifolia* L., *Pinus sylvestris* L. Площадь здоровых насаждений на всех категориях почв в зеленой зоне составляет 41%, ослабленных - 37% и погибающих - 22%. В результате изучения флуктуирующей асимметрии листьев *Betula pendula* Roth установлено, что насаждения испытывают негативное влияние почвенно-климатических условий, вследствие чего состояние лесных культур *Betula pendula* Roth достигло критической отметки. Практическое значение данного исследования заключается в подтверждении необходимости разработки лесоводственных мероприятий для сохранения насаждений зеленой зоны города Астаны.

**Ключевые слова:** лесные культуры; NDVI; состояние; лесопригодные почвы; зеленая зона; флуктуирующая асимметрия; дистанционное зондирование Земли.

### Введение

Созданию зеленого пояса вокруг крупных городов уделяется большое внимание во всем мире. Кроме рекреационной составляющей, озеленительные насаждения сдерживают бесконтрольное расширение городов, ограничивая их территорию [1]. Большое значение при-

городные леса имеют с точки зрения рекреации [2] и экологии, улучшая микроклимат городов, выполняя ветрозащитные функции и содействуя очищению воздуха путем аккумуляции тяжелых металлов в органах древесных растений [3]. В настоящее время широко используются методы ДЗЗ для мониторинга искусственных насаждений, в том числе для выявления зараженности вредителями и болезнями [4,5], прогнозирования лесных пожаров и определения ущерба от них [6] и выполнения многих других функций.

Методы биоиндикации, основанные на изучении изменений биометрических признаков листьев березы на различных экологических фонах, позволяют оценить степень воздействия окружающей среды на состояние деревьев в целом. Определение флуктуирующей асимметрии ассимиляционного аппарата показывает степень отклонения размеров листьев от показателя, присущего нормальному состоянию дерева. Причиной отклонений является, наряду с климатическими факторами, техногенное и антропогенное воздействие [7,8]. Поэтому данный способ является оптимальным для быстрого и надежного определения качества среды.

### Материалы и методы

Цель исследований – определение состояния древесных и кустарниковых растений в зеленой зоне вокруг города Астаны, в том числе с использованием ДЗЗ.

Объектами исследований являлись лесные культуры в зеленой зоне г. Астаны на лесопригодных почвах, которые обследовались по общепринятым методикам [9,10]. Для проведения сравнительного анализа таксационных показателей роста и состояния древесных растений в зависимости от видового состава и схем смешения лесных культур, возраста древесных растений, сохранности и приживаемости искусственных насаждений, произрастающих на лесопригодных почвах, были заложены пробные площади в насаждениях одного возраста в трехкратной повторности. На каждой пробной площади было замерено не менее 100 деревьев. Исследованы лесные культуры различных возрастов, произрастающие в первой и второй очереди освоения земель на лесопригодных почвах. Заложено более 50 пробных площадей в насаждениях 1-3 класса возраста и определены биометрические показатели более 5000 древесных растений в период с 2020 по 2023 гг. Сохранность культур определялась как отношение числа посадочных мест с сохранившимися растениями, выраженное в процентах к фактически высаженному в соответствии с проектом культур и уточненному при проведении технической приемки лесокультурных работ числу растений на выбранной площади [11].

Казахский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации им. А.Н. Букейхана совместно с Казахским агротехническим исследовательским университетом им. С. Сейфуллина проводили исследования состояния древесных насаждений зеленой зоны с помощью (ДЗЗ). Первоначально в полевых наземных условиях были отобраны участки, которые служили эталоном при использовании методов ДЗЗ. Расположение участков для отбора проб выбиралось на основе структуры растительности и видового состава, репрезентативных для большой исследуемой территории. Визуально по фенотипическим признакам в кулисах отбирались здоровые, ослабленные и погибающие насаждения. Пробная площадь прямоугольной формы закладывалась по всей ширине кулисы с тем условием, чтобы на ней было не менее 100 живых деревьев. На пробных площадях производился сплошной пересчет деревьев с фиксацией состояния каждого дерева. В исследовательской работе были использованы безоблачные снимки спутников PlanetScore. С 2022 года спутниковыми системами SuperDoves (PlanetScore) проводилась дополнительная съемка по 8 спектральным диапазонам. Для проведения дешифрирования полученные снимки были объединены в единую пространственную мозаику и единый файл по 7 спектральным каналам и 8 вегетационным индексам NDVI, DVI, PSRI, RVI, NDRE, MNDVI, PVR, SIPI. Методика дешифрирования земного покрова включала 4 основных этапа: предварительная подготовка спутниковых данных; формирование набора данных для проведения классификации алгоритмом Random Forest; проведение классификации; оценка точности классификации. Алгоритм классификации был основан на машинном обучении методом Случайного леса (RF).

