

УДК 528.2/5

АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ БАХЧИСАРАЙСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ КРЫМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СПУТНИКОВОЙ ИНФОРМАЦИИФИЛИНА Я.А.¹, ДУНАЕВА Е.А.²¹ Академия биоресурсов и природопользования (структурное подразделение) ФГАОУ
ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского»² ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»**Аннотация**

Лес – один из важных компонентов биосферы. Лесные насаждения влияют на окружающую среду, способны влиять на природные факторы, участвуют в биологических, геологических и химических циклах воды, углерода, азота, кислорода и других элементов.

Лесное хозяйство в Российской Федерации является важнейшей отраслью национальной экономики, основная задача которой заключается в управлении лесом с целью использования, охраны, защиты и воспроизводства лесов.

В данной статье рассмотрены процессы создания электронных карт для непрерывной оценки лесных насаждений Бахчисарайского района Республики Крым и для их мониторинга. Создан ГИС-проект (ESRI ArcGis 9.3) и слои информации: слой границы Бахчисарайского района; слой земель, покрытых лесными насаждениями; слой классификации лесных насаждений по видам древесной растительности. Определено: происходит сокращение общей площади земель, занятых лесными насаждениями. Так, в 2015 г. площадь земель лесного фонда сократилась на 1,55%, а в 2016 г. – 2,31% в сравнении с 2014 г.

Ключевые слова: ГИС, мониторинг, лесные насаждения, математико-картографическое моделирование, Бахчисарайский район, Республика Крым.

Введение

Лес играет важную роль в сохранении водных и земельных ресурсов, в улучшении окружающей среды. В настоящее время лесной фонд подвергается нагрузкам различного рода, как антропогенного, так и естественного происхождения. Изучение отрицательных воздействий на лесные ресурсы Бахчисарайского района является актуальной задачей, решение которой позволит оценить воздействие факторов на природные ресурсы Крыма.

С использованием современных технологий, таких как геоинформационная система (ГИС), возможно проведение мониторинга лесных насаждений, что позволяет обеспечить учёт и контроль за оборотом лесных насаждений, за действиями участников лесных отношений; повысить качество планирования мероприятий в сфере воспроизводства и защиты лесов; пополнять электронные базы данных Государственного лесного реестра оперативной и объективной информацией.

В Российской Федерации изучением лесных насаждений для определения их состояния при помощи дистанционного зондирования Земли занимался Г.Г. Самойлович [1]. Он один из первых, кто, применяя черно-белые аэрофотоснимки, определял площади лесов подверженных усыханию. Также изучением особенностей лесопатологического дешифрирования аэрофотоснимков и космоснимков занимались В.В. Киселев, С.В. Белов, С.Е. Ямбург, А.А. Кирильцева, В.М. Жирин, Ю.А. Прокудин, П.А. Кропов и др. [2].

Необходимость и способы применения ГИС-технологий в мониторинге лесных насаждений показано в

работах А.С. Рулева, О.В. Рулевой, О.Ю. Кошелевой, А.В. Кошелева [3], В.Н. Васильева, О.Б. Маркова, Л.В. Щеголевой, Р.В. Воронова, И.В. Тесля [4], А.М. Крылова, Д.Ф. Налдеева [5], Х.Б. Куулара, С.Б. Хертека, Ж.Э. Чоксума [6], А.Е. Синкевича, М.В. Березина [7] и др.

В.Н. Васильев, О.Б. Марков, Л.В. Щеголева, Р.В. Воронов, И.В. Тесля в результате применения ГИС-технологий разработали новый метод прогнозирования изменения состояния лесных насаждений при наличии минимального объема информации, основанный на теории цепей Маркова [4].

А.М. Крылов и Д.Ф. Налдеев в своих работах доказали актуальность внедрения новейших цифровых технологий в процесс лесопатологического мониторинга, т.к. проведенные ими исследования с применением карманного персонального компьютера показали снижение и ухудшение качества работ [5].

В Российской Федерации одним из главных информационных сервисов по работе с данными спутниковых наблюдений для оценки и мониторинга возобновляемых биологических ресурсов является ВЕГА-PRO [8].

В основу сервиса ВЕГА-PRO положены обновляемые в режиме близком к реальному времени архивы данных о состоянии растительности на территории России и близлежащих стран, полученные на основе спутниковых методов дистанционного зондирования. По любому району этой территории в архивах имеются ежедневно обновляемые данные с начала двадцать первого столетия по настоящее время.

