

## ИЗМЕНЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ БОЛГАРИИ ПО ДАННЫМ О ЗЕМНОМ ПОКРОВЕ

© 2022 г. М. Петрова\*

*Великотырновский университет “Св. св. Кирил и Методий”, Велико Тырново, Болгария*

*\*E-mail: m.p.petrova@ts.uni-vt.bg*

Поступила в редакцию 04.11.2021 г.

После доработки 26.12.2021 г.

Принята к публикации 15.01.2022 г.

Статья посвящена исследованиям современных ландшафтов Болгарии с использованием ГИС-среды с векторными слоями земного покрова на основе классификации CORINE Land Cover. Район исследования – северные склоны Шипченской и Тревненской планин (части горной системы Стара-Планина) и прилегающие к ним части Предбалкан в пределах водосборов рек Янтра, Белица и Дряновска. Произведена систематизация изменений земного покрова за разные периоды по показателям: тип изменения, уклон, экспозиция, абсолютная высота. Для исследуемой территории были сформированы векторные слои изменений земного покрова (CLC-Change 1990–2000, 2000–2006, 2006–2012, 2012–2018). Выполнена количественная классификация данных об изменениях земного покрова по различным показателям на протяжении периода 1990–2018 гг. Информация, полученная в среде ГИС, была проверена данными полевых исследований. Всего в пределах района исследований установлены 205 участков с трансформацией земного покрова за период 1990–2018 гг.

*Ключевые слова:* антропогенизация, ГИС, экспозиция, землепользование, земной покров, ландшафт, абсолютная высота, уклон, заброшенные деревни, самовосстановление

**DOI:** 10.31857/S0869607122010098

### ВВЕДЕНИЕ

Введенное в научную литературу еще в начале XIX в. (1805 г.) географом Х. Гомейром понятие ландшафт постоянно служит предметом разнообразных интерпретаций в физико-географической литературе. Начиная с 1930-х гг., в преобладающей части представлений о ландшафте человеческая деятельность неизменно присутствовала как компонент, определяющий целостность столь сложной природно-территориальной системы. Среди современных представлений – мнение болгарских исследователей о том, что ландшафт – “естественно сформированная на определенном этапе и функционирующая во времени и пространстве природная система, обладающая определенными природными ресурсами и находящаяся под влиянием в той или иной степени среды обитания человека” [13, с. 35].

Понятия “культурный ландшафт” и “деградированный ландшафт” в болгарской географии встречаются с 1940-х гг. [33]. В болгарской и российской физико-географической литературе используются также термины “природно-антропогенная система” [22], “природно-техническая территориальная система” [9, 16]; “природно-антропогенная территориальная система” [21, 22, 37], “интегральные природно-обществен-

ные системы” [20]. Важное значение при изучении антропогенизации ландшафтов имеют взгляды В.С. Жекулина [18], согласно которым в систематизации изменений геокомплексов обнаруживаются три тенденции. Первая связана с классификацией ландшафтов по характеру технологического воздействия населения на природу (сельскохозяйственное, промышленное и др.). Вторая касается систематизации степени антропогенного воздействия (неизмененные, незначительно измененные, сильно измененные ландшафты и т.д.), а третья выдвигает на первый план взаимосвязи природных и антропогенных процессов.

В связи со сказанным выше **современные ландшафты** можно определить как «мозаику» природных и измененных человеком геокомплексов, причем последние могут включать как антропогенные, так и самовосстанавливающиеся (или уже самовосстановившиеся) геокомплексы.

Систематизация степени антропогенного воздействия на ландшафты предполагает введение и использование разнообразных показателей и критериев. Помимо применения количественных методов, объективное представление о степени различий между производными и первичными геокомплексами может быть получено путем учета качественных показателей: характера конкретной экономической деятельности, степени изменения природной и техногенной среды [12, 25, 29 и др.] и др. В болгарской географической литературе учет этих и подобных показателей представлен в различных шкалах антропогенного изменения природной среды: трехбалльной [15, 30], четырехбалльной [10–12, 19, 29, 32], пятибалльной [5], семибалльной [6] и др.

В последние два десятилетия активно применяется ГИС-анализ векторных слоев земного покрова на основе классификации CORINE Land Cover. Группировка типов земного покрова позволяет отразить степень антропогенной трансформации ландшафтов. В Болгарии этот подход применен при изучении современных ландшафтов на северном склоне массива Славянка [24], антропогенной нагрузки в бассейне р. Сазлийка [19], антропогенной трансформации северных склонов Центральных Балкан и Предбалканских гор [25], а также в работах [7, 8, 14, 27, 28, 42] и др.

Изменения земного покрова как индикатор антропогенной деятельности выступают актуальной проблемой во всем мире и предметом исследования в публикациях авторов из разных стран: США [40], Тайваня [38], Италии [34], Швеции [39], Германии [35, 41, 43], Испании [36], Украины [17], России [1, 26, 31] и др.

## МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Классификация типов земного покрова CORINE может успешно использоваться как для определения степени изменения, так и для определения типов изменений ландшафтов, а впоследствии и для дифференциации современных ландшафтов. Фиксируемые изменения за разные периоды времени позволяют выявить как измененные ландшафты, так и те, которые после ослабления антропогенной деятельности подвергаются процессам самовосстановления.

Систематизация цитированных выше исследований дает основание для интерпретации номенклатуры “CORINE Land Cover” и ее применения на территории с интенсивными процессами антропогенизации и самовосстановления ландшафтов. Объектом настоящего исследования служат северные склоны Шипченской и Тревненской планин (части горной системы Стара-Планина) и прилегающие к ним части Предбалкан в пределах водосборов рек Янтра, Белица и Дряновска. Исследуемый район входит в среднюю подобласть Предбалкан и Стара-Планины.

Район отделен от Дунайской равнины разломными и флексурными северными склонами Беляковского и Арбанаского плато. На западе он граничит с водосбором р. Росица, а на востоке - с водосбором р. Веселина. Его южная граница проходит по хребту Стара-

Планина. Самая высокая точка района – пик Атово падало (1494.9 м над ур. м.). В этих границах площадь района составляет 1400.3 км<sup>2</sup>.

Большая часть территории сложена осадочными породами (песчаники, мергели, известняки, аргиллиты и др.). Их разная устойчивость к атмосферным воздействиям, денудации и эрозии служит основным фактором дифференциации дневной поверхности. Благодаря моноклиальной и складчатой структуре, а также наличию известняковых пород, на Предбалканах в пределах исследуемой территории хорошо представлен карстовый рельеф. Труднодоступность крутосклонной части Стара-Планины выступает предпосылкой сохранения естественных лесных природно-территориальных комплексов.

Климат умеренно-континентальный, с четко выраженной высотной сменой климатических элементов. Среднегодовая температура снизу вверх изменяется от 11.1 до 5.5°С, средняя многолетняя температура января от –1.4 до –4°С, июля – от 21.8 до 13.8°С. Характерно значительное увеличение количества атмосферных осадков у подножья гор и минимальное их увеличение с высотой. Показатели термического режима и увлажнения северных склонов Шипченских и Тревненских гор свидетельствуют о благоприятных условиях продуцирования биомассы в средне- и низкогорном поясе средней Стара-Планины, где вегетационный период в среднем длится 6 месяцев.

В верховьях р. Янтра и ее притоков развитая лесная растительность оказывает значительное влияние на внутригодовое распределение стока. Значения модуля стока наибольшие в горной части региона и уменьшаются от хребта к подножию Шипченской и Тревненской планин.