Оценка степени выявленных отклонений от нормы, их места в общем диапазоне возможных изменений показателя флуктуирующей асимметрии листьев *Betula pendula Roth.* проводилась по

балльной шкале [8]. Диапазон значений интегрального показателя асимметрии, соответствующий условно нормальному фоновому состоянию, принимался как первый балл (условная норма). Пятый балл соответствовал величине показателя стабильности развития - 0,050-0,054, что означает существенные (значительные) отклонения от нормы. Собраны образцы ассимиляционного аппарата *Betula pendula* Roth. для определения флуктуирующей асимметрии (350 образцов).

Полевой материал обработан методами математической статистики с помощью программы «Статистика», обобщен и проанализирован [12].

### Результаты

По материалам инвентаризации РГП «Жасыл Аймак» рассмотрим сохранность лесных культур посадки 2015 – 2016 годов. Наибольшую площадь занимали насаждения *Pinus sylvestris* L. и *Betula pendula* Roth, но сохранность их была невысокой (соответственно 40,7 и 62,3%). Наибольшая сохранность была у *Populus balsamifera* L. (92,4%), но нельзя с уверенностью говорить об его приспособленности к почвенно-климатическим условиям зеленой зоны, т.к. данная порода произрастает на площади всего 4,2 га. Также высокая сохранность наблюдалась у *Acer negundo* L., и *Ulmus laevis* Pall (соответственно 79,3 и 80,7%). Сохранность *Elaeagnus angustifolia* L. и *Malus baccata* была меньше 50% (рисунок 1). Следует обратить внимание на лесные культуры *Fraxinus pennsylvanica*, у которого сохранность была на достаточно высоком уровне, причем насаждения занимали большую площадь.

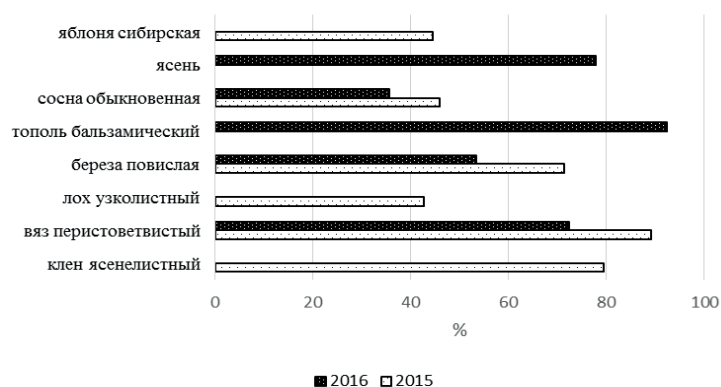


Рисунок 1 – Средняя сохранность лесных культур I очереди посадки на лесопригодных почвах (по материалам инвентаризации РГП «Жасыл Аймак»)

На рисунке 2 приведены данные по средней сохранности лесных культур по лесничествам. За период 2015-2016 гг. в Кызылжарском и Шортандинском лесничествах были посажены культуры с более разнообразным ассортиментом древесных пород.

