

Нго Чунг Зунг, Нгуен Данг Хой, Данг Хунг Кыонг, Колесников С.И., Минникова Т.В. Применение беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) для картографирования ландшафта тропической растительности в заповеднике Нгок Линь, Кон Тум, Вьетнам

.....
Электронный научно-производственный журнал

«АгроЭкоИнфо»

=====

УДК 502.31

Применение беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) для картографирования ландшафта тропической растительности в заповеднике Нгок Линь, Кон Тум, Вьетнам

Нго Чунг Зунг¹, Нгуен Данг Хой¹, Данг Хунг Кыонг^{1,2}, Колесников С.И.², Минникова Т.В.²

¹Российско-вьетнамский тропический научно-исследовательский и технологический центр

²Академия биологии и биотехнологии им Д.И. Ивановского Южного федерального университета

Аннотация

*Составление ландшафтных карт и их оценка являются важным этапом для рационального использования земельных и лесных ресурсов. Исследования в этой области необходимы при оценке антропогенного воздействия на тропические леса с разнообразными природными условиями и типами растительности, такие, как в заповеднике Нгок Линь провинции Контум, Вьетнам. Сильная дифференциация топографических параметров в сочетании с антропогенным воздействием создала очень разнообразную и богатую ландшафтную систему в изучаемом районе. По результатам исследований тропической флоры (широколиственных и хвойных деревьев) территорию можно разделить на: 2 класса, 2 подкласса, 3 типа, 7 видов, 13 урочищ и 23 фацции. В частности, природные ландшафты вечнозеленых широколиственных и хвойных лесов на алюмогуминовых акрисолях (*Alumi-Humic Acrisols*) отличаются самым высоким разнообразием (7 форм и 13 урочищ). Растительный покров, измененный антропогенной деятельностью человека, отличается низким разнообразием и в значительной степени зависит от возделывания земель и лесовосстановительной деятельности местного населения*

Ключевые слова: ЛАНДШАФТ, РАЗНООБРАЗИЕ, ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ, БПЛА, ЗАПОВЕДНИК НГОК ЛИТЬ, ВЬЕТНАМ

Ландшафт является одним из объектов исследования современной географии,

=====

используемых для обозначения общей идеи совокупности взаимозависимостей различных явлений на поверхности Земли [1]. В работе А.Г. Исаченко (1965) [2] установлено, что ландшафт является производной дискретной частью любой крупной географической единицы зонирования. Ландшафту соответствует как зональность, так и азональность соотношений с отдельной и отчетливой морфологической структурой. В ходе исследования географического ландшафта севера Вьетнама Ву Ту Лап (1976) определил, что этот ландшафт – географическое целое, разделенное горизонтальной зоной в равнинах и высоким поясом в горах. Ландшафт имеет однородную вертикальную структуру с точки зрения геологии, топографии, климата, гидрологии, почвенного и растительного комплексов. Он состоит из регулярного набора географических форм и других небольших структурных единиц в единой горизонтальной структуре. Наряду с вышеизложенной, есть точка зрения Н.А. Хойщева, согласно которой ландшафты не повторяются ни на какой другой территории, а являются уникальными фенотипическими единицами [3].

Традиционным направлением ландшафтных исследований Вьетнама является изучение лесного ландшафта с целью рационального использования природных ресурсов. В частности, акцентируется внимание на изучении лесных ландшафтов специального назначения в национальных парках и заповедниках [4-10]. Методы исследования, применяемые для каждого региона, у каждой группы авторов различаются. Однако большинство из них используют изображения дистанционного зондирования для объединения пространственных данных (составных карт) и данных, полученных из полевых исследований. Поэтому ландшафтные карты часто строятся в мелком и среднем масштабе, не отражая детальной структуры ландшафтов, особенно отдельных компонентов (растительность и почва).

Во всем мире исследования с использованием беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) применяются пояса для различных целей: мониторинг изменений пробелов в лесах умеренного [11], расчет высоты кроны деревьев [12], исследование и оценка разнообразия лесных растений [13-17]. Однако во Вьетнаме в исследованиях разнообразия структуры лесов и оценки ландшафта, в основном, используются спутниковые изображения.

Применение БПЛА при изучении структуры лесных ландшафтов позволяет

=====

рационально использовать современные экономичные и эффективные технологии. Благодаря этому методу с высокой точностью возможно исследовать относительно большие площади за незначительный период времени. Метод БПЛА можно рассматривать как эффективный инструмент при изучении лесных ландшафтов и структур экосистем. Разрешение изображений БПЛА (5 см на высоте 200 м) выше, чем у изображений дистанционного зондирования, таких как SPOT (1,5 м для SPOT6) или LANDSAT (от 15 до 120 м). Уровень точности БПЛА можно увидеть и детализировать на ключевых участках или областях с высоким разнообразием, сложной структурой лесной растительности и другими факторами. Это научная основа для крупномасштабного ландшафтного картографирования. Результаты исследования имеют практическое значение в управлении и охране лесов, сохранении биоразнообразия во Вьетнаме, особенно на территории заповедников.