Исследуемая территория входит в две почвенные зоны страны: северо-болгарскую лесостепную и горную. Из зональных почв по направлению с севера на юг распространены серые (серо-бурые) лесные и бурые лесные почвы с их разновидностями. В самой северной части в районе Беляковского плато встречаются пятна маломощных карбонатных черноземов. Из интразональных почв представлены аллювиальные и аллювиально-луговые почвы и рендзины (гумусово-карбонатные почвы).

Диапазон абсолютных высот от 100 до 1500 м обуславливает развитие следующих высотных поясов растительности: пояс ксеротермических дубовых лесов (до 600–700 м), пояс мезофитных и ксеромезофитных дубовых и грабовых лесов (от 600–700 до 900–1000 м), пояс буковых лесов (более 900–1000 м). Согласно карте растительности Болгарии [4], в каждом высотном поясе представлена как коренная, так и производная растительность.

В районе исследований можно выделить два класса, три типа, три подтипа и десять родов ландшафтов. При определении диагностических критериев и таксономических единиц использовалась классификация ландшафтов Болгарии [3]. В классе равнинных ландшафтов выделяется один тип – умеренные субгумидные ландшафты с подтипом ландшафтов со смешанными дубовыми лесами. Они простираются в пределах Предбалкан. Преобладающим в регионе является класс горных ландшафтов, в котором выделяются два типа: теплоумеренные гумидные с подтипом ландшафтов со смешанными широколиственными лесами и тип умеренные гумидные с подтипом ландшафтов с буковыми лесами. В долинах рек выделяются ландшафты гидроморфного и субгидроморфного типа с подтипом субгидроморфных ландшафтов.

Согласно последней официальной переписи населения Болгарии 2011 г., из 340 населенных пунктов в исследуемой области 86 полностью обезлюдели (рис. 1).

По неофициальным данным Национального регистра населенных пунктов при Национальном статистическом институте Республики Болгария [44], на 31.12.2020 ситуация с количеством обезлюдивших деревень в регионе изменилась следующим образом:

– 17 из обезлюдивших деревень имеют более 1 и менее 10 чел. постоянного населения;

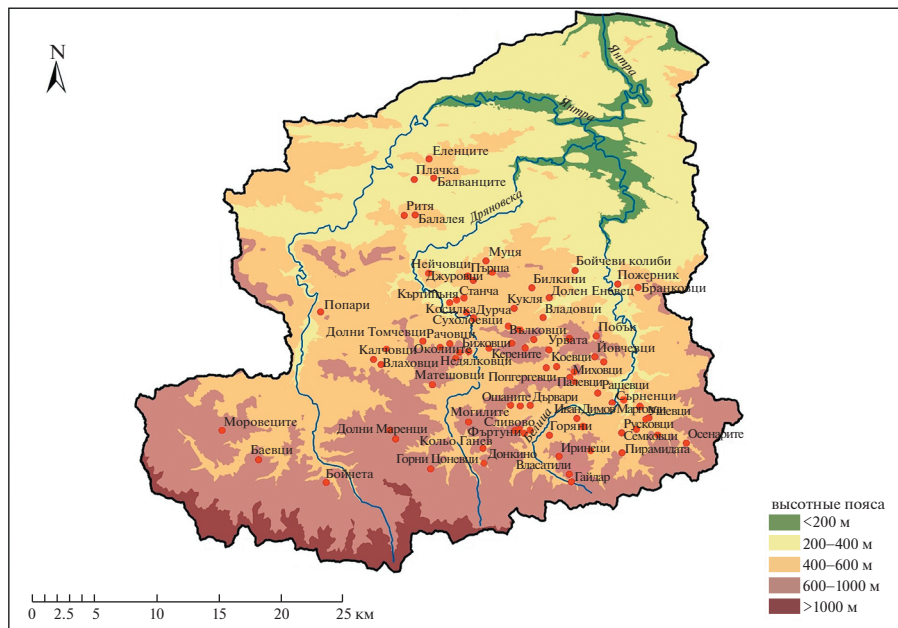


Рис. 1. Распределение обезлюдивших населенных пунктов региона по высотным поясам.

Fig. 1. Distribution of depopulated settlements in the region by altitudinal zones.

– 12 деревень остались без постоянного населения (0 чел.).

Для анализа динамики современных ландшафтов в регионе за последние десятилетия за основу была взята цифровая база данных в векторном формате CORINE Land Cover, опубликованная на сайте программы Copernicus – программы ЕС по наблюдению и мониторингу Земли [46]. Как указано на веб-сайте, инвентаризация CORINE Land Cover (CLC) началась в 1985 г. Обновления были подготовлены в 2000, 2006, 2012 и 2018 гг. и состоят из векторных баз данных, включающих 44 класса земного покрова и землепользования. Динамический ряд включает слой, отображающий изменения в земном покрове и землепользовании. CLC использует минимальную единицу отображения (MMU) 25 га для пространственных объектов и минимальную ширину 100 м для линейных объектов. Динамические ряды дополняются слоями, которые отображают изменения в земном покрове с MMU 5 га. Различные MMU означают то, что изменяющийся слой имеет более высокое разрешение, чем слой состояния. Из-за различий в MMU разница между двумя слоями состояния не будет равна соответствующему слою CLC-Changes. Программа Copernicus рекомендует всегда использовать слой CLC-Change (1990–2000, 2000–2006, 2006–2012, 2012–2018 гг.) для определения изменений CLC между двумя смежными исследованиями.

С помощью программы ГИС (ArcGIS v.10x) с названными выше данными были выполнены следующие действия:

1. На основе векторных слоев с изменениями земного покрова (CLC-Change 1990–2000, 2000–2006, 2006–2012, 2012–2018 гг.) для всей Европы созданы такие же слои только в границах исследуемой территории. При объединении слоев для четырех отдельных периодов был сформирован отдельный векторный слой, представляющий общее количество площадей с изменениями в земном покрове (CLC-Change) за весь период исследований (1990–2018 г.).

2. Проведена количественная классификация и графическое представление данных по типам изменений за разные периоды времени (1990–2000, 2000–2006, 2006–2012 и 2012–2018 гг.) и выделены преобладающие трансформации ландшафтов для соответствующих периодов и за период 1990–2018 гг. в целом. Используются названия классов земного покрова согласно уровню 3 Номенклатуры земного покрова KORINE, опубликованной на веб-сайте Исполнительного агентства по окружающей среде при Министерстве окружающей среды и водных ресурсов Болгарии [45].

3. Выполнена количественная классификация и графическое представление данных об изменении земного покрова по показателям: экспозиция склона, уклон поверхности, высотный пояс (м над ур. м.). Это сделано для каждого из четырех периодов на основании классификации данных из таблицы атрибутов векторного слоя за соответствующий период. Ниже приведен анализ перечисленных показателей за период 1990–2018 гг.

Информация, извлеченная в среде ГИС, верифицирована в ходе полевых исследований. Всего на исследуемой территории за период 1990–2018 гг. выявлено 205 участков (ареалов) с трансформациями земного покрова. В векторных слоях, представляющих изменения CLC между двумя соседними исследованиями, области с изменениями распределяются следующим образом: в слое CLC-Change 1990–2000 гг. – 26 участков общей площадью 4.23 км<sup>2</sup>; в слое CLC-Change 2000–2006 гг. – 23 участка общей площадью 2.62 км<sup>2</sup>; в слое CLC-Change 2006–2012 гг. – 66 участков общей площадью 7.27 км<sup>2</sup> и наибольшее количество участков с изменениями в слое CLC-Change 2012–2018 гг. – 90, с общей площадью 14.36 км<sup>2</sup> (рис. 2).