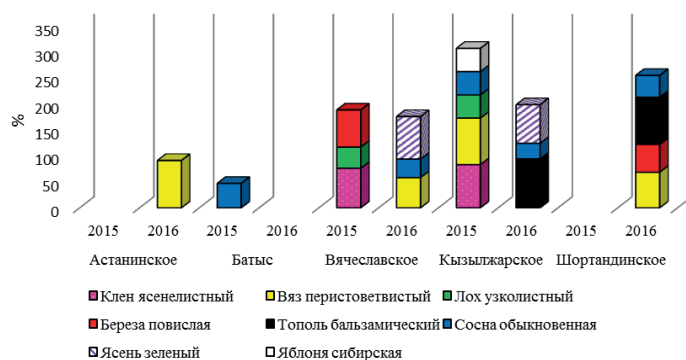


Рисунок 2 – Средняя сохранность лесных культур 2015-2016 гг. посадки по лесничествам на лесопригодных почвах (по материалам инвентаризации РГП «Жасыл Аймак»)

В Кызылжарском лесничестве сохранность основных лесобразующих пород (*Acer negundo L.* и *Ulmus laevis Pall*) была наибольшей и составила более 80%. Сохранность лесных культур *Pinus sylvestris L.* в этом лесничестве различалась по годам. Так, в 2015 году она составила 44,9%, а в 2016 значительно снизилась до 29,9%.

Результатом ДЗЗ явилось определение площадей насаждений, различающихся по состоянию на почвах различной категории лесопригодности (рисунок 3). Разработана методика дешифрирования данных ДЗЗ для идентификации древесных пород и их жизненного состояния методом машинного обучения с определением спектральных интервалов в зависимости от категории лесопригодности почв, которой можно будет пользоваться в зеленых зонах других городов с аналогичными почвенно-климатическими условиями.

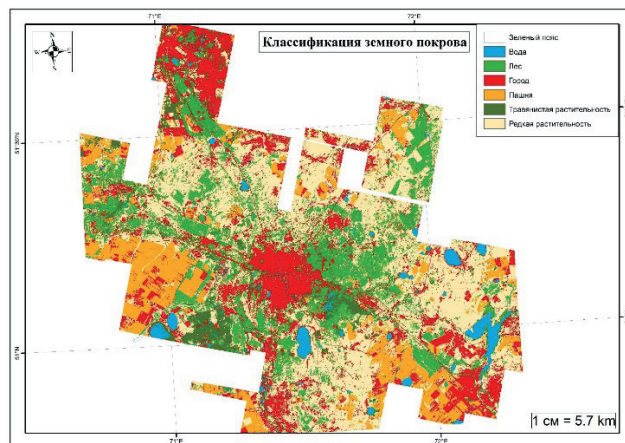


Рисунок 3 – Классификация почвенного покрова в зеленой зоне вокруг г. Астана

Изучены показатели флуктуирующей асимметрии листьев *Betula pendula Roth* на пробных участках (таблица 1). Выявлено, что балл показателя асимметричности листьев снизился до 5, особенно это касается всех лесничеств, кроме Шортандинского. В Вячеславском и Кызылжарском лесничестве еще в 2022 году наблюдалось снижение устойчивости насаждений березы повислой.

Таблица 1 – Интегральный показатель стабильности развития в лесных культурах *Betula pendula Roth*

Лесничество	Интегральный показатель стабильности развития по годам					
	степень асимметричности			значение показателя асимметричности, балл		
	2021	2022	2023	2021	2022	2023
Вячеславское	0,0508	0,0695	0,101	4	5	5
Кызылжарское	0,0524	0,0579	0,068	4	5	5
Астанинское	0,0508	0,0516	0,082	4	4	5
Шортандинское	0,0512	0,0468	0,053	4	3	4

### Обсуждение

По лесоустроительным материалам выявлено, что на лесопригодных почвах наиболее приспособленными были культуры *Ulmus laevis Pall.*, далее по мере снижения сохранности: *Acer negundo L.*, *Populus balsamifera L.*, *Salix acutifolia Willd.*, *Betula pendula Roth*, *Elaeagnus angustifolia L.*, *Pinus sylvestris L.*

