

УДК 581.9

DOI: 10.25684/0513-1634-2023-149-97-105

## ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ РАЗНООБРАЗИЯ ЛЕСНОГО ПОКРОВА НИКИТСКОГО ГОРНОГО ХРЕБТА (ЮЖНАЯ ЧАСТЬ ГЛАВНОЙ ГРЯДЫ КРЫМСКИХ ГОР)

Елена Владимировна Ермакова

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН  
298648, Республика Крым, г. Ялта, пгт Никита, Спуск Никитский, 52  
E-mail: shadrina-vector@yandex.ru

Создана картографическая модель пространственной организации растительности лесного пояса на ключевом полигоне «Никитский горный хребет» в Юго-Западной части Главной гряды Крымских гор. Содержательная часть легенды содержит 10 категорий лесных сообществ в ранге ассоциаций и субассоциаций системы Браун-Бланке. Все категории объединены в три класса: *Erico-Pinetea* Horvat (1959), *Carpino-Fagetea sylvaticae* Jakucs ex Passarge (1968), *Quercetea pubescentis* Doing-Kraft ex Scamoni et Passarge (1959). Экологические закономерности формирования растительности в связи с факторами теплообеспеченности, увлажнения и характера подстилающих пород, представленные в картографической модели, выявлены на основе результатов анализа распределения геоботанических описаний на главных осях ДСА ординации. По результатам дешифрирования космического снимка высокого разрешения Ресурс 4 выявлено 11 эколого-физиономических типов лесной растительности. Финальная картографическая модель составлена на основе формирования фитоценозов с учетом косвенных факторов рельефа и использования топографической основы.

**Ключевые слова:** *геоботаническое картографирование; растительность; экология; фитоценотическое разнообразие; Крым*

### Введение

Горный Крым, согласно заключению экспертов Международного союза охраны природы (IUCN) и Всемирного фонда дикой природы (WWF), является одним из восьми регионов Европы, приоритетных для сохранения фиторазнообразия. Это в наибольшей степени относится к Южному берегу – единственному в Восточной Европе анклаву средиземноморской растительности. В настоящее время проведение фундаментальных биологических исследований по геоботаническому картографированию Крымского полуострова представляет высокую актуальность и значимость как для формирования новых знаний о растительном покрове, так и для совершенствования принципов рационального природопользования, разработки научно-методических основ мониторинга и прогнозирования состояния окружающей среды Республики Крым. До настоящего времени результаты детального крупномасштабного картографирования растительного покрова как индикатора естественных и антропогенных изменений природной среды отдельных территорий Восточного Крыма представлены в работах В.В. Корженевского и А.А. Клюкина [1], а также Я.П. Дидука и др. [2]. В них представлены разнообразие и пространственная организация растительного покрова локальных территорий на топологическом уровне, а также важные закономерности динамики растительности в ландшафтах с ярко выраженными рельефообразующими процессами. Также имеются мелко- и среднемасштабные обзорные геоботанические карты на территорию Крыма [3, 4]. При этом карты актуальной растительности, выполненные с использованием современных данных дистанционного зондирования и современных информационных технологий, в регионе отсутствуют.

Цель исследования: провести обобщение данных по фитоценологическому разнообразию, выявить экологические закономерности формирования и пространственную организацию лесного покрова на ключевом полигоне, расположенном на Никитском горном хребте в Юго-Западной части Главной гряды Крымских гор, и провести крупномасштабное картографическое моделирование с использованием данных дистанционного зондирования и современных вычислительных технологий.

#### Объекты и методы исследования

Исследование выполнено с использованием 32 геоботанических описаний, собранных в процессе полевых исследований (Полевая геоботаника, 1968) на территории Никитского горного хребта (южный макросклон Главной гряды Крымских гор) (рис. 1). Также было использовано 98 геоботанических описаний, выполненных В.В. Корженевским [5, 6], Я.П. Дидуком и др. [7-9] на территории исследований и прилегающего района бассейна р. Авунда. Из всего ряда геоботанических описаний (130) создана база геоботанических описаний на основе прикладного пакета TURBOVEG [10]. Классификация сообществ осуществлена в соответствии с подходами Браун-Бланке [11], с использованием кластерного анализа, метода автоматической классификации Twinspan, реализованной в программе Juice 7.0, а также в статистическом пакете Statistica 6.0. Анализ синтаксономической принадлежности выявленных категорий растительности проведен в соответствии с имеющейся международной и региональной системами классификации [5-13]. Ординационное моделирование 130 геоботанических описаний и 417 видов ценофлор типов сообществ выполнено на основе DCA (Detrended correspondence analysis) ординации [14]. Исследование пространственной организации растительного покрова основывалось на обработке космических снимков высокого разрешения Landsat-8 и использовании специализированного пакета Erdas 9.0. Построение результирующих тематических картографических моделей выполнено в среде и с использованием функций ArcGis-9.0.