Как часть подсистемы высокогорного муссонного тропического ландшафта, наряду с дифференциацией растительного покрова в соответствии с аazonальными принципами, природный заповедник Нгок Линь является очень репрезентативным для лесных экосистем в Центральном нагорье Вьетнама. Это место играет важную роль в ландшафтной системе Центрального Вьетнама (Центрального нагорья). Помимо большого разнообразия природы, в южном регионе Вьетнама есть уникальные места проживания этнических групп Зе Ченг и Се Данг, имеющих культурные особенности. Таким образом, формирование лесных ландшафтов в этой области одновременно подчиняется внутренним законам природы и находится под сильным влиянием деятельности человека.

В статье представлены результаты исследования ландшафтов вечнозеленых широколиственных и хвойных лесов заповедника Нгок Линь на основе данных компонентных карт и результатов полевых исследований данных, собранных с БПЛА. На основе полученных карт были проанализированы характеристики, дифференциация и разнообразие ландшафтов, а также антропогенное воздействие на заповеднике Нгок Линь.

Цель работы – оценить применение беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) для картографирования ландшафта тропической растительности в заповеднике Нгок Линь (Кон Тум, Вьетнам).

Материалы и методы

Использованные в статье документы собраны и исследованы в рамках реализации научного проекта Российско-вьетнамского тропического научно-исследовательского и технологического центра: «Изучение структурных особенностей ландшафта заповедника Нгок Линь провинции Контум на основе применения методов дистанционного зондирования, ГИС и беспилотных летательных аппаратов (БПЛА)». Опубликованные документы программы «Central Highland 3» и других научных исследований также цитируются, синтезировались и использовались для написания статьи.

Для составления и описания ландшафтных карт использовали: почвенную карту провинции Контум (масштаб 1:100000), топографическую карту коммуны Хоп, район Дак Глей (масштаб 1:10000) [18]. Данные изображения получены с помощью БПЛА DJI Phantom 4 Advanced. В сентябре 2019 г. были собраны полевые данные о пространственной дифференциации природных компонентов, структуре растительности, характеристиках населения и видах экономической деятельности местного сообщества.

Исследование проводится на основе процесса синтеза естественно-географических методов. Процесс исследования включает в себя следующие этапы:

- изучение характеристик компонентов (природных и человеческих факторов), которые формируют ландшафт исследуемой территории, включая пространственные и атрибутные особенности;
- построение легенды и карты ландшафта в масштабе 1:2000;
- анализ характеристик и оценка разнообразия ландшафтов исследуемой территории.

Соответственно, к основным используемым методам относятся: метод полевых исследований, картографирования с использованием географической информационной системы (ГИС) и метод ландшафтного анализа.

Метод полевых исследований осуществляется по точкам и линиям топографии изучаемой территории для выполнения следующих задач:

- описание характеристики топографии, гидрологии, почвы, структуры растительности (видовой состав и полог);
- сбор информации о деятельности человека (сельское хозяйство, лесоводство, управление и охрана лесов и т. д.);

Нго Чунг Зунг, Нгуен Данг Хой, Данг Хунг Кыонг, Колесников С.И., Минникова Т.В. Применение беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) для картографирования ландшафта тропической растительности в заповеднике Нгок Линь, Кон Тум, Вьетнам

.....

Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»

=====

- определения пространственной дифференциации компонентов ландшафта.

Полевые методы также использовались для корректировки границ ландшафта на карте. Проведено полевое обследование в сентябре 2019 г. в сочетании с базой данных, полученной снимками с БПЛА.

Метод картографирования с использованием географической информационной системы (ГИС) применялись для составления компонентных и построения ландшафтных карт. Данные, полученные с БПЛА, обрабатываются в программе AgriSoft по следующей процедуре (рис. 1).