На лесопригодных почвах обследованы, в основном, культуры *Pinus sylvestris L.*, имеющие категорию ослабленных и здоровых насаждений. Высота сосны обыкновенной 2016 года посадки колебалась от 1,79 до 2,3 м, причем данный показатель был больше в здоровых насаждениях по сравнению с ослабленными на 1,1-21,4%. Наибольшая разница по росту наблюдалась в Шортандинском лесничестве. В Кызылжарском лесничестве изученные лесные культуры *Pinus*

*sylvestris* L. имели ослабленное состояние и низкую сохранность (37,3%), но наибольшую высоту (2,3 м). Коэффициент вариации показал, что высота культур колебалась на среднем и повышенном уровне, следовательно, практически все деревья на пробной площади были примерно одной высоты. Имеющие низкую сохранность культуры *Pinus sylvestris* L., *Malus baccata* и *Elaeagnus angustifolia* L. требуют особого внимания при исследовании и обследовании лесных культур с целью определения оптимального числа сохранившихся деревьев на единице площади для выращивания устойчивых насаждений и перевода их в лесопокрытые уголья.

Здоровые культуры *Pinus sylvestris* L. в Вячеславском лесничестве сохранились на 57,1-65,3%, ослабленные - на 39,5-46,1%. В Шортандинском лесничестве культуры *Pinus sylvestris* L. практически все выпали и сохранность их составила не более 26,5%.

Сохранность *Betula pendula* Roth в здоровых насаждениях была высокой – 83,0%, высота здоровых насаждений превышала данный показатель в ослабленных культурах на 18,5%.

Высокую сохранность показали лесные культуры *Fraxinus excelsior* L. и *Acer negundo* L. в здоровых насаждениях. Ослабленные культуры *Acer negundo* L. имели среднюю сохранность (47,3%).

Следует отметить, что *Pinus sylvestris* L. в зеленой зоне слабо приживается на любой категории почв. Хотя все изученные культуры согласно проектам и почвенным картам произрастают на лесопригодных почвах, замечено, что лучший рост и сохранность деревьев была в Вячеславском и Шортандинском лесничестве. По-видимому, почвенные условия в данных лесничествах все же лучше, чем в других.

В результате ДЗЗ выявлено, что площадь здоровых насаждений на всех категориях почв составляет 41%, ослабленных - 37% и погибающих - 22%. Основная масса погибающих насаждений произрастает на лесопригодных и условно-лесопригодных почвах. Следовательно, необходимо определить лесоводственные мероприятия для повышения устойчивости ослабленных насаждений и разработать способы реконструкции и восстановления погибающих лесных культур.

Установлено, что насаждения испытывают негативное влияние почвенно-климатических условий, вследствие чего состояние лесных культур *Betula pendula* Roth достигло критической отметки. Балл стабильности развития достиг к 2023 году значения 5 баллов, что говорит о критическом значении качества среды.

### **Заключение**

Выявлено, что на лесопригодных почвах наиболее приспособленными были культуры *Ulmus laevis* Pall., далее по мере снижения сохранности: *Acer negundo* L., *Populus balsamifera* L., *Salix acutifolia* Willd., *Betula pendula* Roth, *Elaeagnus angustifolia* L., *Pinus sylvestris* L.

*Pinus sylvestris* L. в зеленой зоне слабо приживается на любой категории почв. При ее выращивании необходимо проводить тщательные агротехнические уходы, включающие мероприятия, повышающие плодородие почвы (внесение минеральных и органических удобрений, применение стимуляторов в первые годы после посадки). Сохранность *Betula pendula* Roth в здоровых насаждениях была высокой - 83,0%, высота здоровых насаждений превышала данный показатель в ослабленных культурах на 18,5%. Высокую сохранность показали лесные культуры *Fraxinus excelsior* L. и *Acer negundo* L. в здоровых насаждениях. Ослабленные культуры *Acer negundo* L. имели среднюю сохранность (47,3%).

По результатам ДЗЗ выявлено, что большая площадь погибающих насаждений произрастает на лесопригодных почвах, что связано, с неудачным подбором древесных пород для условий местопроизрастания в сухостепной зоне с резко-континентальным климатом. В целом по зеленой зоне г. Астаны определено, что площадь здоровых насаждений на всех категориях почв составляет 41%, ослабленных - 37% и погибающих - 22%.