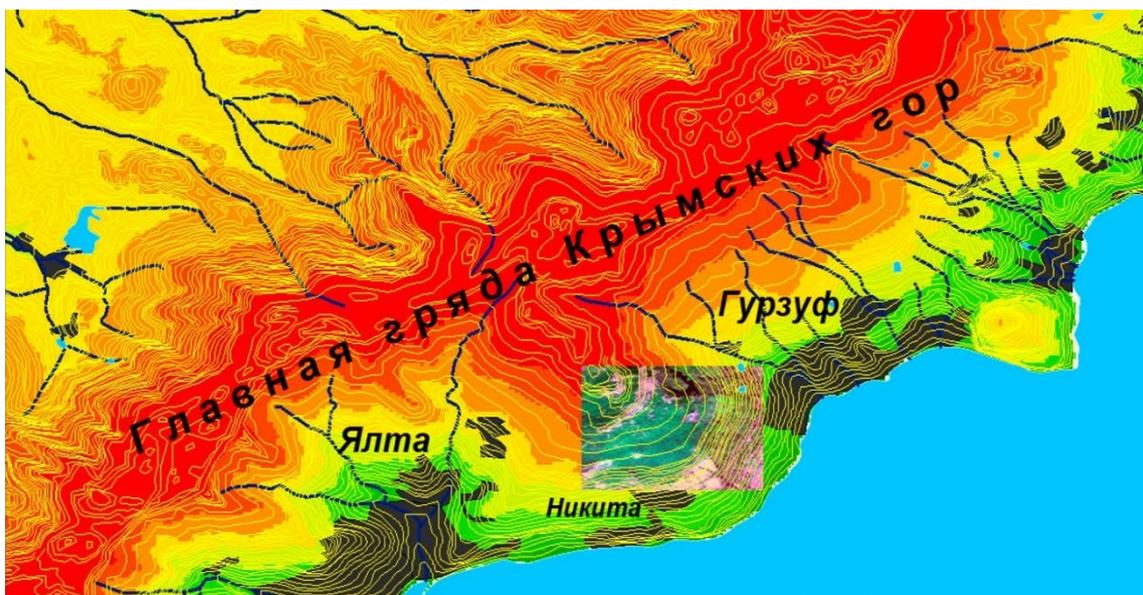


Рис. 1 Географическое расположение ключевого полигона «Никитский хребет» в Юго-Западной части Главной гряды Крымских гор

### Результаты и обсуждение

В результате проведенной классификации всего ряда 130 геоботанических описаний с территории Никитского горного хребта и прилегающей территории южного макросклона Главной гряды Крымских гор методом Браун-Бланке с использованием кластерного анализа, а также обобщения литературных данных (Корженевский, ...) для целей картографирования, выявлено 9 базовых единиц лесной растительности (ассоциаций и субассоциаций), объединенных в 3 класса : *Erico-Pinetea Horvat 1959* 2. *Carpino-Fagetea sylvaticae Jakucs ex Passarge 1968* (syn. *Querco-Fagetea*) 3. *Quercetea pubescentis Doing-Kraft ex Scamoni et Passarge 1959*.

Конспект выявленных синтаксономических единиц.

#### **Класс *Erico-Pinetea Horvat 1959*.**

Сосновые субсредиземноморские термофильные леса.

Порядок *Pinetalia pallasianae-kochianae Korzhenevsky 1998*.

Сосновые субсредиземноморские леса Крымского полуострова.

Союз *Pinion pallasianae Korzhenevsky 1998*.

Syn.: *Pinion kochianae Korzhenevsky 1986*, *Carici humilis-Pinion kochianae Didukh 2001*, *Brachypodio rupestris-Pinion pallasianae Didukh 2003*.

Сосновые (*Pinus pallasiana*) леса южного макросклона Крымских гор.

Ассоциация *Pimpinello-Pinetum kochianae Korzhenevskiy 1986*.

Сосновые (*Pinus kochiana*) умеренно влажные леса на южных склонах верхней части лесного пояса.

Ассоциация *Orthilio-Pinetum kochianae Korzhenevskiy 1986*.

Сосновые (*Pinus kochiana*) влажные леса верхней части лесного пояса, в переходной зоне к плато Крымской Яйлы.

Ассоциация *Fago-Pinetum kochianae Korzhenevskiy 1986*.