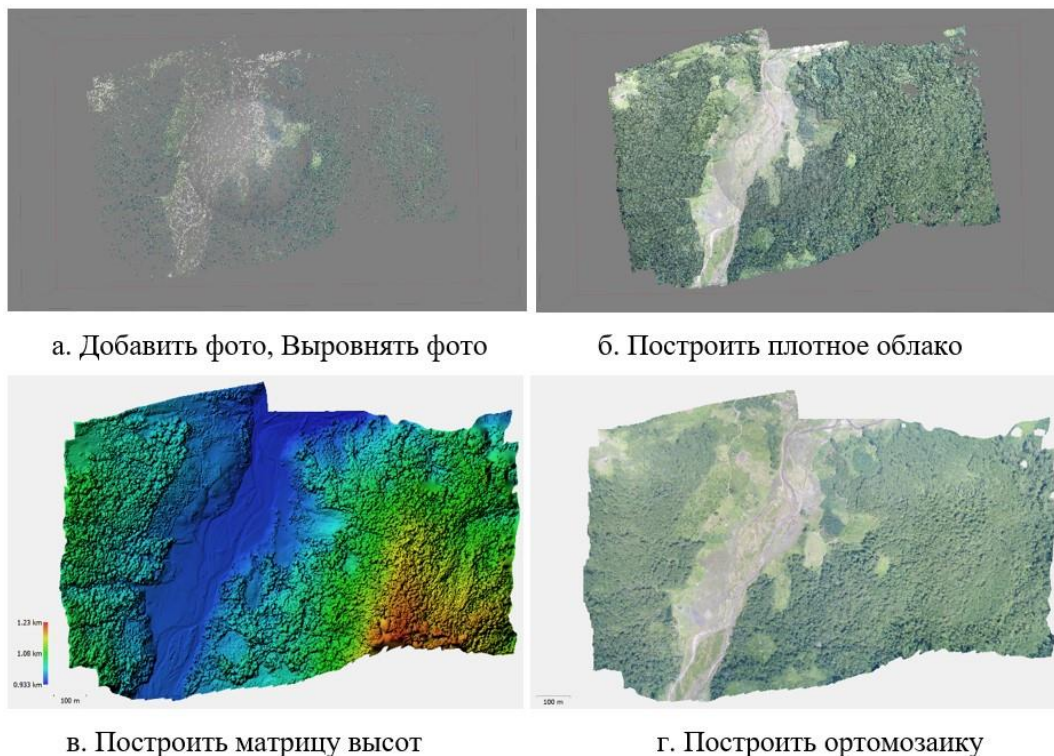


Рис. 1. Этапы обработки данных изображения устройства беспилотных летательных аппаратов

Приложение Mapinfo Pro 15 и ArcGIS 10.1 использовали для редактирования и создания карт компонентов и результатов в масштабе 1:10000. Ландшафтная карта в масштабе 1:2000 для участков вечнозеленых и хвойных лесов в долине природного заповедника Нгок Линь построена на основе объединения компонентных карт с результатами полевых съемок и данными с БПЛА на высоте 130 метров. Путем объединения данных топографических карт (масштаб 1:10000) и результатов анализа

Нго Чунг Зунг, Нгуен Данг Хой, Данг Хунг Кыонг, Колесников С.И., Минникова Т.В. Применение беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) для картографирования ландшафта тропической растительности в заповеднике Нгок Линь, Кон Тум, Вьетнам

.....

Электронный научно-производственный журнал

«АгроЭкоИнфо»

=====

изображений БПЛА была составлена ландшафтная карта исследуемой территории.

Метод ландшафтного анализа применяется для определения разнообразия ландшафта по рангам. В настоящей работе метод ландшафтного анализа ориентирован на уточнение разнообразия урочищ и фаций.

Результаты и их обсуждение

Компоненты и факторы, составляющие ландшафт

Заповедник Нгок Линь и его окрестности расположены в 6 коммунах: Муонг Хоонг, Нгок Линь, Соп, Дак Чоонг, Дак Пек, Дак Ман в районе Дак Глей, провинция Кон Тум. Площадь исследуемого района составляет 65,90 тыс. га, из которых лес специального назначения Нгок Линь имеет общую площадь 38,1 тыс. га (рис. 2). Заповедник Нгок Линь расположен в гористой местности на южном центральном побережье, соединен с горной цепью Куанг Нам - Куанг Нгай - Бинь Динь (горного хребта Южный Чыонг Сон). Горный район с вершиной Нгок Линь на высоте 2598 м. н. у. м. имеет основную сторону северо-запад – юго-восток. На вершине Нгок Линь на высоте 1998, 1855, 2032, 2003 м. н. у. м. расположен исток реки Дак Мек и реки Дак По. Место исследуемого района расположено на высоте более 1300 м. н. у. м. и является источником воды для ручья Дак Нун в бассейне реки По Ко. Местность имеет сложный рельеф с распространенными уклонами от 40-45° до 60-65°.