В результате изучения флуктуирующей асимметрии листьев *Betula pendula* Roth установлено, что насаждения испытывают негативное влияние почвенно-климатических условий, вследствие чего состояние лесных культур *Betula pendula* Roth достигло критической отметки. Интегральный показатель стабильности развития достиг 4-5 баллов, что говорит о необходимости принимать лесоводственные и иные меры по увеличению устойчивости и улучшению состояния искусственных насаждений (проведение рубок ухода, внесение удобрений в почву и пр.).

## Список литературы

- 1 Kühn, M. Greenbelt and Green Heart: separating and integrating landscapes in European city regions [Text] / M. Kühn // Landscape and Urban Planning. - 2003. - No 64. - P.19-27.
- 2 Donis, J. Designating a greenbelt around the city of Riga, Latvia [Text] / J. Donis // Urban Green. - 2003. - No 2. - P. 031-039.
- 3 Govindaraju, M. Identification and evaluation of air-pollution-tolerant plants around lignite-based thermal power station for greenbelt development [Text] / M. Govindaraju, R.S. Ganeshkumar, V.R. Muthukumaran, P. Visvanathan // Environ Sci Pollut Res. - 2003. - No 19. - P. 1210-1223.
- 4 Wong, C.M. Novel forest decline triggered by multiple interactions among climate, an introduced pathogen and bark beetles [Text] / C.M. Wong, L.D. Daniels // Glob Chang Biol. - 2017. - No 23(5). - P. 1926-1941.
- 5 Long, L. Remote Sensing Monitoring of Pine Wilt Disease Based on Time-Series Remote Sensing Index [Text] / L. Long, Y. Chen, S. Song, X. Zhang, X. Jia, Y. Lu, G. Liu // Remote Sensing. - 2023. - No 15. - P. 360.
- 6 Forbes, B. Comparing Remote Sensing and Field-Based Approaches to Estimate Ladder Fuels and Predict Wildfire Burn Severity [Text] / B. Forbes, S. Reilly, M. Clark, R. Ferre, A. Kelly, P. Krause, C. Matley, M. O’Neil, M. Villasenor, M. Disney, P. Wilkes, P. Bentley - Forest and global change. - 2022. - No5. - P. 818713.
- 7 Наумова, А. А. Методика оценки степени флуктуирующей асимметрии листовых пластинок на примере березы повислой (бородавчатой) (*BETULA PENDULA ROTH.*) [Текст] / А.А. Наумова, А.Б. Стрельцов // Научно-образовательный журнал для студентов и преподавателей «StudNet». - 2020. - № 3. - С. 303-311.
- 8 Протасова, М.В. Использование методов биоиндексации при исследовании экологического состояния городской среды [Текст] / М.В. Протасова, Е.П. Проценко, И.В. Петрова, С.С. Петров, С.Ф. Сабр // Экология. - 2019. - № 3. - С. 136-140.
- 9 Николаевский, В.С. Экологический мониторинг зеленых насаждений в крупном городе: методы исследования [Текст]: В.С. Николаевский, Х.Г. Якубов. – М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2008. - 67 с.
- 10 Методология исследований лесных экосистем [Текст]: методическое пособие. – Вологда-Молочное: ИЦ ВГМХА, 2013. - 103 с.
- 11 Данченко, А. М. Лесные культуры: учебное пособие для среднего профессионального образования [Текст]: А. М. Данченко, С. А. Кабанова, М. А. Данченко, Б. М. Муқанов - Москва: Юрайт, 2022. - 235 с.
- 12 Шорохова, И.С. Статистические методы анализа [Текст]: И.С. Шорохова, Н.В. Кисляк, О.С. Мариев– Екатеринбург: Уральский федеральный университет, 2015. - 300 с.