Сосновые смешанные с буком (*Pinus kochiana*, *Fagus orientalis*) влажные леса по затененным склонам гор в верхней части лесного пояса.

Ассоциация *Fago-Pinetum pallasianae Korzhenevskiy 1998*.

Сосновые смешанные с буком (*Pinus pallasiana*, *Fagus orientalis*) умеренно влажные леса по освещенным склонам гор в верхней части лесного пояса.

Ассоциация *Salvio tomentosae-Pinetum pallasianae Korzhenevskiy 1998* субассоциация *tyricum*.

Крымскососновые (*Pinus pallasiana*) умеренно сухие леса по южным склонам гор в средней части лесного пояса.

Ассоциация *S. t.-P. p.* субассоциация *quercetosum pubescentis Korzhenevskiy 1998*.

Крымскососновые (*Pinus pallasiana*) с участием дуба пушистого (*Quercus pubescentis*) сухие леса по южным склонам гор в нижней части лесного пояса.

Ассоциация *S. t.-P. p.* субассоциация *quercetosum petraeae Korzhenevskiy 1998*.

Крымскососновые (*Pinus pallasiana*) с дубом скальным (*Quercus petraea*) умеренно влажные леса по южным склонам гор в средней части лесного пояса.

#### **Класс *Carpino-Fagetea sylvaticae Jakucs ex Passarge 1968*.**

Европейские влажные широколиственные леса.

Порядок *Rhododendro pontici-Fagetalia orientalis Passarge 1981*

Эвксинские буковые леса.

Союз *Dentario quinquefoliae-Fagion sylvaticae Didukh 1996* (Incl. *Fagion orientalis Korzhenevskiy 1982*).

Крымские буковые леса верхней части лесного пояса.

Ассоциация *Lathyro aurei-Fagetum tauricae Borhidi 1962*.

Буковые (*Fagus orientalis*) леса по затененным умеренно крутым склонам гор.

Порядок *Carpinetalia betuli P. Fukarek 1968*.

Европейские грабовые и дубово-грабовые леса.  
 Союз *Raemonio dauricae-Quercion petraeae* Didukh 1996.  
 Крымские дубовые и дубово-грабовые леса.  
 Ассоциация *Corno maris - Quercetum petraeae* Didukh 1996  
 Влажные скальнодубово-грабовые леса.  
 Ассоциация *Aegonycho-Quercetum petraeae* Korzhenevskiy 1982  
 Умеренно влажные скальнодубово-кленовые леса.  
 Ассоциация *Poo sterilis-Quercetum petraeae* Didukh 1996.  
 Умеренно сухие скальнодубовые леса.

**Класс *Quercetea pubescentis* Doing-Kraft ex Scamoni et Passarge 1959.**

Субсредиземноморские сухие пушистодубовые и грабинниковые леса.  
 Порядок *Quercetalia pubescenti-petraeae* Klika 1933  
 Южноевропейско-Эвксинские термофильные дубовые и грабинниковые леса.  
 Союз *Elytrigio nodosae-Quercion pubescentis* Didukh 1996.  
 (Syn: *Carpino orientalis-Quercion pubescentis* Korzhenevskiy et Shelyag 1983).  
 Крымские термофильные пушистодубовые леса.  
 Ассоциация *Junipero oxycedri-Quercetum pubescentis* Korzhenevskiy et Shelyag

1983.

Пушистодубовые (*Quercus pubescens*) и можжевельново-пушистодубовые (*Juniperus oxycedrus*, *Quercus pubescens*) ксерофильные леса.