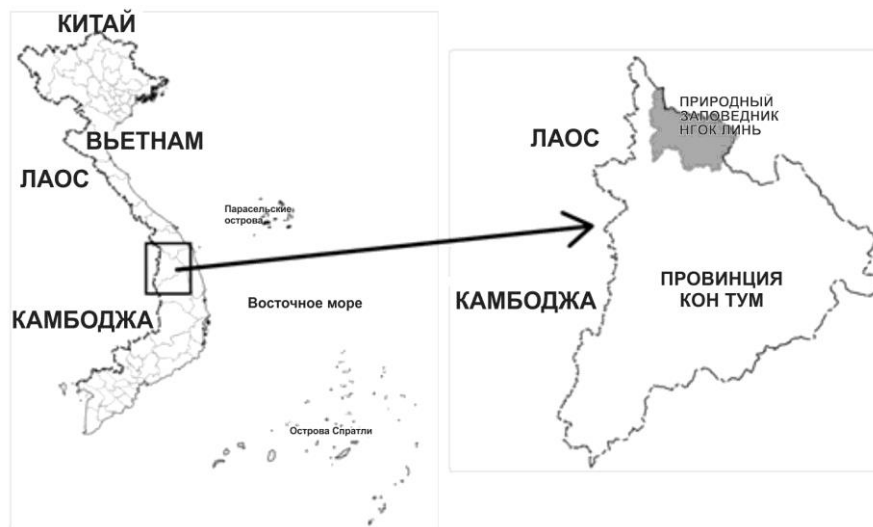


Рис. 2. Карта расположения заповедника Нгок Линь, Вьетнам

Нго Чунг Зунг, Нгуен Данг Хой, Данг Хунг Кыонг, Колесников С.И., Минникова Т.В. Применение беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) для картографирования ландшафта тропической растительности в заповеднике Нгок Линь, Кон Тум, Вьетнам

.....
 Электронный научно-производственный журнал

«АгроЭкоИнфо»

=====

Геоморфологическая система в изучаемом районе разнообразна и включает 6 типов рельефа: от среднегорья до долины. Площадь наблюдения БПЛА относительно небольшая, но включает 3 типа почв: хапли-умбрийский глейсол (Hapli-Umbric Gleysols), алюмо-гуминовый акрисол (Alumi-Humic Acrisols), хапли-хромовый акрисол (Hapli-Chromic Acrisols). Область пика и хребта охарактеризована алюмогуминовыми акрисолями, область горного шельфа – хапли-хромовыми акрисолями. Район речной долины — это, в основном, хапли-умбрийский глейсол из-за скопления склонов.

Климат в заповеднике Нгок Линь относится к муссонным тропикам и подсистеме высокогорного муссона. Год делится на два отчетливых сезона: сухой и влажный. Сухой сезон длится с ноября по апрель, а влажный сезон – с мая по октябрь. В частности, в засушливом сезоне на исследуемую территорию влияет сильный северо-восточный ветер, вызывающий сильную засуху. Между тем, во влажном сезоне дуют юго-западные ветры и часто случаются штормы, особенно в сентябре и октябре.

Дифференциация природных условий создала чрезвычайно разнообразную и богатую флору и фауну. Заповедник Нгок Линь является местом обитания уникальной флоры и фауны Вьетнама с характерными чертами высокогорья. К типичным типам растительного покрова относятся: тропические вечнозеленые широколиственные леса в низких и средних горах; смешанные широколиственные и хвойные леса; низкогорный тропический хвойный лес и т. д. Фауна также имеет свои особенности высокогорной местности с разнообразием птиц, рептилий, амфибий и чешуекрылых. В частности, разнообразие фауны также отражено в недавно обнаруженных видах, таких как *Leptobrachium ngoclinhensis*, *Leptolalax croceus* и *Theلودerma nubulosum* и т. д.

Социально-экономические факторы

Заповедник Нгок Линь — это жилой район этнических народов Зе-ченг, Вьеты, Седанги и т. д. Каждая этническая группа живет в определенных регионах и формирует обычаи в производстве и деятельности. Они по-прежнему сохраняют особенности и традиции своей культуры. Деревенские старейшины пользуются уважением. Все жители села беспрекословно подчиняются мнению старейшин. Устаревшие обычаи все еще существуют. Экономическая деятельность в регионе связана, в основном, с сельскохозяйственным производством (земледелие и животноводство). Переложное земледелие – популярная форма для выращивания источников пищи для коренных

народов. Социальная поддержка жителей по охране леса, лесовосстановительному зонированию и оплате лесных экологических услуг осуществляется в течение многих лет, обеспечивая часть доходов местного населения. Однако для обеспечения домашнего хозяйства люди по-прежнему занимаются добычей лесных продуктов, например, собирают бамбуковые побеги и мед. В частности, посадка женьшеня (*Panax vietnamensis*) под пологом леса приносит здесь высокую доходность некоторым домашним хозяйствам.

Характеристика, систематизация и критерии классификации ландшафта

На основе литературных источников была воссоздана система классификации, применяемая при картографировании ландшафта в масштабе 1:2000. Соответственно, система классификации включает 8 рангов:

Система → Подсистема → Класс → Подкласс → Тип → Вид → Урочище → Фация, в основном, от системы ландшафта к подклассу ландшафта с использованием критериев и системы классификации Фам Хоанг Хай и др. [1]. Для определения типа и вида растений применяют классификацию Нгуен Данг Хой [8, 9]. Урочища и фации делятся в соответствии с классификацией Ву Ту Лап [3]. Характеристики типов местности (уклон, типы местности) используются для разделения урочищ ландшафта. Дифференциация биомов флоры по каждому типу местности, данные, полученные с помощью БПЛА и полевых съемок являются основой классификации фаций (табл. 1).