Основой для разработки информационного сервиса ВЕГА-PRO является Global Forest Watch (GFW), представляемый собой онлайн-систему для мониторинга

лесов, обеспечивающая людям во всем мире информацией о лесах, позволяющей лучше управлять лесами и сохранять их. Веб-сайт GFW содержит данные о проблемах и достижениях в области охраны лесов, а также статистические данные, которые каждый пользователь может использовать в своих приложениях. Пользователи могут просматривать подробную информацию о лесах по любой интересующей их стране или сравнивать леса разных стран с помощью инструмента «Профили стран и рейтинги» [8].

Цель и задачи исследований.

Цель исследования – анализ динамики лесных насаждений Бахчисарайского района Республики Крым с использованием данных дистанционного зондирования Земли.

Исходя из поставленной цели, были реализованы следующие задачи:

1. Проведена оценка состояния лесных насаждений Бахчисарайского района Республики Крым.
2. Выполнен анализ динамики состояния лесного фонда Бахчисарайского района, Республики Крым.
3. Создан ГИС-проект и слои информации ГИС: слой границы Бахчисарайского района, слой земель, покрытых лесными насаждениями, слой классификации лесных насаждений по видам древесной растительности (бук, дуб, сосна).

Общая характеристика объекта исследования

По состоянию на 1.01.2017 г. общая площадь Бахчисарайского района составляет 1589 кв. км (6,1 % от общей площади Республики Крым). Общая площадь лесных насаждений составляет 822 кв. км.

Бахчисарайский район представлен горной местностью (большая часть района) и равниной (северо-западная часть). Центральная часть находится в пределах Внутренней гряды Крымских гор, северо-западная часть – степь, южная и восточная части – Главная гряда Крымских гор. Колебание высот над уровнем моря в пределах района достигают 500 – 600 м, а в отдельных его точках – 1000 м [10].

По территории Бахчисарайского района протекают несколько рек: Альма, Кача, Бельбек, Каралезка. Долины перечисленных рек довольно плодородны, подтверждением того являются многочисленные насаждения буковых и дубовых лесов, а также садов и виноградников.

Бахчисарайский регион расположен в пределах предгорного Крымского засушливого, очень теплого агроклиматического района. Климат схожий с климатом умеренного пояса: степная часть – мягкий, засушливый, горная – более холодная и влажная.

Температура в январе колеблется в пределах – 4 °С ...–0,3 °С, июле +21,1 °С...+21,7 °С. Среднегодовая температура воздуха +10 °С, максимальная +39 °С, минимальная –10 °С. Количество безморозных дней – 224. Влажность воздуха 72 – 85 %. Общее количество осадков 482 – 568 мм в год (наибольшее выпадает осенью и зимой), в горах может увеличиваться до 700 – 800 мм и более. Снежный покров неустойчив [10].

Равнинная территория представлена луговыми черноземами и южными черноземами, предгорье – выщелоченными черноземами и коричневыми почвами, горная местность – бурными горнолесными.

Бахчисарайский район имеет достаточную обеспеченность лесными ресурсами. Площадь, занимаемая зелеными насаждениями, составляет почти 52 % от общей площади района. Большое распространение получили: дуб скальный, сосна крымская, бук, граб, осина, ольха, можжевельник и кизил. Также встречаются яблоня, груша, рябина, боярышник, пажитник, тимьян. Произрастают засухоустойчивые травы и кустарники [10].

Методы и способы проведения исследований

При проведении исследования были использованы: сервис ВЕГА [8] созданы растровые подложки для анализа состояния лесных насаждений; программный продукт ArcMap.ESRI 9.3 – проведено создание, редактирование наборов геоданных, созданы базы данных; географическая информационная система Quantum GIS (QGIS 2.14.12), с помощью которой созданы и отредактированы, визуализированы, анализированы слои геопространственной информации.

Анализ лесных насаждений Бахчисарайского района, Республики Крым производился в следующей последовательности:

1) Получение растрового слоя границы Бахчисарайского района. На сервисе ВЕГА–PRO в меню *Анализ состояния растительности* выбрать *По карте*. Открыть вкладку *Сервис*, перейти на вкладку *Картография* → *Общая картография*. В контекстном меню отметить *Картография*, *Границы стран и субъектов РФ* и *Отображать масштаб*, *Границы адм. районов*. Приблизить с помощью кнопки *Увеличить* к отображению Бахчисарайского района и сохранить в формате: *GeoTiff*.

Аналогичные действия проводились для загрузки растровых слоев *Покрытые лесом земли (за 2014, 2015, 2016)* и *Преобладающие древесные породы (соответственно 2014, 2015, 2016 гг.)*.