Участки с изменением земного покрова сосредоточены в основном в окрестностях заброшенных населенных пунктов. Определение таких показателей, как тип изменения, экспозиция, уклон, высотный пояс для каждого из участков, а также их обобщение и систематизация позволяют выявить закономерности в характере землепользования на исследуемой территории с 90-х гг. XX в. по настоящее время. Это, в свою очередь, существенно облегчает анализ современного состояния ландшафтов.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Первый индикатор, фиксирующий изменения земного покрова в исследуемом районе – это **тип изменения**. Этот показатель служит для установления текущих процессов в соответствующем природно-территориальном комплексе (ПТК) – антропогенизации или самовосстановления. Класс земного покрова на конец периода, за который была представлена информация о каждой из трансформаций (2000, 2006 и 2012 гг.), сравнивается с текущим классом земного покрова (согласно CLC 2018) по типу землепользования (рис. 3). Эти данные были проверены в ходе полевых исследований, проведенных после 2018 г.

При анализе этого показателя отмечается преобладание смен от лесной к переходной древесно-кустарниковой растительности. Этот класс земного покрова в пределах исследуемой территории включает смешанные кустарниковые фитоценозы с боярышником однопестичным (*Crataegus monogyna*), держидеревом (*Paliurus spinachristi*), терном (*Prunus spinosa*), шиповником собачьим (*Rosa canina*), кизилом обыкновенным (*Cornus mas*), грабинником (*Carpinus orientalis*) и др.

Распространение таких смен земного покрова, с одной стороны, говорит о длительном антропогенном вмешательстве, связанном с ведением лесного хозяйства (рубки и облесение), а с другой – о медленных процессах самовосстановления после уничтожения лесных сообществ. Изменения такого характера в природе наиболее заметны. Последующие интенсивные процессы самовосстановления обуславливают трансформацию “переходная древесно-кустарниковая растительность – лиственные леса”.

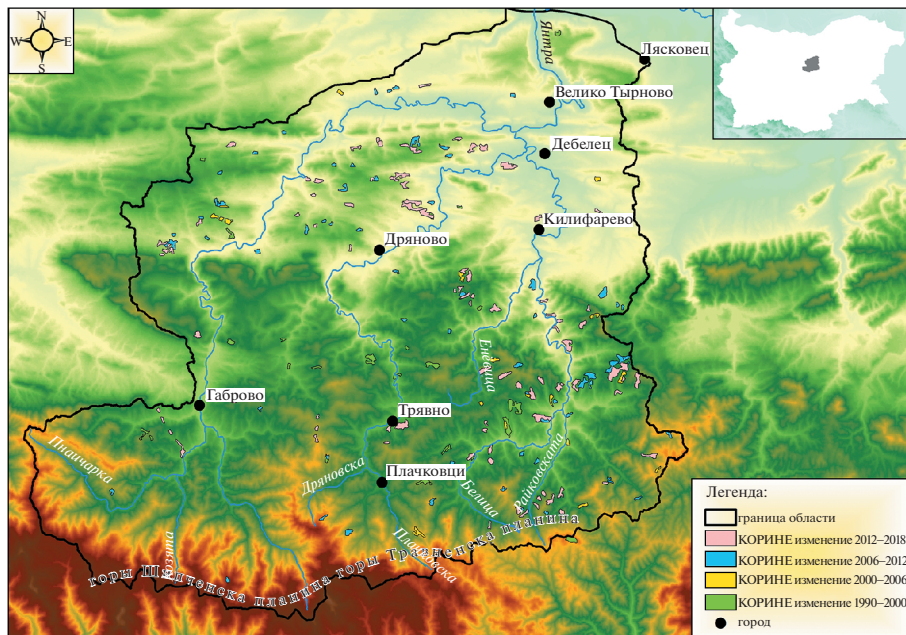


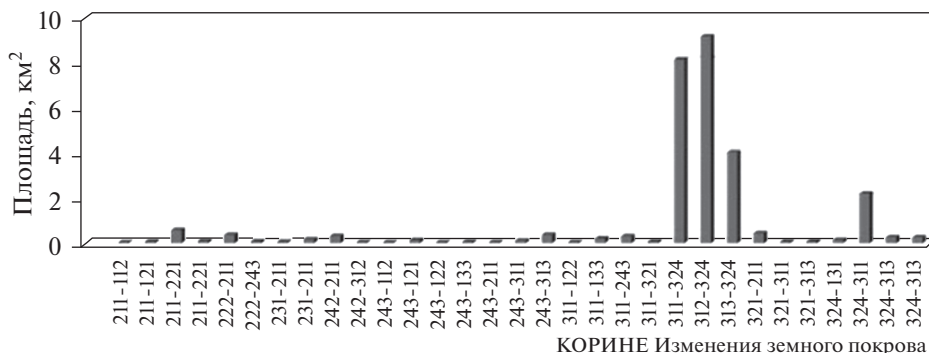
Рис. 2. Распределение площадей с изменением земного покрова за период 1990–2018 гг.

Fig. 2. Distribution of the areas with CLC-change in total for the period 1990–2018.

Первое место по площади (9.1 км<sup>2</sup>) среди типов изменения занимает смена “хвойные леса – переходная древесно-кустарниковая растительность”. Интересно то, что хвойные древесные породы не свойственны естественной растительности исследуемой территории и представлены искусственными лесопосадками. На большей части (около 35% площади территории) представлены лесные ПТК с лиственными породами. Некоторые участки лесопосадок хвойных деревьев постепенно сокращают свою площадь. В них наблюдается сукцессия, выражающаяся в выпадении сосны черной (*Pinus nigra*) и сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) в ходе конкуренции с лиственными породами, в основном различными видами дуба (*Quercus*). На участках сплошных вырубок сосна как более светолюбивая порода в ходе сукцессий сменяется осиной (*Populus tremula*) и березой (*Betula* sp.). На начальных этапах самовосстановления на этих участках формируются переходные древесно-кустарниковые сообщества (почти на 43% площади ареала). Полевые исследования 2014 г. на некоторых из этих территорий выявили недавние сплошные рубки.

Далее по площади (8.09 км<sup>2</sup>) следует трансформация “лиственные леса – переходная древесно-кустарниковая растительность”, что в основном связано с тем, что лиственные леса занимают наибольшую площадь на исследуемой территории. Ареалы с такими сменами преобладают в ПТК со смешанными дубовыми и смешанными лиственными лесами. Наименьшее количество участков с данной трансформацией земного покрова выявлено в ПТК с буковыми лесами. При полевых исследованиях на большей площади выявлена сукцессия, в ходе которых конкурируют различные виды дуба и сопутствующие древесные породы.

Процессы самовосстановления проявляются и на вырубках, а также на лесных территориях, освоенных под виноградники и сады. На этих участках ПТК характери-



**Рис. 3.** Типы изменений земного покрова в исследуемом районе за период 1990–2018 гг. Номенклатура “CORINE Land Cover” (по [45]): 112 – населенные пункты со свободной застройкой; 121 – промышленные или коммерческие объекты; 122 – автомобильные и железнодорожные сети и прилегающие земельные участки; 133 – строительные площадки; 211 – неорошаемые пашни; 221 – виноградники; 222 – плодоягодные плантации; 231 – пастбища; 242 – комплексы фрагментированных сельскохозяйственных земель; 243 – сельскохозяйственные земли со значительными площадями естественной растительности; 311 – лиственные леса; 312 – хвойные леса; 313 – смешанные леса; 321 – естественная травянистая растительность; 324 – переходная древесно-кустарниковая растительность.

**Fig. 3.** The types of CLC-change in the studied area (km<sup>2</sup>) for the period 1990–2018.

зуются вертикальными структурами средней и повышенной сложности и образованы деревьями и кустарниками – индикаторами антропогенного воздействия и последующих сукцессий – робинией (*Robinia pseudoacacia*), грабинником, осиной и др. На вырубках в буковых лесах бук (*Fagus sylvatica*) заменяется грабом (*Carpinus betulus*) и осиной, обладающими высокой урожайностью и скоростью роста побегов.