Таблица 1. Ранг и критерии классификации заповедника Нгок Линь

№	Ранг	Критерии классификации
1	Система	Решающая роль режима атмосферной циркуляции в процессе формирования климата в поясе
2	Подсистема	Решающая роль режима атмосферной циркуляции в процессе формирования климата и экологического района флоры
3	Класс	Особенность формы рельефа, обуславливающая однородность двух больших процессов в вещественном цикле: эрозия и концентрации
4	Подкласс	Особенность образования крупных форм рельефа, проявляющая азональные свойства на основе сочетания рельефа и типичного геоморфологического процесса
5	Тип	Особенность дозировки биоклимата и антропогенной деятельности, обуславливающая формирование групп покрова растительности (кроме типа водоема)
6	Вид	Дифференциация покровов растительности на разных типах почв (кроме вида водоема)
7	Урочище	Характеристики типов местности делятся в зависимости от уклона и

№	Ранг	Критерии классификации
		характерного геоморфологического процесса
8	Фация	Однородность биомов флоры по топографическому порядку по данным БПЛА

Из-за единообразия системы и подсистемы легенда ландшафтной карты не показывает последние два ранга.

Структура и дифференциация ландшафта

Дифференциация природных и антропогенных условий сформировала разнообразную ландшафтную систему исследуемой территории. Поскольку площадь ландшафтного картографирования была небольшой (около 85 га), но с наличием рек и ручьев, здесь отсутствует дифференциация на систему и подсистему, разделенную на 2 ландшафтных класса. Классы ландшафта не имеют деления на подклассы. Соответственно, на основе смешанных широколиственных хвойных лесов территория делится на 2 класса, 2 подкласса, 3 типа, 7 видов, 13 урочищ и 23 фации (рис. 3).

По системам и подсистемам ландшафта изучаемый район относится к тропической муссонной ландшафтной системе Вьетнама. Из-за влияния юго-западного муссона денатурированное плато создало подсистему тропического муссонного плато.

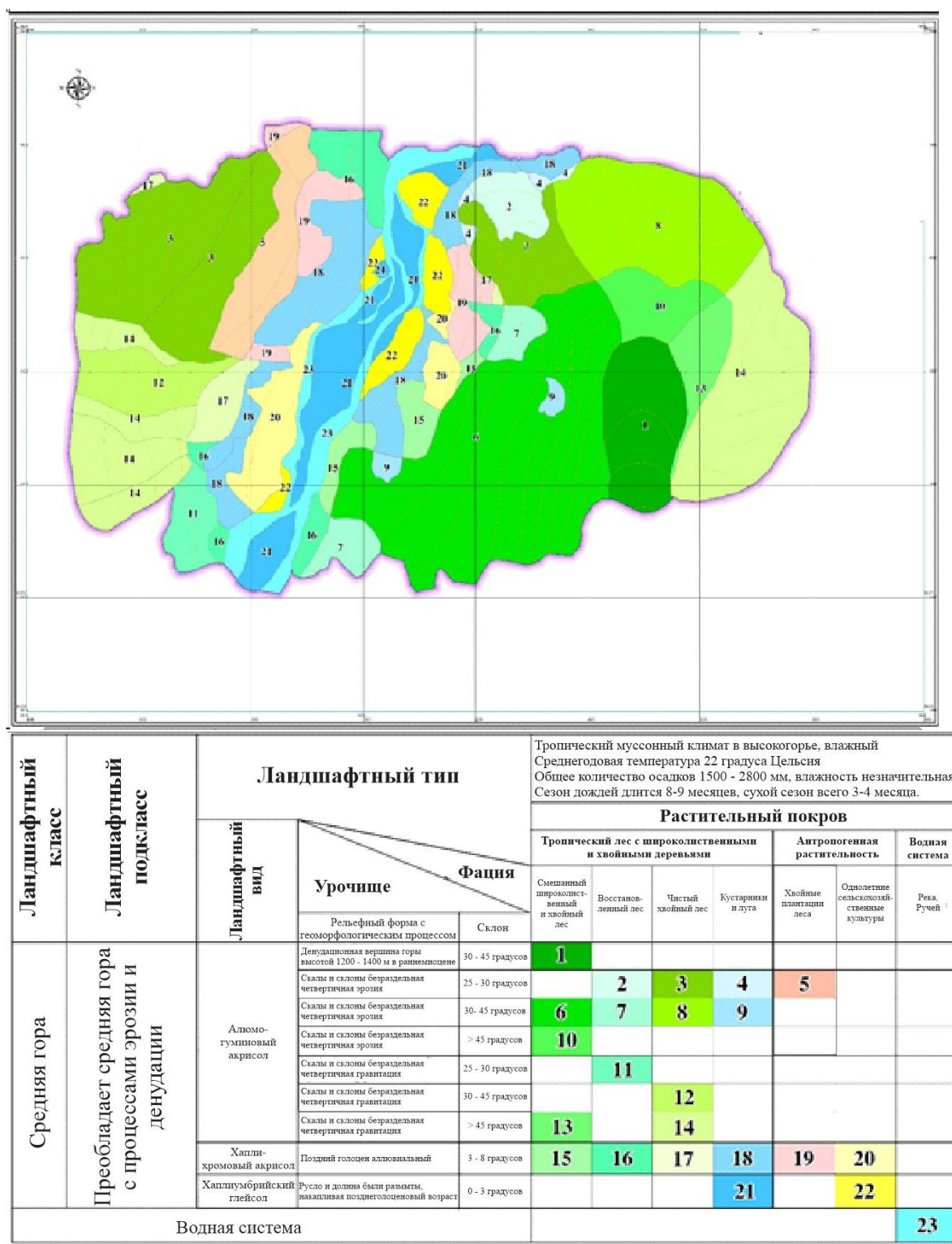
По классам и подклассам ландшафта изучаемый район разделен на два класса: средний горный ландшафтный класс с высотой более 1000 м.н.у.м. и ландшафтный класс водного объекта (водоема).