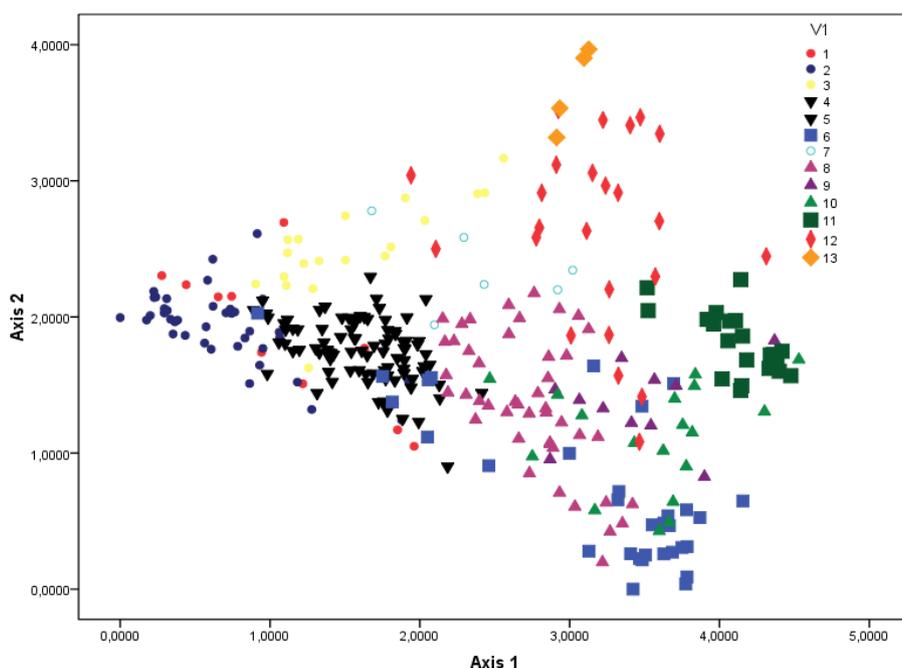
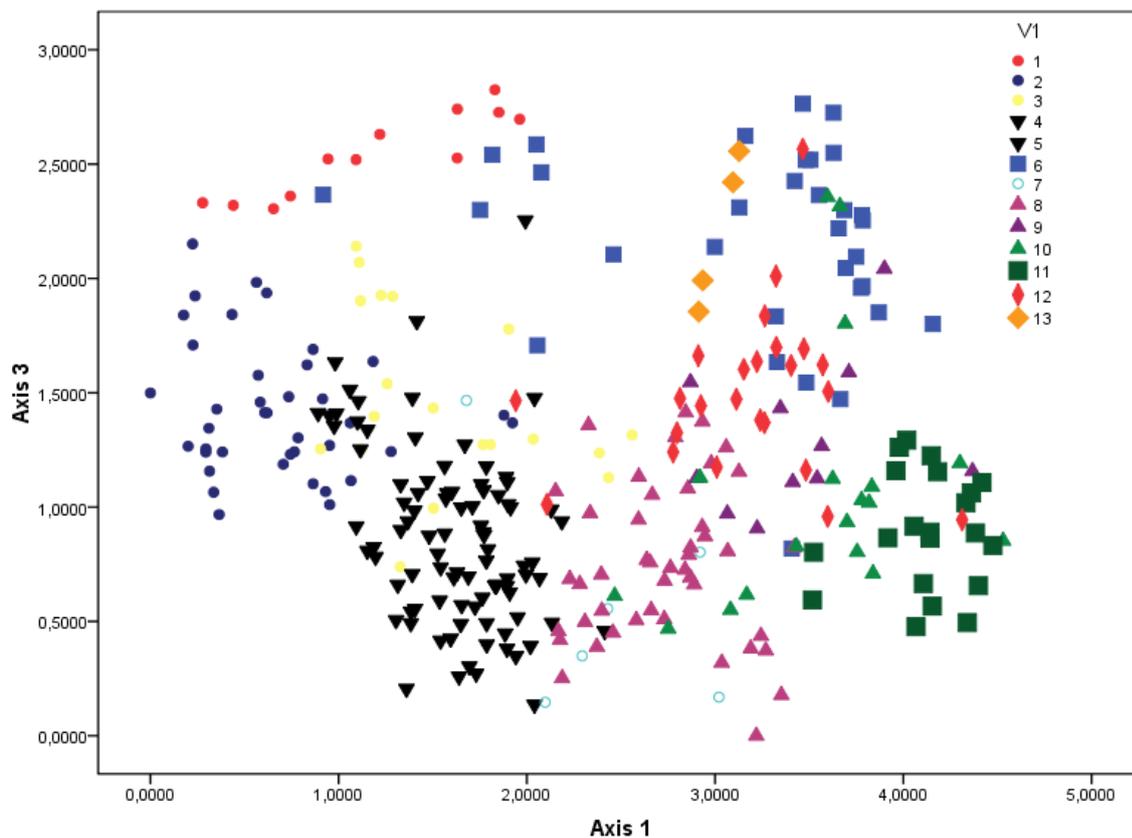