На меньшей части территорий (почти 21% ареала) процессы самовосстановления древесно-кустарниковой растительности проходят после более сильной антропогенной нагрузки (например, на пашнях). Наименьшую часть (около 9% ареала этого типа изменений) в настоящее время занимают пастбища. Они находятся вблизи деревень Каломен (6 жителей в 2011 г.), Ритя, Балалея (сезонное проживание) и Пейна (7 жителей в 2011 г.). По данным местных жителей, на месте уничтоженных в прошлом лесов были разбиты виноградники, затем началось восстановление древесно-кустарниковой растительности, а теперь устроены пастбища, которые можно отнести к ландшафтам с высокой степенью антропогенизации.

Далее по площади (4.01 км<sup>2</sup>) преобладающих типов изменений земного покрова следует смена “смешанные леса – переходная древесно-кустарниковая растительность”. На высотах до 600 м над ур. м. основными породами деревьев являются дуб (*Quercus cerris*, *Q. dalechampii*), ясень (*Fraxinus excelsior*), вяз (*Ulmus minor*), а в таких смешанных насаждениях дуб заменяется ясенем. В смешанных дубовых лесах на небольших высотах спутниками дуба являются липа, ясень, граб, клен полевой (*Acer campestre*). Сплошные вырубки в этих лесах приводят к постепенной смене дуба скального (*Quercus petraea*) и дуба австрийского (*Quercus cerris*) на другие сопутствующие виды. Последние дают большое количество семян и быстрорастущие побеги, которые заглушают подрост и молодые деревья дуба. На больших абсолютных высотах (600–1000 м) в насаждениях из бука и скального дуба происходит замена скального дуба на граб или осину. На современном этапе почти 77% площади этого ареала изменения представляют собой ПТК с лиственными и смешанными лесами, что говорит об ин-

тенсивных процессах самовосстановления уничтоженных в прошлом смешанных дубовых и лиственных лесов.

Смена “переходная древесно-кустарниковая растительность – лиственные леса” распространена на наименьшей площади (2.19 км<sup>2</sup>). Это естественное продолжение трансформации “лиственные леса – переходная древесно-кустарниковая растительность”, и вместе они свидетельствуют об интенсивном преобразовании комплексов с лиственными лесов с целью их освоения под пашни, сады, пастбища и луга. Заброшенность этих территорий и ослабление антропогенной деятельности служат предпосылкой для интенсивных процессов самовосстановления с переходом к древесно-кустарниковым, а впоследствии и к лесным фитоценозам.

Остальные типы трансформаций, представленные на рис. 3, имеют небольшую площадь в границах исследуемой территории, так как большая ее часть представляет собой уже заброшенные пастбища и другие сельскохозяйственные угодья. Депопуляция на исследуемой территории с 80-х гг. XX в. до наших дней приводит к сокращению площадей используемых сельскохозяйственных угодий. Это обуславливает переход “комплексов фрагментированных сельскохозяйственных земель” и/или “сельскохозяйственных земель со значительными участками естественной растительности” в лиственные леса и/или смешанные леса.

Многообразие изменений растительного покрова на исследуемой территории демонстрирует динамику ландшафтов – в основном продолжающиеся процессы самовосстановления (88% всех изменений) и изменения ландшафтов за счет их антропогенизации (12% всех изменений).

В качестве показателя **экспозиции склонов** в данном исследовании учитывается макроэкспозиция. Ее различия определяют дифференциацию микроклимата, характеристик почв, растительности и ландшафтов в целом. Из общей площади участков с трансформацией земного покрова в регионе за весь исследуемый период (1990–2018 гг.) наибольшая доля приходится на склоны южной экспозиции, за ней следуют склоны северной экспозиции (рис. 4).

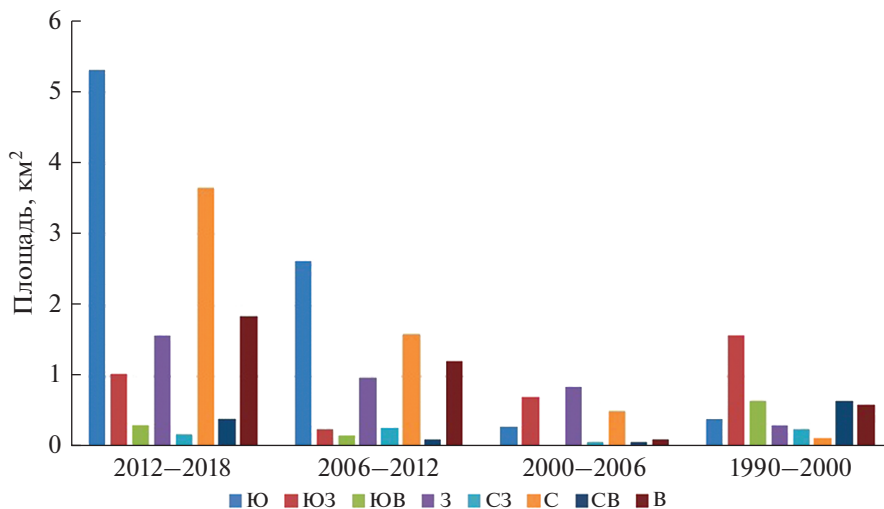
В период 2012–2018 гг. наибольшая доля изменений происходила также на склонах южной и северной экспозиции – 5.33 и 3.66 км<sup>2</sup> соответственно. Для периода 2006–2012 гг. эти значения составляют 2.63 и 1.6 км<sup>2</sup> соответственно. В периоды 1990–2000 и 2000–2006 гг. наибольшая площадь изменений земного покрова приходилась на склоны западной экспозиции – 1.57 и 0.85 км<sup>2</sup> соответственно.

Распределение смен земного покрова по экспозиции показывает, что склоны южной и юго-западной экспозиции наиболее предпочтительны для хозяйственного использования. Большинство изменений связано с переходом пахотных земель или вторичных лугов и пастбищ в участки с древесно-кустарниковыми сообществами. Эти трансформации в основном обусловлены ослаблением антропогенной нагрузки из-за депопуляции деревень. На северных склонах преобладают изменения типа “лиственные леса – переходная древесно-кустарниковая растительность” и “переходная древесно-кустарниковая растительность – лиственные леса”. Это обусловлено интенсивным лесным хозяйством, которое на Стара-Планине приводит к уничтожению массивов дубовых лесов, а в Предбалканах – в основном дубовых лесов.

Показатель **уклона поверхности** оценивался по градациям, использованным Н.Л. Берущавили [2] и адаптированным для территории Болгарии Н. Тодоровым. Анализ данных за период 1990–2018 гг. показывает, что наибольшая доля трансформаций произошла на участках с уклонами 4–10° и 10–20°, т.е. на денудационных поверхностях, ступенях на склонах и почти пологих склонах (рис. 5).

