

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА  
ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

*На правах рукописи*

**Лозбенева Элина Алексеевна**

**Оценка эстетических свойств ландшафтов методами дистанционного зондирования при организации геопарков (на примере «Белоградчишских скал», Болгария)**

Специальность 1.6.21 – Геоэкология (по географическим наукам)

**ДИССЕРТАЦИЯ**  
на соискание ученой степени  
кандидата географических наук

Научный руководитель:  
Кандидат географических наук, доцент  
Калуцкова Наталия Николаевна

Москва – 2024

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	<b>3</b>
<b>ГЛАВА 1. РАЗВИТИЕ ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИХ ОСНОВ ОЦЕНКИ ЭСТЕТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЛАНДШАФТА</b> .....	<b>8</b>
1.1. Становление современных представлений об эстетике ландшафта.....	8
1.2. Формирование методических подходов оценки эстетических свойств ландшафта ..	26
1.3. Основные понятия эстетики ландшафта .....	17
<b>ГЛАВА 2. ТЕРРИТОРИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ: ПЛАНИРУЕМЫЙ ГЕОПАРК «БЕЛОГРАДЧИШСКИЕ СКАЛЫ»</b> .....	<b>30</b>
2.1. Концепция геопарка: определение, задачи и критерии .....	30
2.2. Физико-географическая характеристика территории планируемого геопарка.....	36
2.2.1. Геолого-геоморфологическое устройство .....	36
2.2.2. Климатические особенности региона.....	38
2.2.3. Гидрологические особенности региона .....	39
2.2.4. Почвенный покров региона .....	40
2.2.5. Растительный покров региона.....	44
2.2.6. Ландшафтная структура территории планируемого геопарка.....	47
<b>ГЛАВА 3. МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЭСТЕТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЛАНДШАФТОВ</b> .....	<b>56</b>
3.1. Полевые исследования эстетических свойств ландшафтов .....	57
3.2. Оценка эстетических свойств ландшафтов с использованием ГИС-технологий .....	66
3.3. Сравнение результатов полевых исследований с данными ГИС-оценки.....	89
<b>ГЛАВА 4. ЛАНДШАФТНО-ЭСТЕТИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ ПРИРОДНОЙ ДОСТОПРИМЕЧАТЕЛЬНОСТИ «БЕЛОГРАДЧИШСКИЕ СКАЛЫ»</b> .....	<b>91</b>
4.1. Пространственно-точечная оценка эстетических свойств территории на основе ГИС-технологий .....	91
4.2. Эстетическая классификация ПТК исследуемой территории .....	94
<b>ГЛАВА 5. ОПТИМИЗАЦИЯ ТУРИСТСКО-РЕКРЕАЦИОННЫХ МАРШРУТОВ БЕЛОГРАДЧИШСКИХ СКАЛ</b> .....	<b>111</b>
5.1. Подбор критериев для оптимальной организации туристско-рекреационных маршрутов .....	111
5.1.1. Оценка общей проходимости туристско-рекреационных маршрутов.....	113
5.1.2. Оценка ландшафтного разнообразия и эстетической привлекательности туристско-рекреационных маршрутов .....	120
5.2. Автоматизация построения туристско-рекреационных маршрутов с применением ДДЗ.....	126
5.3. Сравнение конфигурации функционирующих и смоделированных туристско-рекреационных маршрутов.....	134
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b> .....	<b>143</b>
<b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ</b> .....	<b>145</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЯ</b> .....	<b>172</b>

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность исследования.** Научные исследования в области эстетики ландшафтов начали развиваться в нашей стране с 70-х гг. XX в., когда были предложены системы элементарных визуальных показателей, позволяющих минимизировать субъективность в эстетических оценках ландшафта. На современном этапе интенсивного развития ГИС-технологий впервые появляется возможность смоделировать восприятие ландшафта в любой точке исследуемой территории путем автоматизированной обработки элементарных визуальных показателей. Комбинирование данных дистанционного зондирования (ДДЗ) космической съемки Landsat-8 с данными сверхдетальной аэрофотосъемки с беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) DJI Phantom 4 Pro и DJI Mavic Pro позволяют охватывать всю исследуемую территорию, что затруднительно сделать традиционными полевыми исследованиями.