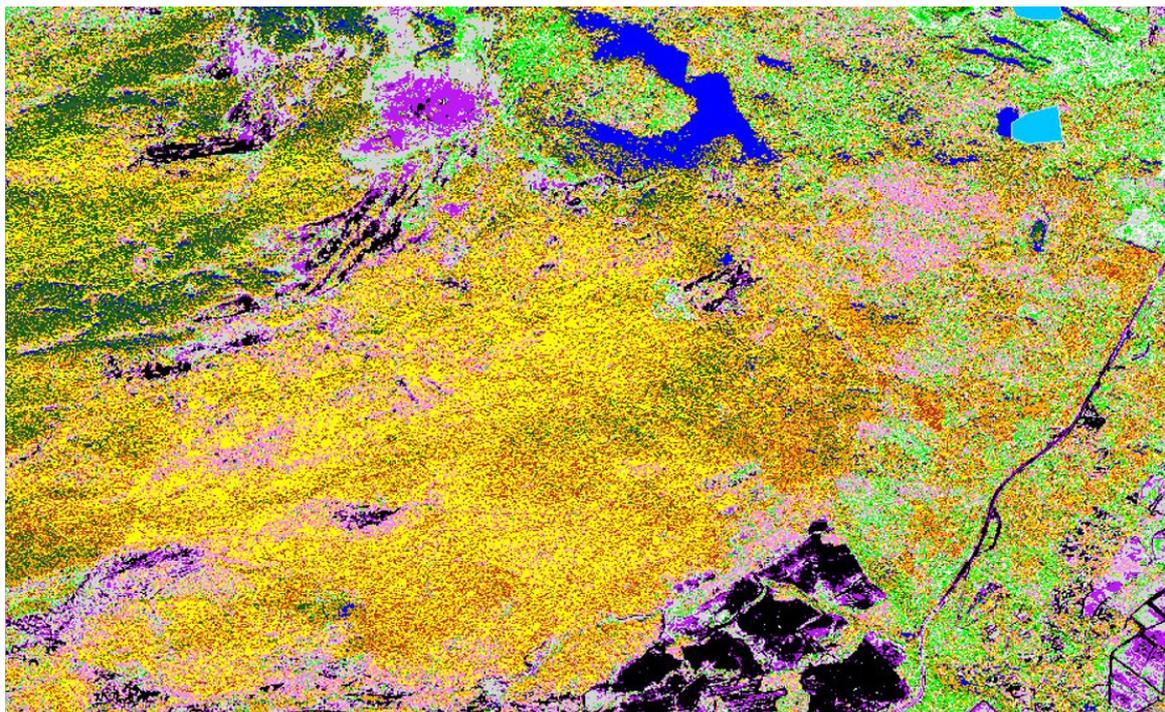
Рис. 2 Результаты DCA ординации (оси 1,2) геоботанических описаний лесной растительности ключевого полигона «Никитский хребет» и прилегающих территорий Гурзуфского амфитеатра южной части главной гряды Крымских гор. Обозначения: 1. Буковые с участием липы мелкозлаково-злаковые леса, *Galium mollugo* в сочетании с буковыми мертвопокровными лесами; 2. Буковые с примесью граба и ясеня широкозлаковые леса; 3. Сосново-буковые леса с выраженным подростом; 4. Кленово-грабовые (*Carpinus betulus*, *Acer campestre*) с участием бука и ясеня кустарниково широкозлаковые леса; 5. Кленово-ясенево-грабово-буковые кустарниково-широкозлаковые леса; 6. Скальнодубовые с участием бука злаковые леса; 7. Черноольховые кустарниковые с лианами (*Corylus avellana*, *Euonymus latifolia*, *Hedera helix*, *Clematis vitalba*) леса; 8. Кленово-дубово-грабовые разнотравные леса; 9. Кленово-дубово-грабовые осоково-разнотравные леса; 10. Грабинниково-скальнодубовые злаково-осоковые леса; 11. Грабинниково-пушистодубовые разнотравно-злаковые леса; 12. Сосновые (*Pinus pallasiana*) осоково-злаковые леса; 13. Сосновые (*Pinus kochiana*) осоково-разнотравные леса

Анализ закономерностей распределения ценофлор на оси 2 (рис. 3) выявил значимость фактора увлажнения, в соответствии с которым в пределах каждой из высотно-поясной группы лесов выделились сочетания сообществ с преобладанием мезоксерофильных или мезофильных видов, приуроченные к склонам гор южной или северной экспозиции. Ось 3 ординации показала дифференциацию лесных сообществ в соответствии с фактором богатства почв и петрофитности местообитаний (рис. 3).



**Рис. 3** Результаты DCA ординации (оси 1,3) геоботанических описаний лесной растительности ключевого полигона «Никитский хребет» и прилегающих территорий Гурзуфского амфитеатра Южной части Главной гряды Крымских гор. Обозначения те же, что и в рис. 2

Создание картографической модели пространственной организации лесного покрова на территорию ключевого полигона «Никитский хребет» осуществлено на основе дешифрирования спектрально-зональных космических снимков «Ресурс» с пространственным разрешением 5 м.