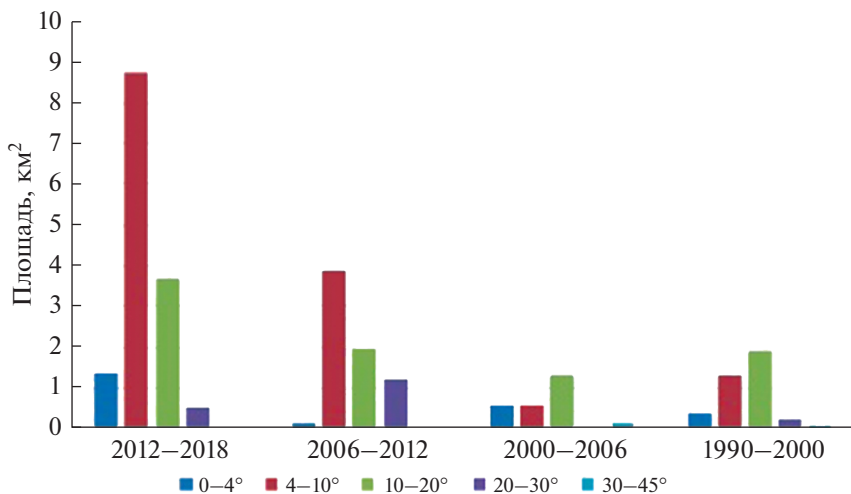
За последние два периода (2006–2012 гг. и 2012–2018 гг.) наибольшую площадь имели трансформации земного покрова на участках с уклонами 4–10° – соответственно 3.9 и 8.77 км<sup>2</sup>, на втором месте – изменения на территориях с уклонами 10–20° – соот-





**Рис. 4.** Распределение типов изменений земного покрова в регионе по экспозиции склонов за период 1990–2018 гг.

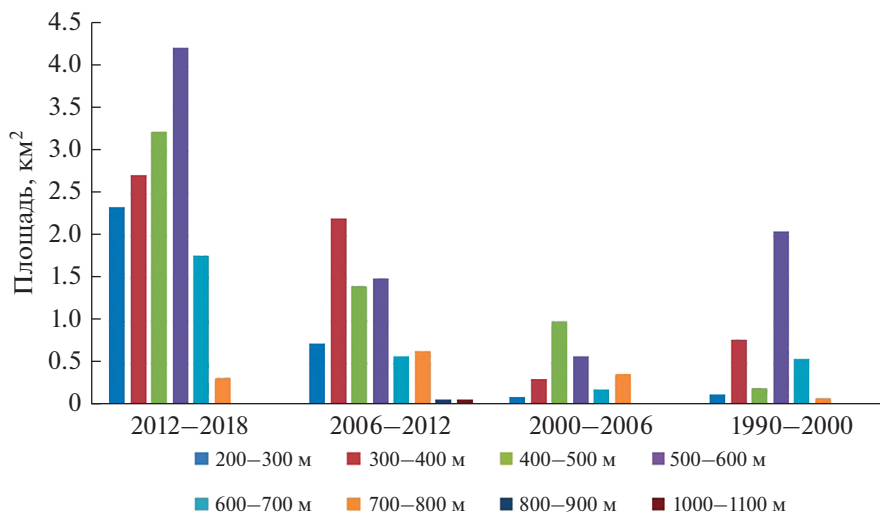
**Fig. 4.** Distribution of the types of CLC-change in the region by exposure of the slopes for the period 1990–2018.



**Рис. 5.** Распределение типов изменений земного покрова в регионе по уклону (°) за период 1990–2018 гг.

**Fig. 5.** Distribution of the types of CLC-change in the region by slope inclination (°) for the period 1990–2018.

ответственно 3.9 и 3.69 км<sup>2</sup>. В периоды 1990–2000 гг. и 2000–2006 гг. преобладали изменения на участках с уклонами 10–20° – соответственно 1.9 и 1.33 км<sup>2</sup>; меньшую площадь занимали трансформации на поверхностях с уклонами 4–10° – соответственно 1.34 и 0.56 км<sup>2</sup>.



**Рис. 6.** Распределение типов изменений земного покрова в регионе по абсолютной высоте (м) за период 1990–2018 гг.

**Fig. 6.** Distribution of the types of CLC-change in the region by altitude (meters) for the period 1990–2018.

Большинство изменений земного покрова на поверхностях с уклонами  $4\text{--}10^\circ$  связано с постепенным преобразованием сельскохозяйственных угодий или искусственных лугов и пастбищ в древесно-кустарниковую или лесную растительность. На этих территориях снова наблюдается усиление антропогенного воздействия, а также серьезная угроза эрозии земель.

При анализе изменений на склонах с уклонами  $10\text{--}20^\circ$  установлено интенсивное воздействие лесного хозяйства, связанное с уничтожением лесных массивов (часть из которых естественно возобновляются) и искусственным лесоразведением,.

Анализ изменений земного покрова по ступеням **абсолютной высоты** за период 1990–2018 гг. показывает наиболее высокую долю смен в диапазонах от 200 до 600 м. На высотах более 600 м над ур. м. (низко- и среднегорья Старо-Планины) площадь трансформаций земного покрова заметно меньше (рис. 6).

Наибольшую площадь в разные периоды времени занимают изменения земного покрова в интервале абсолютных высот 500–600 м ( $8.39\text{ км}^2$ ), далее следуют интервалы высот 300–400 м ( $6.02\text{ км}^2$ ) и 400–500 м ( $5.85\text{ км}^2$ ). Таким образом, наиболее интенсивно используются в хозяйстве равнинные и холмистые ландшафты, далее по степени интенсивности использования следуют низкогорья. Это означает, что основная часть освоенных земель сосредоточена на Предбалканах; здесь же расположена большая часть обезлюдевших деревень (см. рис. 1). В диапазоне высот 400–800 м преобладающие смены связаны с трансформациями лесной растительности в переходную древесно-кустарниковую или наоборот. Раньше леса уничтожались для расширения пастбищ (в среднегорьях) или для строительства новых поселений в холмистой полосе (села Войниците, Куманите и др.). Основное последствие этой деятельности – значительное понижение верхней границы леса (местами на 200–300 м) и снижение защитных функций растительности. Так, наблюдается большой поверхностный сток с обезлесенных территорий по сравнению с территориями с ненарушенным лесным покровом.

## ВЫВОДЫ

Анализ изменений земного покрова на 205 участках исследуемой территории за период 1990–2018 гг. позволил выявить следующие закономерности:

1. По типу изменения преобладают смены “лес (лиственный, хвойный, смешанный)” – “переходная древесно-кустарниковая растительность”. Лесные природно-территориальные комплексы в регионе наиболее подвержены антропогенным воздействиям и здесь наиболее активны процессы естественного возобновления.

2. По показателю экспозиции склонов наибольшая площадь изменений приходится на склоны с южной и юго-западной экспозицией, более предпочтительные для хозяйственного использования; далее по площади изменений следуют северные склоны.

3. По показателю уклона поверхности, наибольшая площадь трансформаций приходится на участки с уклонами 4–10° и 10–20°, т.е. денудационные поверхности, склоновые ступени и пологие склоны.

4. По показателю абсолютной высоты наибольшая площадь изменений соответствует наиболее освоенным равнинным и холмистым ландшафтам, далее по площади следуют низкогорья (выше 600 м над ур. м.). Основная часть хозяйственно освоенных земель сосредоточена на Предбалканах.