По типу ландшафта изучаемый район имеет три типа: тропического леса с широколиственными и хвойными деревьями, антропогенную растительность и тип водного ландшафта. Преобладает ландшафтный тип тропического леса с широколиственными и хвойными деревьями (84% от общей площади), далее следует ландшафт антропогенной растительности (12%) и ландшафт водного типа (4,1%).

По виду ландшафта топографическая дифференциация сформировала три типа почв и создала 7 вариантов ландшафта. Согласно результатам исследования, наибольшую площадь занимает ландшафтный вид тропического леса с широколиственными и хвойными деревьями на алюмогуминовых акрисолях. За ним следует тропический лес с широколиственными и хвойными деревьями на хапли-хромовых акрисолях.

Нго Чунг Зунг, Нгуен Данг Хой, Данг Хунг Кыонг, Колесников С.И., Минникова Т.В. Применение беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) для картографирования ландшафта тропической растительности в заповеднике Нгок Линь, Кон Тум, Вьетнам

Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»



Масштаб карты 1: 2000

Рис. 3. Ландшафтная карта широколиственных и хвойных лесов заповедника Нгок Линь, провинция Кон Тум, Вьетнам

Разнообразие урочищ и фаций. Ландшафтный вид тропического леса с широколиственными и хвойными деревьями на алюмогуминовых акросолях имеет наибольшую площадь на исследуемой территории (66% от общей площади территории). Это также ландшафт с наибольшим разнообразием урочищ и фаций (7 урочищ и 13 фаций). В таком ландшафте урочища имеет только одна фация, включающая фации (табл. 2):

- поверхности вершины денудации на высоте 1200-1400 м.н.у.м. с раннемиоценовым возрастом (№1, площадью 37,5 тыс. м²);
- на эрозионных скалах и склонах более 45° (№10, 17,5 тыс. м²); на скалах и коллювиях с уклоном 25-30° (№11, 12,8 тыс. м²);
- на скалах и коллювиях с уклоном 30-45° (№12, 22,4 тыс. м²).

Урочище тропического леса с широколиственными и хвойными деревьями при неразделенной четвертичной эрозии с уклоном 30-45° тоже имеет 4 фации (№ 6, 7, 8, 9) общей площадью 227,8 тыс. м². Другие урочища имеют уменьшающееся разнообразие, соответственно, – № 2, 3, 4, 13, 14 (рис. 3). Этот вид ландшафта относится к лесной зоне особого использования, играет важную роль в сохранении биоразнообразия, и ему следует отдавать приоритет для защиты и развития.

Таблица 2. Площадь каждой фации тропических лесов широколиственных и хвойных заповедников Нгок Линь

№	Площадь, м ²	Количество выступлений	№	Площадь, м ²	Количество выступлений
1	37550	1	13	14377	1
2	11842	1	14	106831	5
3	103949	3	15	14717	3
4	2640	4	16	23799	5
5	28018	1	17	11560	3
6	145288	1	18	60179	7
7	15419	2	19	24215	4
8	62967	1	20	27619	3
9	4129	2	21	40468	6
10	17558	1	22	22415	5
11	12817	1	23	34651	1
12	22422	1	ИТОГО	845430	62

=====

деревьями на хапли-хромовых акрисолях. Второй по разнообразию вид ландшафта с 1 урочищем и 4 фациями (№ 15, 16, 17, 18) общей площадью 110,2 тыс. м² (табл. 2). Это переходный вид ландшафта между участком долины ручья и средними горными склонами. В нём фация №18 имеет самую большую площадь – 60,2 тыс. м², что составляет 54,6% от общей площади. Этот вид ландшафта подвержен антропогенному воздействию, поэтому необходимы меры по его защите и восстановлению.

Ландшафтный вид тропического леса с широколиственными и хвойными деревьями на хаплиумбрийских глейсолях. Этот вид ландшафта не имеет различий, только 1 урочище и 1 фация лугов-кустарников с уклоном от 3 до 8 ° (№ 21) и общей площадью 40,5 тыс. м². Однако эта фация имеет 6 участков (табл. 2) и распространяется по долине и ручьям. Данный ландшафтный вид должен быть приоритетным при восстановлении лесов.