2) Создание ГИС-проекта в ArcMap 9.3. Присваиваем систему координат проекту: *PRO-jected Coordinate Systems* → *Gauss Kruger* → *Pulkovo 1942* → *Pulkovo 1942 GK Zone 6*.

Далее загружаем следующие слои в проект: граница Бахчисарайского района, Покрытые лесом земли 2014, Покрытые лесом земли 2015, Покрытые лесом земли 2016. Данные слои сохранены в формате GeoTiff, привязка не требуется.

Следующий шаг – преобразование растровых изображений в векторные, используя *ArcToolbox*, выбираем *Конвертация (Conversion Tools)* → *Из растра* → *Растр в полигоны* (рис. 1.). Важным моментом является необходимость сохранения всех слоев карты в одной папке.

3) Далее проводится обработка данных в таблице слоя *Покрытые лесом земли 2014*. Для отображения полигонов участков, входящих в границы района,

выполнялись действия по выборке с использованием фильтра по расположению. Участки, выходящие за пределы границы района, не отвечали заданному условию и были удалены.

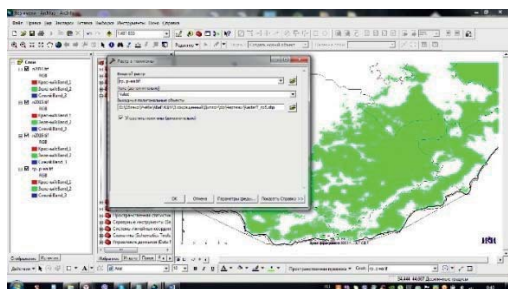


Рис. 1. Окно выполнения преобразования растрового изображения в векторное

Затем проводилась классификация слоя *Покрытые лесом земли 2014 (2015, 2016)* по уникальным значениям поля *CRICODE*.

4) Следующим этапом было определение площадей, которое проводилось в *таблице атрибутов* в *дополнительно созданном* поле *Area* с характеристиками *Float* (разрядность – 12, количество десятичных знаков – 4) с помощью функции *вычислить геометрию* (единицы измерения – гектары (га)).

Анализ площади полей проводился с использованием функции *Статистика* (общее количество полей, минимальные и максимальные размеры полей, сумма выбранных полей (занятые лесными насаждениями), средний размер поля и среднее квадратичное отклонение).

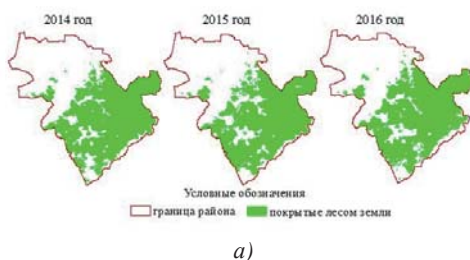
Последовательность выполнения работ оценке динамики площади лесных насаждений Бахчисарайского района по видам древесной растительности аналогична приведенному ранее алгоритму создания карты лесных насаждений Бахчисарайского района.

Стоит отметить, на сервисе ВЕГА-PRO на текущую дату отсутствует слой *Преобладающие древесные породы* за 2016 г., что показало необходимость выполнения работ по обработке информации.

Имея данные по участкам слоев *Покрытые лесом земли 2016 г.* и *Преобладающие древесные породы 2015 г.*, методом исключений был создан слой *Преобладающие древесные породы 2016*. На последнем этапе, проводилось вычисление площади массивов по породам.

Результаты исследований

В процессе проведенных исследований и работ по анализу динамики лесных насаждений, полученные результаты показаны на рис. 2 (а, б).



а)



б)

Рис. 2. Статистика земель, покрытых лесом за период 2014 – 2016 гг.

Площадь Бахчисарайского района по официальным данным оставляет 158,90 тыс. га. По данным сервиса – на 1639,02 га больше, чем фактическая. Из этого следует, что площадь земель, занятых лесными насаждениями, тоже отличается от фактической площади, т.е. значения имеют отклонения. Из рисунка 2 видна тенденция ежегодного сокращения площади под лесами, так, за период 2014-2016 гг. площадь уменьшилась на 3707,64 га.

Для определения площади занятой лесными насаждениями, проведен логико-математический анализ. Для этого площадь района (по данным ВЕГА-PRO) принята за 100 %. Далее проводилось вычисление доли земель под лесом от всей площади. Полученные вычисления приведены в табл. 1.