5. Анализ в среде ГИС векторных слоев с изменениями земного покрова (CLC-Change 1990–2000, 2000–2006, 2006–2012, 2012–2018) для исследуемой территории дает относительно точное представление о современном состоянии ландшафтов и процессах антропогенезации и самовосстановления в последние десятилетия. Верификация баз данных полевыми исследованиями подтверждает вывод о повышенной антропогенезации исследуемой территории и протекании интенсивных процессов самовосстановления в ландшафтах.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Барталев С.А., Егоров В.А., Жарков В.О., Луян Е.А., Плотников Д.Е., Хвостиков С.А., Шабанов Н.В.* Спутниковое картографирование растительного покрова России. М.: Институт космических исследований РАН, 2016. 208 с.
2. *Беруцашвили Н.Л.* Методика ландшафтно-геофизических исследований и картографирования состояний природно-территориальных комплексов. Тбилиси, 1983. 199 с.
3. *Беруцашвили Н., Велчев А., Тодоров Н.* Ландшафтна карта на България. М. 1 : 500 000 // Сборник доклади VI конгрес на българските географи. В. Търново, 1989.
4. *Бондев И.* Растителността на България. Карта в М. 1 : 600 000 с обяснителен текст. София: УИ “Климент Охридски”, 1991. 183 с.
5. *Борисова Б.* Структурно-динамичен анализ и моделиране на ландшафтите в Радомирската котловина. Автореферат. София, 2001. 37 с.
6. *Борисова Б., Асенов А., Димитров П.* Ландшафтно разнообразие и антропогенна еволюция (хемеробност) на ландшафтите в Централна Стара планина (по примера на община Априлци и кметство Калюфер) // Сборник доклади от научна конференция с международно участие География и регионалистика в чест на проф. д-р Иван Батаклиев. 30–31 октомври 2014 г. гр., Пазарджик. София, 2014. С. 81–87.
7. *Вацева Р.* Съставяне и обновяване на карти на земното покритие и на елементите на релефа по сателитни изображения. Автореферат. София, 2005. 43 с.
8. *Вацева Р.* Интегриране на ГИС и дистанционни изследвания за анализ на промени на ландшафтите // Проблеми на географията. 2012. № 3–4. С. 5–16.
9. *Велев С., Дончев Д., Йорданова М.* Природно-технически териториални системи в България // Проблеми на географията. 1989. № 3. С. 3–12.
10. *Велчев А.* Върху някои количествени показатели за антропогенезацията на природната среда // Годишник на Софийски университет. Геолого-географски факултет. Книга 2 – География. 1997. Т. 88. С. 117–123.
11. *Велчев А., Стойчев Н.* Особенности в динамиката на някои геосистеми при резерватни условия на полигон-трансектата на Земенския ландшафтен стационар // Регионален симпозиум по проект 8 – МАБ – ЮНЕСКО 20–24.X.1980, Благоевград. Сборник материали. София: БАН, 1981. С. 250–255.

12. *Велчев А., Тодоров Н., Пенин Р.* Антропогенни изменения и нарушения на ландшафтите в Бургаската низина и тяхната диференциация и класификация // *Екология* '92. Бургас, 1992. С. 44–49.
13. *Велчев А., Пенин Р., Тодоров Н., Контева М.* Ландшафтна география на България. София, 2011. 235 с.
14. *Гиков А.* Използване на класовете на земното покритие по CORINE за оценка и картографиране на степента на антропогенизация на ландшафтите // *SENS 2008. Fourth Scientific Conference with International Participation. Space, Ecology, Nanotechnology, Safety.* 4–7 June 2008, Varna, Bulgaria. С. 119–125.
15. *Данева М.* Структурно-динамични особености и устойчивост на планинските ландшафти в НР България // *Проблеми на географията.* 1989. № 2. С. 51–59.
16. *Дончев Д., Йорданова М., Велев С.* Теоретично-методични основи на измененията на природно-техническите териториални системи (ПТТС) // *Проблеми на географията.* 1986. № 4. С. 13–22.
17. *Ермольев Ю.М., Ермольева Т.Ю., Хавлик П., Монье А., Леклер Д., Фритц С., Оберштайнэр М., Киризок С.В., Бородина Е.Н.* Методи робастного разукрупнения данных и проекций при неопределенностях: исследования изменений земельного покрова земепользования // *Кибернетика и системный анализ.* 2017. Т. 53. № 1. 2017. С. 31–41.
18. *Жекулин В.С.* Историческая география: предмет и методы. Л.: Наука, 1982. 224 с.
19. *Желев Д.* Съвременни ландшафти и антропогенизация в басейна на р. Сазлийка. Автореферат. София, 2016. 36 с.
20. *Исаченко А.Г.* Ландшафтна структура Земли, расселение, природопользование. СПб.: Изд-во С.-Петербургского университета, 2008. 318 с.
21. *Йорданова М.* Некоторые идеи к вопросу оценки антропогенного воздействия и вызванных изменений в природной среде // *Проблеми на географията.* 1995. № 4. С. 3–8.
22. *Йорданова М., Велев С.* Географски аспекти на оптимизирането на природоползването // *Известия на българското географско дружество.* 1983. Т. XXI (XXXI). С. 17–27.
23. *Йорданова М., Велев С.* Теоретични основи на изследването на проблемни територии // *Теоретични проблеми на географското познание. Сборник доклади от научна конференция, проведена на 10 и 11 септември 1993 г. в гр. Несебър. Велико Търново, 1994.* С. 85–101.
24. *Китев А., Контева М., Вацева Р., Пенин Р.* Съвременни ландшафти на северния склон на планината Славянка // *Проблеми на географията.* 2014. № 3–4. С. 94–110.
25. *Недков С., Гиков А.* Диференциация на ландшафтите по северните склонове на Средна Стара планина и Предбалкана // 30 години катедра “География” във Великотърновски университет “Св. св. Кирил и Методий”. Доклади. В. Търново, 2014. С. 28–33.
26. *Полевицкова Ю.А.* Оценка динамики изменения земного покрова с использованием данных дистанционного зондирования // *Региональные проблемы дистанционного зондирования земли. Материалы VII Международной научной конференции, Красноярск, 29 сентября–2 октября 2020 г. Красноярск, 2020.* С. 109–113.
27. *Стоянова Й.* Антропогенни изменения на ландшафтите в община Банско. Автореферат. София, 2013. 56 с.
28. *Стоянова Й., Вацева Р.* Промени на ландшафтите в община Банско за периода 1990–2006 г. по данни от дистанционни изследвания // *Проблеми на географията.* 2012. № 3–4. С. 89–100.
29. *Тодоров Н.* Приложение на ландшафтно-геофизичните изследвания при решаване на екологични проблеми // *Годишник на Софийски университет. Геолого-географски факултет. Книга 2 – География.* 1997. Т. 88. С. 189–197.
30. *Тодоров Н., Велчев А.* Еволюция на ландшафтите в района на курортен комплекс “Св. Константин и Елена” // *Годишник на Софийски университет. Геолого-географски факултет. Книга 2 – География.* 1999. Т. 89. С. 211–227.
31. *Хортатович Т.С.* Методи оценки показателей горизонтальной структуры лесов по оптическим данным дистанционного зондирования земли. Автореферат дисертации на соискание учёной степени кандидата технических наук. М., 2021. 24 с.
32. *Чолакова З., Аветисян Д., Иванова Е., Недков Р.* Съвременни ландшафти и степен на тяхната антропогенизация в част от горното поречие на р. Лом, картографирани с ГИС на базата на GPS, спътникови и наземни данни // *Екологично инженерство и опазване на околната среда.* 2012. № 4. С. 4–12.
33. *Яранов Д.* Средиземноморските земи. Географски очерк. III част // *Годишник на Софийски университет, Историко-филологически факултет.* 1941. Т. XXXVII. № 2. С. 3–153.
34. *Bracchetti L., Caroienu L., Catorci A.* Land-cover changes in a remote area of central Apennines (Italy) and management directions // *Landscape and Urban Planning* 104. 2012. S. 157–170.
35. *Burkhard B., Kroll F., Müller F., Windhorst W.* Landscapes' Capacities to Provide Ecosystem Services – a Concept for Land-Cover Based Assessments // *Landscape Online* 15. 2009. S. 1–22.
36. *Calvo-Iglesias M. S., Fra-Paleo U., Diaz-Varela R. A.* Changes in farming system and population as drivers of land cover and landscape dynamics: The case of enclosed and semi-openfield systems in Northern Galicia (Spain) // *Landscape and Urban Planning* 90. 2009. S. 168–177