**Рис. 4** Результаты дешифрирования космического снимка на ключевой полигон «Никитский хребет»

По результатам проведенной обработки космических снимков с использованием метода *Unsupervised classification*, реализованном в пакете *Erdas Imagine 9.0* выявлены преимущественно эколого-физиономические типы растительности (рис. 4): сосновые леса, буковые леса, сосново-буковые смешанные леса, дубово-грабовые широколиственные смешанные леса и пушистодубовые леса, сосново-дубовые (скально- пушистодубовые) смешанные леса, молодые хвойные леса в стадии максимального смыкания крон, растительность петрофитных местообитаний, антропогенно-нарушенные местообитания (населенные пункты, сельско-хозяйственные угодья, пастбища, луговые степи Крымской Яйлы, лесопосадки. Однако для того, чтобы реализовать в картографической модели детальное представление пространственной структуры фитоценотического разнообразия на уровне ассоциаций и их сочетаний результатов прямого дешифрирования космических снимков было недостаточно. Поэтому для дальнейшей дифференциации полученных обобщенных эколого-физиономических категорий растительности были использованы закономерности связей растительных сообществ с ведущими эколого-географическими факторами, выявленные по результатам ординации – теплообеспеченностью, увлажнением и характером подстилающих пород. Проявление этих факторов, косвенным образом связано с рельефом ключевой территории (его важнейшими для формирования структуры растительности параметрами – абсолютной высотой, экспозицией и крутизной склонов гор), что было использовано при задействовании топографической карты ключевого полигона в качестве основы при разделении эколого-физиономических единиц и при финальном определении границ фитоценозов пространственной организации растительного покрова. В результате проведенного синтеза информации, полученной по дешифрированию космических снимков, а также данных о приуроченности ассоциаций и их сочетаний к определенным диапазонам абсолютных высот, экспозиций склонов и их крутизны нами были выявлены и

отображены на финальной картографической модели, и в составе легенды эколого-топографические закономерности распределения ассоциаций и их сочетаний.

Разработанная легенда к геоботанической картографической модели ключевого полигона «Пространственная структура растительности Никитского горного хребта» выглядит следующим образом:

### ***I. Растительность верхней части лесного пояса***

I.1 Сосновые (*Pinus kochiana*) леса *Pimpinello-Pinetum kochianae* Korzhenevskiy 1986 и *Orthilio-Pinetum kochianae* на южных склонах и в переходной части к плато Крымской Яйлы на абсолютных высотах 800-1100 м.

I.2 Сосновые смешанные леса с буком (асс. *Fago-Pinetum pallasianae* Korzhenevskiy 1998, асс. *Fago-Pinetum kochianae* Korzhenevskiy 1986) по затененным склонам (900-1000 м).

I.3 Буковые леса (*Lathyrus aurei-Fagetum tauricae* Borhidi 1962) по затененным умеренно крутым склонам (850-1100 м).

I.4 Луговые степи Яйлы.

I.5 Петрофитные сосновые леса (*Pinus pallasiana*, *P. kochiana*) и редколесья в сочетании с петрофитной растительностью по выходам коренных горных пород в верхней части лесного пояса.

### ***II. Растительность средней части лесного пояса.***

II.1. Крымскососновые леса *Salvio tomentosae-Pinetum pallasianae* Korzhenevskiy 1998 subass. *tyricum* по южным склонам гор (400-700 м).

II.2. Крымскососново – скальnodубовые смешанные леса *Salvio tomentosae-Pinetum pallasianae* Korzhenevskiy 1998 subass. *quercetosum petraeae*.

II.3. Влажные скальnodубово-грабовые леса *Corno maris - Quercetum petraeae* Didukh 1996, умерено влажные скальnodубово-кленовые леса *Aegonycho-Quercetum petraeae* Korzhenevskiy 1982 и фрагменты скальnodубовых лесов *Poo sterilis-Quercetum petraeae* Didukh 1996 по южным склонам (450-800 м)

II.4 Петрофитные сосновые (*Pinus pallasiana*) леса и редколесья в сочетании с петрофитной растительностью скал и осыпей.

### ***III. Растительность нижней части лесного пояса***

III.1. Пушистодубовые и можжевело-пушистодубовые леса *Junipero oxycedri-Quercetum pubescentis* Korzhenevskiy et Shelyag 1983 (150-400 м)

III.2. Крымскососново-пушистодубовые смешанные леса *Salvio tomentosae-Pinetum pallasianae* Korzhenevskiy 1998 subass. *quercetosum pubescentis* (200-400 м).

III.3 Сочетание пушистодубовых, можжевело-пушистодубовых лесов *Junipero oxycedri-Quercetum pubescentis* Korzhenevskiy et Shelyag 1983 и скальных выходов коренных пород (150-400 м).