Ландшафтный вид антропогенной растительности на алюмогуминовых акрисолях. Это тоже вид без дифференциации. Только одно урочище и одна фация (номер 5) – хвойный лес на алюмогуминовых акрисолях, наклон 25-30°, общей площадью 28 тыс. м². Вид ландшафта, полностью созданный человеком (*Pinus kesiya*) в рамках местного проекта восстановления лесов специального назначения. Поэтому необходимы меры по защите и расширению площади данного ландшафтного типа.

Ландшафтный вид антропогенной растительности на хапли-хромовых акрисолях. Этот тип ландшафта состоит из 1 урочища и 2 фаций на местности с уклоном от 3 до 8 °: хвойный лес (№19) и однолетние сельскохозяйственные культуры (№20). Общая ландшафтная площадь составляет 51,8 тыс. м² и распределена по долине реки. Данный вид ландшафта полностью находится под влиянием человека (всего 7 участков на 2 фации). Это участок леса специального назначения, и местное правительство мобилизует людей, чтобы заменить сельскохозяйственный ландшафт естественным восстановлением леса и дополнительным облесением.

Ландшафтный вид антропогенной растительности на хапли-умбрийских глейсолях. Для данного типа ландшафта характерно только 1 урочище с 1 фацией (№22) однолетних сельскохозяйственных культур, уклон менее 30°, общей площадью 22,4 тыс. м² на 5 участках. Означенный вид ландшафта перемежается с речными системами, где аллювиальные участки имеют небольшой уклон, пригодный для возделывания

=====

сельскохозяйственных культур, однако, как и фации № 19 и 20, является участком леса специального назначения. Необходимы меры по замене сельскохозяйственных культур для восстановления естественных лесов и посадки дополнительных лесов.

Ландшафтный вид - водоемы. Это важный компонент в формировании ландшафта в исследуемом месте, играющий ключевую роль в развитии сельского и лесного хозяйства. Общая площадь этой фации (№ 23) составляет 4,2% (34,6 тыс. га) от общей площади.

Можно увидеть, что дифференциация природных и человеческих факторов создала разнообразие ландшафтов в изучаемом районе. Ландшафты на средних вершинах и склонах, в основном, созданы силами природы с небольшим влиянием человека. В долине реки происходит сильное антропогенное воздействие, почти полностью преобразившее природный ландшафт. Объяснение этого изменения заключается в том, что район являлся старой деревенской территорией до централизованной миграционной политики, возвращающей лесную территорию в заповедник Нгок Линь.

Заключение

Природный заповедник Нгок Линь имеет особое географическое положение, «вершину» на юге – гору Нгок Линь высотой 2598 м.н.у.м., что создает дифференциацию природных компонентов и антропогенного воздействия. При этом важнейшими факторами являются климатические типы в тропическом муссонном регионе, подсистема высокогорных муссонов в среднегорной и высокогорной местности. На основе данных, полученных с БПЛА, в сочетании с пространственными и атрибутивными данными, была создана ландшафтная карта тропических лесов с широколиственными и хвойными деревьями в среднегорных районах заповедника Нгок Линь. Исследуемая территория, хотя и небольшая по площади, имеет высокий ландшафтный раздел с 2 классами, 2 подклассами, 3 типами, 7 видами, 13 урочищами и 23 фациями. Виды ландшафта тропических лесов с широколиственными и хвойными деревьями доминируют, сильно дифференцируются и создают ландшафтное разнообразие в изучаемом районе. Ландшафтный тип тропического леса с широколиственными и хвойными деревьями включает 3 вида, 9 урочищ и 18 фаций, что составляет 84,8% от общей площади. Разнообразие ландшафтного типа антропогенной растительности невелико: 3 вида, 3

урочища и 4 фации, что составляет 12%. Дифференциация фаций демонстрирует и законы природы, и влияние человека на изучаемый район. Фации на средних вершинах и склонах, в основном, созданы по законам природы с небольшим влиянием человека. На фации долины сильно влияют люди, особенно традиционная сельскохозяйственная деятельность местных жителей и текущая политика властей по восстановлению лесов.

Благодарность

Изыскания выполнены благодаря базе данных: «Исследование характеристик ландшафтной структуры природного заповедника Нгок Линь, провинция Кон-Тум, на основе применения методов дистанционного зондирования, ГИС и беспилотных летательных аппаратов (БПЛА)» при поддержке Российско-вьетнамского тропического научно-исследовательского и технологического центра.