37. *Jordanova M., Velev S.* Geographical Approach to Assessment of Problem Situations in Natural-Anthropogenic Systems // Проблеми на географията. 1995. № 4. С. 9–15.
38. *Lee Chun-Lin, Huang Shu-Li, Chan Shih-Liang.* Biophysical and system approaches for simulating land-use change // Landscape and Urban Planning, 86. 2008. S. 187–203.
39. *Persson A.S., Olsson O., Rundlöf M., Smith H.G.* Land use intensity and complexity – Analysis of landscape characteristics in an agricultural region in Southern Sweden // Agriculture, Ecosystems and Environment 136. 2010. S. 169–176.
40. *Riitters K., Wickham J., Wade T.* Evaluating Anthropogenic Risk of Grassland and Forest Habitat Degradation using Land-Cover Data // Landscape Online 13. 2009. S. 1–14.
41. *Seiler U., Walz U.* Rekonstruktion der Waldentwicklung aus Forsteinrichtungswerken und historischen Karten. Ein Beitrag zur Untersuchung des Landnutzungswandels in der Nationalparkregion Sächsische Schweiz // Waldökologie, Landschaftsforschung und Naturschutz – Forest Ecology, Landscape Research and Nature Conservation. Heft 14. 2014. S. 31–42.
42. *Vatseva R., Dimitrov V., Sha J., Li X., Netkov S.* Change detection of land use and land cover in coastal zones of China (Fujian) and Bulgaria using multitemporal and multiscale remote sensing data // Проблеми на географията. Книга 3–4. София, 2011. С. 67–78.
43. *Walz U.* Monitoring of landscapes change and functions in Saxony (Eastern Germany) – Methods and indicators // Ecological indicators 8. 2008. S. 807–817.
44. Национален регистър на населените места. Национален статистически институт. URL: <https://www.nsi.bg/nrm/index.php?f=9&ezik=bul> (дата обращения: 16.05.2021).
45. Номенклатура „КОРИНЕ земно покритие“. Изпълнителна агенция по околната среда. URL: [http://eea.government.bg/bg/projects/korine-14/CLC\\_Nomenclature.pdf](http://eea.government.bg/bg/projects/korine-14/CLC_Nomenclature.pdf) (дата обращения: 20.05.2021).
46. CORINE Land Cover. Pan-European. Home. URL: <https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover> (дата обращения: 20.05.2021).

### Changes in the Contemporary Landscapes of Bulgaria According to the Land Cover Data

M. Petrova\*

*“St. Cyril and St. Methodius” University of Veliko Tarnovo, Veliko Tarnovo, Bulgaria*

*\*E-mail: m.p.petrova@ts.uni-vt.bg*

The paper presents the research of contemporary landscapes of Bulgaria with the use of GIS environment of land cover vector layers, compiled according to the classification of CORINE Land Cover. The study area is located in the northern slopes of Shipchenska and Tryavnenska mountains within the catchment areas of the rivers Yantra, Belitsa and Dryanovska in Central Stara Planina. Systematization of the changes in the land cover has been made for different periods according using indicators of the type of change, surface slope, slope exposure, altitude. Vector layers with changes in the land cover (CLC-Change 1990–2000, 2000–2006, 2006–2012, 2012–2018) were generated for the studied area. Quantitative classification of the land cover changes data by various indicators was made for the period 1990–2018. The information obtained by GIS tools was verified using field research data. A total of 205 areas with transformations in the land cover have been established within the region for the period 1990–2018.

*Keywords:* anthropogenization, depopulated villages, GIS, landscape, altitude, slope exposure, surface slope, self-restoration of landscape, land cover, land use

### REFERENCES

1. Bartalev S.A., Egorov V.A., Zharkov V.O., Lupyay E.A., Plotnikov D.E., Xvostikov S.A., Shabanov N.V. Sputnikovoe kartografirovaniye rastitelnogo pokrova Rossii. M.: Institut kosmicheskix issledovanix RAN, 2016. 208 s.
2. Beruchashvili N.L. Metodika landshaftno-geofizicheskix issledovanij i kartografirovaniya sostoyanij prirodno-territorial'nyh kompleksov. Tbilisi, 1983. 199 s.
3. Beruchashvili N., Velchev A., Todorov N., Landshaftna karta na B'lgariya. M. 1 : 500 000 // Sbornik dokladi VI kongres na b'lgarskite geografi. V. T'rnovo, 1989.
4. Bondev I. Rastitelnostta na B'lgariya. Karta v M. 1 : 600 000 s obyasnitelen tekst. Sofiya: UI “Kliment Ohridski”, 1991. 183 s.