Табл. 1. Динамика площади леса

Год	Покрытые лесом земли по данным ВЕГА-PRO, га	Покрытые лесом земли, га	Отклонение площади покрытых лесом земель, га
2014	78 732,24	77 924,56	- 807,68
2015	76 238,53	75 461,61	- 776,91
2016	75 024,60	74 253,97	- 770,63

Следует отметить, что расхождения между значениями площадей, занятых лесными насаждениями значительны, что связано с разностью площадей по району в целом.

Классификация древесной растительности Бахчисарайского района представлена в табл. 2.

Табл. 2. Классификация древесной растительности за период 2015 – 2017 гг.

Порода	Площадь, занятая породой, га		
	2014 г.	2015 г.	2016 г.
Дуб	56 218,68	51 690,76	51 691,27
Бук	12 965,86	11 858,14	8 361,30
Сосна	9 547,70	12 689,63	14 972,03
Всего под лесными насаждениями	78 732,24	76 238,53	75 024,60

Из представленной выше таблицы, видна тенденция уменьшения площадей леса, занятых такими породами, как дуб и бук, и увеличения площадей под соснами.

Следует обратить внимание, что приведенные данные получены с помощью спутниковых данных могут иметь отклонения от фактических данных. Поэтому необходимо провести корректировочные работы с выездом на местность, детальную инвентаризацию с указанием возраста деревьев, их состояния, наличия вредителей и т.п.

Породный состав лесных насаждений представлен на рис. 3.

Анализ динамики лесных насаждений приведен с использованием обработанных картографических данных [11] и данных ДЗЗ (рис. 4.).

Из рис. 4. видно, что за период с 2004 г. по 2016 г. площадь Лесного фонда сократилась на 13,9 тыс. га, в т. ч. под дубовыми древесными насаждениями – на 7,9 тыс. га, под буковыми древесными насаждениями – на 17,6 тыс. га. При этом площадь под сосновыми древесными насаждениями наоборот – увеличилась на 14,2 тыс. га. Такие древесные насаждения как можжевельник – исчезли.

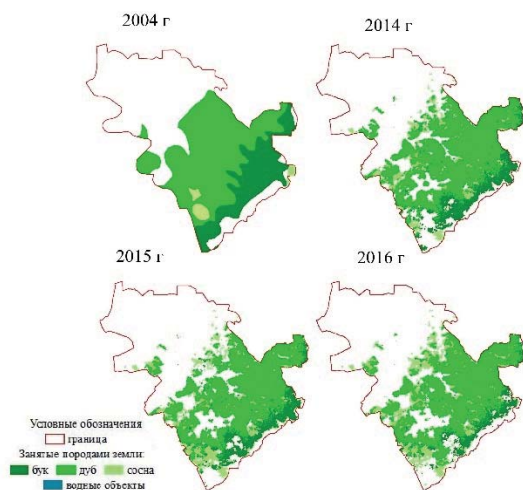


Рис. 3. Классификация лесных насаждений по видам древесной растительности за 2004 г. и 2014-2016 гг.

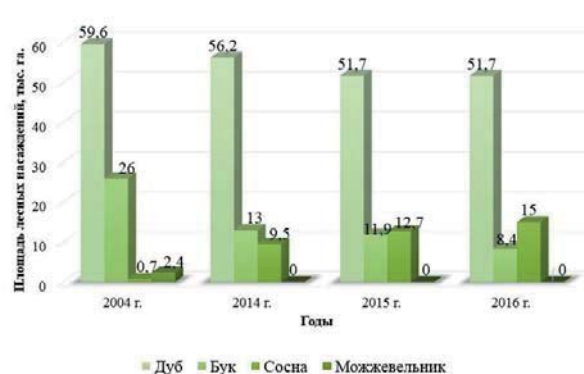


Рис. 4. Динамика лесных насаждений Бахчисарайского района за 2004-2016 гг.

Выводы

Создание ГИС-проекта и слоев информации ГИС позволило систематизировать необходимый объем информации, создать цифровую карту классификации древесных насаждений, провести анализ динамики площади лесов и определить тенденции сокращения Лесного фонда Бахчисарайского района.

Приведена методика проведения работ и сделан анализ состояния, который показал, что на территории Бахчисарайского района идет сокращение площади леса. Так за период с 2004 г. по 2016 г. общая площадь Лесного фонда сократилась на 13,9 тыс. га; площадь под дубовыми древесными насаждениями сократилась на 7,9 тыс. га, под буковыми насаждениями – на 17,6 тыс. га, площадь под сосновыми насаждениями увеличилась на 14,2 тыс. га. За период 2004-2016 гг. насаждения можжевельника исчезли.