IV. Интразональная растительность и антропогенно-нарушенные местообитания.

IV.1 Несомкнутая растительность по выходам скал

IV.2 Лесопосадки

IV.3 Сельхозугодья

IV.4. Населенные пункты

IV.5 Деградированные пушистодубовые леса

IV.6 Дороги

IV.7 Водоемы

Полученная в результате проведенного исследования результирующая векторная крупномасштабная модель пространственной структуры растительности на ключевой полигон «Никитский хребет», выполненная в среде ArcGis-9.0 представлена на рисунке 5.

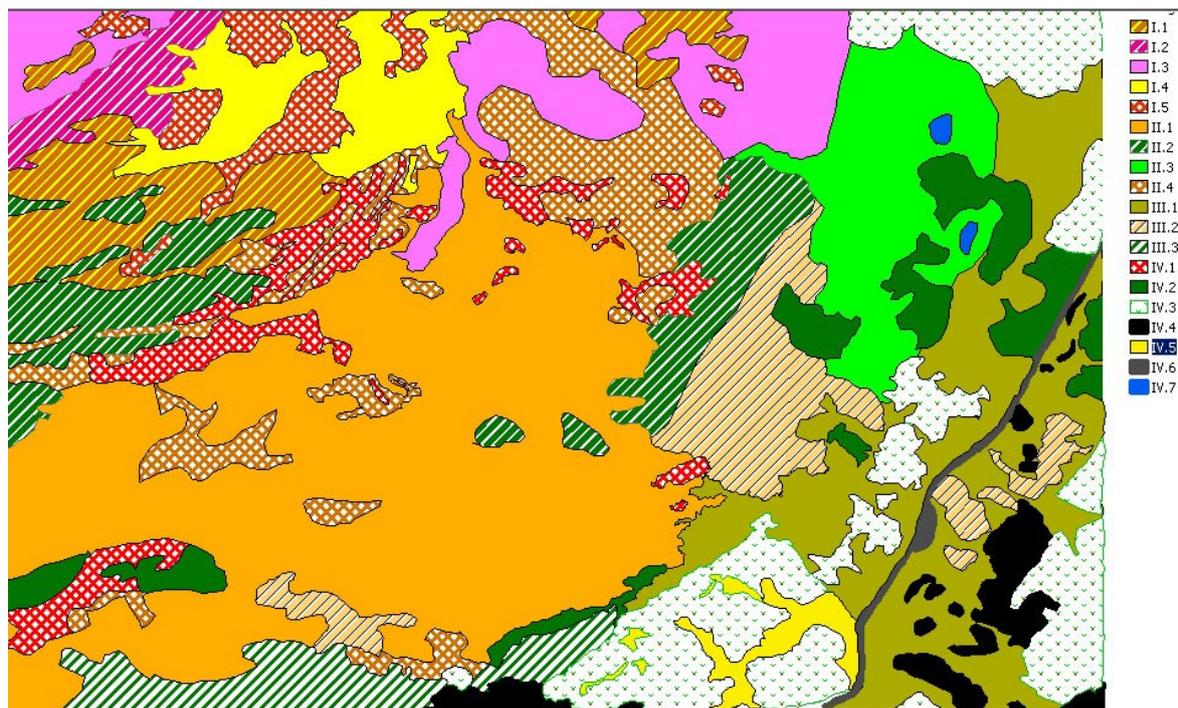


Рис. 5 Результирующая крупномасштабная модель пространственной структуры растительности на ключевой полигон «Никитский хребет»

### Выводы

Фитоценотическое разнообразие лесной растительности ключевого полигона «Никитский хребет» представлено 3-мя классами, 4-мя порядками, 4-мя союзами, 9-ю ассоциациями и 5 субассоциациями. Прямое дешифрирование космических снимков позволило выявить 10 категорий лесной растительности и местообитаний. Представление пространственной структуры растительности возможно на сочетании использования прямых признаков дешифрирования космических снимков и косвенных закономерностей связи растительных сообществ с элементами рельефа. Созданная картографическая модель ключевого полигона отражает высотно-поясные, эколого-топографические и антропогенные закономерности, включает 19 подразделений легенды.