## References

- 1 Kühn, M. Greenbelt and Green Heart: separating and integrating landscapes in European city regions [Text] / M. Kühn // Landscape and Urban Planning. - 2003. - No 64. - P.19-27.
- 2 Donis, J. Designating a greenbelt around the city of Riga, Latvia [Text] / J. Donis // Urban Green. - 2003. - No 2. - P. 031-039.
- 3 Govindaraju, M. Identification and evaluation of air-pollution-tolerant plants around lignite-based thermal power station for greenbelt development [Text] / M. Govindaraju, R.S. Ganeshkumar, V.R. Muthukumaran, P. Visvanathan // Environ Sci Pollut Res. - 2003. - No 19. - P. 1210-1223.
- 4 Wong, C.M. Novel forest decline triggered by multiple interactions among climate, an introduced pathogen and bark beetles [Text] / C.M. Wong, L.D. Daniels Glob Chang Biol. -2017. - No 23(5). - P. 1926-1941.
- 5 Long, L. Remote Sensing Monitoring of Pine Wilt Disease Based on Time-Series Remote Sensing Index [Text] / L. Long, Y. Chen, S. Song, X. Zhang, X.Jia, , Y. Lu, G.Liu // Remote Sensing. - 2023. - No 15. - P. 360.
- 6 Forbes, B. Comparing Remote Sensing and Field-Based Approaches to Estimate Ladder Fuels and Predict Wildfire Burn Severity [Text] / B. Forbes, S. Reilly, M. Clark, R. Ferre, A. Kelly, P. Krause,

C. Matley, M. O'Neil, M. Villasenor, M. Disney, P. Wilkes, P. Bentley // Forest and global change. - 2022. - No 5. - P. 818713.

7 Naumova, A. A. Methodology for assessing the degree of fluctuating asymmetry of leaf blades on the example of a hanging birch (warted) (*BETULA PENDULA* ROTH.) [Text] / A.A. Naumova, A.B. Streltsov // Scientific and educational journal for students and teachers "StudNet". - 2020. - № 3. - P. 303-311.

8 Protasova, M.V. The use of bioindication methods in the study of the ecological state of the urban environment [Text] / M.V. Protasova, E.P. Protsenko, I.V. Petrova, S.S. Petrov, S.F. Sabr // Ecology. - 2019. - No. 3. - P. 136-140.

9 Nikolaevsky, V.S. Ecological monitoring of green spaces in a large city: research methods [Text]: V.S.Nikolaevsky, H.G. Yakubov— M.: GOU VPO MGUL, 2008. - 67 p.

10 Methodology of forest ecosystem research: A methodological guide [Text]: – Vologda-Molochnoye: IC VGMHA, 2013. -103 p.

11 Danchenko, A.M. Forest cultures: a textbook for secondary vocational education [Text]: A.M. Danchenko, S. A. Kabanova, M. A. Danchenko, B.M. Mukanov // - Moscow: Yurait, 2022. - 235 p.

12 Shorokhova, I.S. Statistical methods of analysis [Text]: I.S. Shorokhova, N.V. Kislyak, O.S. Mariev— Yekaterinburg: Ural Federal University, 2015. - 300 p.

## АСТАНА ҚАЛАСЫНЫҢ ЖАСЫЛ АЙМАҒЫНДА ОРМАНҒА ЖАРАМДЫ ТОПЫРАҚТА ОРМАН ДАҚЫЛДАРЫНЫҢ САҚТАЛУЫН ЗЕРТТЕУ

*Мұқанов Болат Мәжитұлы*

*Ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы, профессор  
С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті  
Астана қ., Қазақстан  
E-mail: Mukanov\_b@internet.ru*

*Оспанғалиев Асхат Сүттібайұлы*

*Ауыл шаруашылығы ғылымдарының магистрі  
С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті  
Астана қ., Қазақстан  
E-mail: a.ospangaliev@mail.ru*

*Кабанов Андрей Николаевич*

*Аға ғылыми қызметкер  
Ә.Н. Бөкейхан атындағы Қазақ орман шаруашылығы  
және агроорманмелиорация ғылыми-зерттеу институты  
Щучинск қ., Қазақстан  
E-mail: 7058613132@mail.ru*