Список использованных источников

1. Фам Х.Х., Нгуен Т.Х., Нгуен Н.К. Ландшафтные основы рационального использования природных ресурсов, охрана окружающей среды и территориальной среды Вьетнама. – Ханой: Издательство образования. – 1997. – 149 с. (на вьетнамском языке).
2. Исаченко А. Г. Основы ландшафтоведения и физико-географическое районирование. – М.: Высшая школа. 1965. – 328 с.
3. Ву Т.Л. Географический ландшафт Северного Вьетнама. – Ханой: Издательство Наука-технологии. – 1976. – 254 с. (на вьетнамском языке).
4. Нгуен Д.Х. Изучение антропогенного ландшафта для рационального использования территории // Научный журнал Ханойского национального педагогического университета. – 2003, №4. – С. 145-153 (на вьетнамском языке).
5. Нгуен Д.Х., Кузнецов А.Н., Кузнецова С.П. Ландшафтно-структурные особенности естественного леса Бидуп – Нуй Ба Национальный парк, провинция Лам Донг // Труды 4-й Национальной конференции по экологии и биологическим ресурсам. – Ханой: Сельскохозяйственное издательство. – 2011. – С. 1581-1588 (на вьетнамском языке).
6. Нгуен Д.Х., Кузнецов А.Н., Кузнецова С.П. Структура растений в лесном ландшафте заповедника Хон Ба, провинция Кханьхоа // Журнал науки Ханойского национального университета. – 2014, № 4. – С. 11-19 (на вьетнамском языке).
7. Нгуен Д.Х., Кузнецов А.Н., Кузнецова С.П., Ле Т.Н. Структурные особенности

- ландшафта естественных лесов, Заповедник Нгок Линь, провинция Кон Тум. Труды 2-й Национальной научной конференции по биологическим исследованиям и преподаванию. – Ханой: Издательство «Ханойский национальный университет». – 2016. – С. 346-353 (на вьетнамском языке).
8. Нгуен Д.Х., Нго Ч.З. и др. Характеристика природно-антропогенных ландшафтов национального парка Кон Ка Кинь и его окрестностей // Научный отчет Межправительственного комитета по Вьетнамско-Российскому тропическому центру. – Ханой. – 2017 (на вьетнамском языке).
 9. Нгуен Д.Х., Нго Чунг Зунг и др. Изучение ландшафта заповедной территории Кон Ка Кинь – Кон Чу Ранг для сохранения биоразнообразия // Труды 9-й Национальной конференции по географической. – Тхуа Тхиен – Хюэ: Издательство «Молодежное». – 2019. – С. 102-110 (на вьетнамском языке).
 10. Нгуен Д.Х., Кузнецов А.Н. Исследования структуры и функции экосистем тропических лесов в целях сохранения, восстановления и устойчивого использования // Научный отчет по компоненту охраняемой территории Сонг Тхань. – Ханой. – 2019 (на вьетнамском языке).
 11. Roman S. Coastal monitoring and the use of lightweight drones (UAVs) // Proceedings of Asia & Australia Coastal and Ports Conference. Barton, A.C.T.: Engineers Australia. – 2017.
 12. Lisein J., Pierrot-Deseilligny M., Bonnet S., Lejeune P. A photogrammetric workflow for the creation of a forest canopy height model from small unmanned aerial system imagery // Forests. – 2013, №4 (4). – С. 922–944.
 13. Stephan G., Kerstin W., Ingo S. Assessing biodiversity in forests using very highresolution images and unmanned aerial vehicles // Methods in Ecology and Evolution. – 2012, № 3. – С. 397-404.
 14. Stephan G., Robert S. H., Kerstin W. Using Unmanned Aerial Vehicles (UAV) to Quantify Spatial Gap Patterns in Forests // Remote Sensing. – 2014, № 6. – С. 6988-7004.
 15. Colomina I., Molina P. Unmanned Aerial Systems for Photogrammetry and Remote Sensing: A Review // ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing. – 2014, № 92. – С. 79-97.
 16. Tang L., Shao G. Drone Remote Sensing for Forestry Research and Practices: Review Article // Journal of Forestry Research. – 2015, № 26 (4). – С. 791-797.
 17. Siebert S, Teizer J. Mobile 3D mapping for surveying earthwork projects using an unmanned aerial vehicle (UAV) system // Automation in Construction. – 2014, № 41. – С. 1-14.
 18. Контумский провинциальный народный комитет. Почвенная карта провинции Контум. – 2012.
- =====

Нго Чунг Зунг, Нгуен Данг Хой, Данг Хунг Кыонг, Колесников С.И., Минникова Т.В. Применение беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) для картографирования ландшафта тропической растительности в заповеднике Нгок Линь, Кон Тум, Вьетнам

.....
Электронный научно-производственный журнал

«АгроЭкоИнфо»

=====

Цитирование:

Нго Чунг Зунг, Нгуен Данг Хой, Данг Хунг Кыонг, Колесников С.И., Минникова Т.В. Применение беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) для картографирования ландшафта тропической растительности в заповеднике Нгок Линь, Кон Тум, Вьетнам // АгроЭкоИнфо. – 2020, №4. – http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2020/4/st_408.pdf.