### Список литературы

1. Дидух Я.П., Вакаренко Л.П., Шеляг-Сосонко Ю.Р. Геоботаническая карта Карадага (Крым) как основа для изучения антропогенных сукцессий растительности – Геоботаническое картографирование, 1981. – Ленинград. – С. 25-33.
2. Дидух Я.П. Растительный покров горного Крыма. – Киев: Наукова думка, 1992. – 252 с.
3. Дидух Я.П., Вакаренко Л.П., Шеляг-Сосонко Ю.Р. Флористическая классификация хвойных лесов нижнего пояса растительности Горного Крыма // Ботанический журнал. – 1986. – Т. 71. – № 3. – С. 282-291.
4. Дидух Я.П. Неморальні ліси Гірського Криму класу *Quercus-Fagetum* Br.-Bl. et Vlieg. 1937 // Укр. фітоцен. зб. Сер. А. – 1996. – Вип. 3. – С. 34-51.
5. Дидух Я.П. Гірські бори (*Erico-Pinetum* Horvat 1959) України // Укр. фітоцен. зб. Сер. А. – 2002. – Вип. 1(18). – С. 52-76.
6. Корженевский В.В., Клюкин А.А. Синэкология и синморфология растительности грязевых вулканов Крыма // Экология, фитоценология и оптимизация экосистем: Сборник научных работ. – Ялта. – 2004. – Т. 123. – С. 152-169.

7. Корженевский В.В., Шеляг-Сосонко Ю.Р. Синтаксономия пушистодубовых лесов южного макросклона Крымских гор // Украинский ботанический журнал. – 1983. – Т. 40. – №1. – С. 10-17.
8. Корженевский В.В. Класс *Erico-Pinetea*. Сосняки из *Pinus kochiana* на Главной гряде Крымских гор. Классификация растительности СССР (с использованием флористических критериев). – М.: Изд-во Московского университета, 1986. – С. 102-112.
9. Корженевский В.В., Багрикова Н.А., Рыфф Л.Э., Левон А.Р. Продромус растительности Крыма (20 лет на платформе флористической классификации) // Бюллетень Главного Ботанического Сада. – 2003. – Т. 186. – Р. 32-63.
10. Рубцов Н.И., Махаева А.В., Шалым М.С., Котова И.Н. Растительный мир. Серия «Природа Крыма». – Симферополь: Крым, 1964. – 120 с.
11. Hennekens S.M., Schaminée J.H.J. Turboveg, a comprehensive data base management system for vegetation data // Journal of Vegetation Science – 2001. – Vol. 12. – P. 589-591.
12. Westhoff V., van der Maarel E. The Braun-Blanquet approach // Classification of plant communities. The Hague. – 1978. – P. 287-399.
13. Mucina L., Bültmann H., Dierßen K., Theurillat J.-P., Raus T., Čarni A., Šumberová K., Willner W., Dengler J., Gavilán García R., Chytrý M., Hájek M., Di Pietro R., Iakushenko D., Pallas J., Daniëls F.J.A., Bergmeier E., Santos Guerra A., Ermakov N., Valachovič M., Schaminée J.H.J., Lysenko T., Didukh Ya.P., Pignatti S., Rodwell J.S., Capelo J., Weber H.E., Solomeshch A., Dimopoulos P., Aguiar C., Freitag H., Hennekens S.M., Tichý L. Vegetation of Europe: Hierarchical floristic classification system of vascular plant, bryophyte, lichen, and algal communities // Applied Vegetation Science. – 2016 – Vol. 19. – Iss. 1. – P. 1-264.
14. Hill M.O. DECORANA and TWINSpan, for Ordination and Classification of Multivariate Species Data: A New Edition, Together with Supporting Programs, in FORTRAN 77. – Huntington, 1979. – 58 p.

Статья поступила в редакцию 01.08.2023 г.

**Ermakova E.V. The spatial organization of forests diversity of the Nikitsky mountain ridge (southern part of the Main Ridge of the Crimean Mountains) // Bull. of the State Nikita Botan. Gard. – 2023. – № 149. – P. 97-105**

A cartographic model of the spatial organization of the vegetation of the forest belt has been created for the key area placed in the Nikitsky mountain ridge in the south-western part of the Main Ridge of the Crimean Mountains. The legend of the map includes 10 categories of forest communities at the ranks of associations and subassociations of the Braun-Blanquet system. All categories are grouped into three classes: *Erico-Pinetea* Horvat 1959, *Carpino-Fagetea sylvaticae* Jakucs ex Passarge 1968, *Quercetea pubescentis* Doing-Kraft ex Scamoni et Passarge 1959. The ecological regularities of vegetation formation in connection with the factors of heat, moisture and the bedrocks represented in the cartographic model were revealed based on the results of the analysis of the distribution of relevés along the main axes of the DCA ordination. Eleven ecological-physiognomic types of forest vegetation were identified after the high-resolution satellite image (Resource 4) analysis performed. The final cartographic model is based on the phytocoeres received with the use of the topographic pattern for the key area.

**Key words:** geobotanical mapping; vegetation; ecology; phytocoenotic diversity; Crimea