5. Borisova B. Strukturno-dinamichen analiz i modelirane na landshaftite v Radomirska kotlovina. Avtoreferat. Sofiya, 2001. 37 s.
6. Borisova B., Asenov A., Dimitrov P. Landshaftno raznoobrazie i antropogenna evolyuciya (xem-erobnost) na landshaftite v Centralna Stara planina (po primera na obshhina Aprilci i kmetstvo Kalofer) // Sbornik dokladi ot nauchna konferenciya s mezhdunarodno uchastie Geografiya i regionalistika v chest na prof. d-r Ivan Batakliiev. 30–31 oktombri 2014 g. gr., Pazardzhik. Sofiya, 2014. S. 81–87.
7. Vaceva R. S'tavayane i obnovyavane na karti na zemnoto pokritie i na elementite na relefa po satelitni izobrazheniya. Avtoreferat. Sofiya., 2005. 43 s.
8. Vaceva R. Integrirane na GIS i distancionni izsledvaniya za analiz na promeni na landshaftite // Problemi na geografiyata. 2012. № 3–4. S. 5–16.
9. Velev S., Donchev D., Jordanova M. Prirodno-tehnicheski teritorialni sistemi v B'lgariya // Problemi na geografiyata. 1989. № 3. S. 3–12.
10. Velchev A. V' rhu nyakoi kolichestveni pokazateli za antropogenizatsiyata na prirodната sreda // Godishnik na Sofijski universitet. Geologo-geografski fakultet. Kniga 2 – Geografiya. 1997. T. 88. S. 117–123.
11. Velchev A., Stojchev N. Osobnosti v dinamikata na nyakoi geosistemi pri rezervatni usloviya na poligon-transekata na Zemenskiya landshaften stacionar // Regionalen simpozium po proekt 8 – MAB – YuNESKO 20–24.X.1980, Blagoevgrad. Sbornik materiali. Sofiya: BAN, 1981. S. 250–255.
12. Velchev A., Todorov N., Penin R. Antropogenni izmeneniya i narusheniya na landshaftite v Burgaskata nizina i tyaxnata diferenciatsiya i klasifikatsiya // Ekologiya' 92. Burgas, 1992. S. 44–49.
13. Velchev A., Penin R., Todorov N., Konteva M. Landshaftna geografiya na B'lgariya. Sofiya, 2011. 235 s.
14. Gikov A. Ispolzovane na klasovete na zemnoto pokritie po CORINE za ochenka i kartografirane na stepenta na antropogenizatsiya na landshaftite // SENS 2008. Fourth Scientific Conference with International Participation. Space, Ecology, Nanotechnology, Safety. 4–7 June 2008, Varna, Bulgaria. S. 119–125.
15. Daneva M. Strukturno-dinamichni osobnosti i ustojchivost na planinskite landshafti v NR B'lgariya // Problemi na geografiyata. 1989. № 2. S. 51–59.
16. Donchev D., Jordanova M., Velev S. Teoretichno-metodichni osnovi na izmeneniya na prirodno-texnicheskite teritorialni sistemi (PTTS) // Problemi na geografiyata. 1986. № 4. S. 13–22.
17. Ermol'ev Yu.M., Ermol'eva T.Yu., Havlik P., Mon'e A., Lekler D., Fritcz S., Obershtajner M., Kirizyuk S.V., Borodina E.N. Metody robnastnogo razukrupneniya dannyh i proekcij pri neopredelenostyah: issledovaniya izmenenij zemel'nogo pokrova zemepol'zovaniya // Kibernetika i sistemnyy analiz. 2017. T. 53. № 1. 2017. S. 31–41.
18. Zhekulin V. S. Istoricheskaya geografiya: predmet i metody. L.: Nauka, 1982. 224 s.
19. Zhelev D. S'vremenni landshafti i antropogenizatsiya v basejna na r. Sazlijka. Avtoreferat. Sofiya, 2016. 36 s.
20. Isachenko A.G. Landshaftnaya struktura Zemli, rasselenie, prirodopol'zovanie. SPb.: Izd-vo S.-Peterburgskogo universiteta, 2008. 318 s.
21. Jordanova M. Nekotorye idei k voprosu ochenki antropogennogo vozdejstviya i vyzvannyh izmenenij v prirodnoj srede // Problemi na geografiyata. 1995. № 4. S. 3–8.
22. Jordanova M., Velev S. Geografski aspekti na optimiziraneto na prirodopolzvaneto // Izvestiya na b'lgarskoto geografsko druzhestvo. 1983. T. XXI (XXXI). S. 17–27.
23. Jordanova M., Velev S. Teoretichni osnovi na izsledvaneto na problemni teritorii // Teoretichni problemi na geografското poznanie. Sbornik dokladi ot nauchna konferenciya, provedena na 10 i 11 septemvri 1993 g. v gr. Neseb'r. Veliko T'rnovo, 1994. S. 85–101.
24. Kitev A., Konteva M., Vaceva R., Penin R. S'vremenni landshafti na severniya sklon na planinata Slavyanka // Problemi na geografiyata. 2014. № 3–4. S. 94–110.
25. Nedkov S., Gikov A. Diferenciatsiya na landshaftite po severnite sklonove na Sredna Stara planina i Predbalkana. // 30 godini katedra "Geografiya" v'v Velikot'rnovski universitet "Sv. sv. Kiril i Metodij". Dokladi. V. T'rnovo, 2014. S. 28–33.
26. Polevshhikova Yu.A. Ochenka dinamiki izmeneniya zemnogo pokrova s izpol'zovaniem dannyh distancionnogo zondirovaniya // Regional'nye problemy distancionnogo zondirovaniya zemli. Materialy VII Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii, Krasnoyarsk, 29 sentyabrya–2 oktyabrya 2020 g. Krasnoyarsk, 2020. S. 109–113.
27. Stoyanova J. Antropogenni izmeneniya na landshaftite v obshhina Bansko. Avtoreferat. Sofiya, 2013. 56 s.
28. Stoyanova J., Vaceva R. Promeni na landshaftite v obshhina Bansko za perioda 1990–2006 g. po danni ot distancionni izsledvaniya // Problemi na geografiyata. 2012. № 3–4. S. 89–100.
29. Todorov N. Prilozhenie na landshaftno-geofizichnite izsledvaniya pri reshavane na ekologichni problemi // Godishnik na Sofijski universitet. Geologo-geografski fakultet. Kniga 2 – Geografiya. 1997. T. 88. S. 189–197.

30. Todorov N., Velchev A. Evolyuciya na landshaftite v rajona na kurorten kompleks "Sv. Konstantin i Elena" // Godishnik na Sofijski universitet. Geologo-geografski fakultet. Kniga 2 – Geografiya. 1999. T. 89. S. 211–227.
31. Xortatovich T.S. Metody ocenki pokazatelej gorizontalnoj struktury lesov po opticheskim dann'm distancionnogo zondirovaniya zemli. Avtoreferat disertacii na soiskanie uchyonoj stepeni kandidata texnicheskix nauk. M., 2021. 24 s.
32. Cholakova Z., Avetisyan D., Ivanova E., Nedkov R. S''vremenni landshafti i stepen na tyaxnata antropogenizaciya v chast ot gornoto porechie na r. Lom, kartografirani s GIS na bazata na GPS, sp''tnikovi i nazemni dannii // Ekologichno inzhenerstvo i opazvane na okolnata sreda. 2012. № 4. S. 4–12.
33. Yaranov D. Sredizemnomorskite zemi. Geografski ocherk. III chast // Godishnik na Sofijski universitet, Istoriko-filologicheski fakultet. 1941. T. XXXVII. № 2. S. 3–153.
34. Bracchettia L., Carotenuto L., Catorci A. Land-cover changes in a remote area of central Apennines (Italy) and management directions // Landscape and Urban Planning 104. 2012. S. 157–170.
35. Burkhard B., Kroll F., Müller F., Windhorst W. Landscapes' Capacities to Provide Ecosystem Services – a Concept for Land-Cover Based Assessments // Landscape Online 15. 2009. S. 1–22.
36. Calvo-Iglesias M. S., Fra-Paleo U., Diaz-Varela R. A. Changes in farming system and population as drivers of land cover and landscape dynamics: The case of enclosed and semi-openfield systems in Northern Galicia (Spain) // Landscape and Urban Planning 90. 2009. S. 168–177.
37. Jordanova M., Velev S. Geographical Approach to Assessment of Problem Situations in Natural-Anthropogenic Systems // Problemi na geografiyata. 1995. № 4. S. 9–15.
38. Lee Chun-Lin, Huang Shu-Li, Chan Shih-Liang. Biophysical and system approaches for simulating land-use change // Landscape and Urban Planning, 86. 2008. S. 187–203.
39. Persson A.S., Olsson O., Rundlöf M., Smith H.G. Land use intensity and complexity – Analysis of landscape characteristics in an agricultural region in Southern Sweden // Agriculture, Ecosystems and Environment 136. 2010. S. 169–176.
40. Riitters K., Wickham J., Wade T. Evaluating Anthropogenic Risk of Grassland and Forest Habitat Degradation using Land-Cover Data // Landscape Online 13. 2009. S. 1–14.
41. Seiler U., Walz U. Rekonstruktion der Waldentwicklung aus Forsteinrichtungswerken und historischen Karten. Ein Beitrag zur Untersuchung des Landnutzungswandels in der Nationalparkregion Sächsische Schweiz. // Waldökologie, Landschaftsforschung und Naturschutz – Forest Ecology, Landscape Research and Nature Conservation. Heft 14. 2014. S. 31–42.
42. Vatsheva R., Dimitrov V., Sha J., Li X., Netkov S. Change detection of land use and land cover in coastal zones of China (Fujian) and Bulgaria using multitemporal and multiscale remote sensing data // Problemi na geografiyata. Kniga 3–4. Sofiya, 2011. S. 67–78.
43. Walz U. Monitoring of landscapes change and functions in Saxony (Eastern Germany) – Methods and indicators // Ecological indicators 8. 2008. S. 807–817.
44. Nacionalen regist'r na naselenite mesta. Nacionalen statisticheski institut. URL: <https://www.nsi.bg/nrrnm/index.php?f=9&ezik=bul> (data obrashheniya: 16.05.2021).
45. Nomenklatura "KORINE zemno pokritie". Izp'initelna agenciya po okolnata sreda. URL: [http://eea.government.bg/bg/projects/korine-14/CLC\\_Nomenclature.pdf](http://eea.government.bg/bg/projects/korine-14/CLC_Nomenclature.pdf) (data obrashheniya: 20.05.2021).
46. CORINE Land Cover. Pan-European. Home. URL: <https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover> (data obrashheniya: 20.05.2021).