### Түйін

Зерттеулердің өзектілігі Астана қаласының айналасындағы жасыл аймақтағы ағаш және бұта өсімдіктерінің жай-күйін, оның ішінде Жерді қашықтықтан зондтауды пайдалана отырып анықтау. Зерттеу нысандары жалпы қабылданған әдістемелер бойынша зерттелген орманға жарамды топырақтағы орман дақылдары болды. Сынақ алаңдарында әр ағаштың жай-күйін белгілей отырып, ағаштарды үздіксіз қайта санау жүргізілді. ЖҚЗ деректерін жіктеу алгоритмі «Random forest» әдісімен машиналық оқытуға негізделген. Орманды топырақта *Ulmus laevis* Pall дақылдары ең қолайлы екендігі анықталды, әрі қарай сақталу төмендеген сайын: *Acer negindo* L., *Populus balsamifera* L., *Salix acutifolia* Willd., *Betula pendula* Roth, *Elaeagnus angustifolia* L., *Pinus sylvestris* L. жасыл аймақтағы топырақтың барлық санаттарындағы сау екпелердің ауданы 41%, әлсіреген - 37% және өлетін - 22% құрайды. *Betula pendula* Roth жапырақтарының тербелмелі асимметриясын зерттеу нәтижесінде екпелер топырақ-климаттық жағдайларға теріс әсер ететіні

анықталды, нәтижесінде *Betula pendula* Roth орман дақылдарының жағдайы сыни деңгейге жетті. Бұл зерттеудің практикалық маңыздылығы Астана қаласының жасыл аймағының екпелерін сақтау үшін орманшылық іс-шараларын әзірлеу қажеттілігін растау болып табылады.

**Кілт сөздер:** орман екпелері; NDVI, жай-күй; орманға жарамды топырақ; жасыл аймақ; тербелмелі асимметрия; жерді қашықтықтан зондтау.

## STUDY OF PRESERVATION OF FOREST CROPS ON FORESTABLE SOILS IN THE GREEN ZONE OF ASTANA CITY

***Mukanov Bolat Mazhitovich***

*Doctor of Agricultural Sciences, Professor  
S. Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University  
Astana, Kazakhstan  
E-mail: Mukanov.lekzii@mail.ru*

*Ospangaliev Askhat Sutybayevich*

*Master of Agricultural Sciences, Senior Lecturer  
S. Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University  
Astana, Kazakhstan  
E-mail: a.ospangaliev@mail.ru*

*Kabanov Andrey Nikolaevich*

*Senior Researcher  
Kazakh Scientific Research Institute of Forestry and Agroforestry A.N. Bukeikhan  
Schuchinsk, Kazakhstan  
E-mail: 7058613132@mail.ru*

### **Abstract**

The relevance of the research lies in determining the condition of woody and shrubby plants in the green zone around the city of Astana, including using remote sensing of the Earth (remote sensing). The objects of research were forest crops on suitable soils, which were examined according to generally accepted methods. In the test areas, a continuous re-enumeration of trees was carried out with a record of the condition of each tree. The remote sensing data classification algorithm was based on machine learning using the "Random forest" method. It was revealed that *Ulmus laevis* Pall. crops were the most adapted on forest-suitable soils, further, as conservation decreased: *Acer negundo* L., *Populus balsamifera* L., *Salix acutifolia* Willd., *Betula penndula* Roth, *Elaeagnus angustifolia* L., *Pinus sylvestris* L. The area of healthy plantations in all categories of soils in the green zone is 41%, weakened – 37% and 22% of those who die. As a result of studying the fluctuating asymmetry of the leaves of *Betula penndula* Roth, it was found that plantations are negatively affected by soil and climatic conditions, as a result of which the state of *Betula penndula* Roth forest crops has reached a critical point. The practical significance of this study is to confirm the need to develop forestry measures to preserve the plantations of the green zone of Astana.

**Key words:** forest cultures; NDVI; condition; forest soils; green zone; fluctuating asymmetry; remote sensing of the Earth.