Работа выполнялась с использованием инфраструктуры Центра коллективного пользования системами архивации, обработки и анализа спутниковых данных ИКИ РАН для решения задач изучения и мониторинга окружающей среды [8].

Литература

- Самойлович, Г.Г. Применение аэрофотосъемки и авиации в лесном хозяйстве. М.: Лесн. пром-сть, 1964. – 486 с.
- Методы мониторинга вредителей и болезней леса / Под общ. ред. В.К. Тузова. — М.: ВНИИЛМ, 2004 – с. 56
- Рулев, А.С. Методика применения ГИС MapInfo в агролесомелиоративном картографировании [Текст] / А.С. Рулев, О.Ю. Кошелева, А.В. Кошелев, О.В. Рулева // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2013. – № 2–1 (30). – С. 8 – 14.
- Васильев, В.Н. Мониторинг и прогнозирование состояния леса с использованием цепи Маркова [Текст] / В. Н. Васильев, О. Б. Марков, Л. В. Щеголева, Р. В. Воронов, И. В. Тесля // Resources and Technology. – 2015. – № 1. – С. 10 – 25.
- Крылов, А.М. Организация лесопатологического мониторинга экспедиционными методами с применением ГИС [Текст] / А. М. Крылов, Д. Ф. Налдеев // Лесной вестник / FORESTRY BULLETIN. – 2008. – № 1. – С. 171 – 173.

6. Куулар, Х.Б. ГИС–технологии в мониторинге возмущающих факторов лесов Тувы [Текст] / Х. Б. Куулар, С. Б. Хертек, Ж. Э. Чоксум // Успехи современного естествознания. – 2011. – № 4. – С. 133 – 134.
7. Синкевич, А.Е. Экологический мониторинг лесов с применением ГИС-технологий как элемент инструментария оценки устойчивого управления лесами; результаты, перспективы [Текст] / А. Е. Синкевич, М. В. Березин // Интерэкспо гео-Сибирь. – 2009. – № 2. – С. 58 – 62.
8. Использование спутникового сервиса ВЕГА в региональных системах дистанционного мониторинга / Лупян Е.А., Барталев С.А., Толпин В.А., Жарко В.О., Крашенинникова Ю.С., Оксокевич А.Ю. // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2014. Т. 11. №. 3. – С.215-232.
9. Официальный сайт Global forest watch. URL: <http://www.globalforestwatch.org/>
10. Российская Федерация. Республика Крым. Муниципальные образования. Бахчисарайский район. Администрация Бахчисарайского района. Прогнозные показатели социального и экономического развития муниципального образования Бахчисарайский район Республики Крым на 2015 год [Электронный ресурс]: прогнозные показатели социального и экономического развития на 2015 год от 17.11.2014, № 255 // Режим доступа: http://bahch.rk.gov.ru/rus/file/Proгнозные_показатели_sotsialnogo_i_ekonomicheskogo_razvitiya_mo_Bahchisarayskiy_rayon_na_2015.pdf/. – Загл. с экрана. – 2017. – 7 мая.
11. Атлас Автономной Республики Крым [Карты]. – Киев; Симферополь: [б. и.], 2004. – 32 с.

ANALYSIS OF FOREST AREA DYNAMICS OF THE BAKHCHISARAY DISTRICT OF THE REPUBLIC OF CRIMEA WITH THE USE OF SATELLITE INFORMATION

Ya.A. Filina¹, Ie.A. Dunaieva²

*¹Academy of Bioresources and Environmental Management (Academic Unit)
of V.I. Vernadsky Crimean Federal University”*

²FSBSI “Research Institute of Agriculture of Crimea”

Abstract

The forest is one of the important components of the biosphere. Forest influences the surrounding environment, is able to influence natural factors, participate in biological, geological and chemical cycles, carbon, nitrogen, oxygen and other elements.

Forestry in the Russian Federation is the most important branch of the national economy, the main task of which is to manage the forest with the purpose of using, protecting, protecting and reproducing forests.

In this article, the processes of creating electronic maps for the continuous assessment of forest plantations in the Bakhchisaray district of the Republic of Crimea and for their monitoring are considered. A GIS project (ESRI ArcGis 9.3) and layers of information have been created: a layer of the Bakhchisaray border; layer of lands covered with forest stands; layer of forest classification by species of woody vegetation. It is determined: there is a reduction in the total area of land occupied by forest. Though, in 2015, the area of forest fund fell by 1.55%, and in 2016 – 2.31% compared to 2014.

Key words: GIS, monitoring, forest, mathematical-cartographic modeling, Bakhchisaray district, Republic of Crimea.