Актуальность данного исследования заключается в реализации потенциала использования дистанционных методов автоматизированной оценки эстетических свойств ландшафтов на примере территории планируемого геопарка «Белоградчишские Скалы» (Болгария). Применение разработанных методов позволило определить эстетическую привлекательность любой точки в пределах территорий с большим площадным охватом, что затруднительно сделать методами полевых маршрутов. Практический результат исследования заключается в оптимизации сети туристско-рекреационных маршрутов на территории планируемого геопарка.

**Цель исследования** – оценка эстетических свойств природных территориальных комплексов методами дистанционного зондирования для реализации рекреационного потенциала геопарков на примере ядра планируемого геопарка «Белоградчишские скалы». Для достижения поставленной цели последовательно решались следующие **задачи**:

1. Разработать геоинформационные алгоритмы для оценки элементарных эстетических показателей на основе ДДЗ и данных аэрофотосъемки с БПЛА более высокого пространственного разрешения;
2. Определить эстетическую ценность ПТК на основе разработанных геоинформационных алгоритмов;
3. Выявить пространственные закономерности визуально-эстетической оценки типов ПТК;
4. Провести оптимизацию существующей сети туристско-рекреационных маршрутов на территории планируемого геопарка «Белоградчишские скалы».

**Объект исследования** – ландшафты планируемого геопарка «Белоградчишские скалы» (Северо-Западная Болгария). **Предмет исследования** – эстетические свойства природных комплексов планируемого геопарка.

**Методология исследования.** В работе используется понятийная база и терминология, общие подходы и авторские методики, разработанные в рамках учений об эстетике ландшафта и методов ее оценки (Ю.А. Веденин, В.С. Преображенский, К.И. Эрингис, Л.И. Мухина, М.Ю. Фролова, В.А. Николаев), оценки аттрактивности геоморфологических объектов (А.В. Бредихин, Ю.П. Супруненко, Э.А. Лихачева, А.В. Кириллова), цифрового картографирования и моделирования на основе геоинформационных технологий пространственного анализа (Д.А. Дирин, И.Н. Ротанова, Е.Ю. Колбовский, А.Ю. Бибаева, М. Zuhlaili Teh, Y. Wu) и с использованием БПЛА (С. Hackney, J. Othman, P. Cwiakala).

**Материалы и методы исследования.** В рамках комплексного подхода к оценке эстетических свойств ландшафтов и оптимизации туристско-рекреационных маршрутов использовались материалы собственных ландшафтных описаний; картографические данные о рельефе, почвенно-растительном покрове и др.; результаты натурных исследований, полученные в ходе проведения эстетической оценки вдоль туристско-рекреационных маршрутов (GPS-треки, результаты балльной оценки эстетических показателей); данные аэрофотосъемки с БПЛА DJI Phantom 4 Pro (с высоты 400 м) и DJI Mavic Pro (с высоты 100 м); космические снимки Landsat-8 OLI; а также цифровая модель рельефа SRTM DEM (с разрешением 30 м) с порталов геопространственных данных Earth Explorer, Libra. В работе использовались следующие методы: полевой, сравнительно-географический, картографический, геоинформационный и статистический. Для эстетических свойств ландшафтов использовалась традиционная методика детального эколого-эстетического исследования ландшафтов К.И. Эрингиса и А.-Р.А. Будрюнаса, которая была адаптирована с учетом природных особенностей территории исследования. Геоинформационный анализ данных эстетической оценки, моделирование туристско-рекреационных маршрутов, а также визуализация полученных результатов проводились на основе программных обеспечений Esri ArcGIS 10.6/10.8, QGIS 3.22.3, SAGA GIS 7.8.2. и Agisoft Metashape.

**Положения, выносимые на защиту:**

1. На основе ДДЗ и данных аэрофотосъемки с БПЛА более высокого разрешения разработаны геоинформационные алгоритмы выделения показателей для визуально-эстетической оценки территории, которые подтверждаются данными полевых

маршрутных исследований. Это дает возможность провести визуально-эстетическую оценку любой обзорной точки исследуемой территории.

2. Эстетическая ценность ландшафта определяется визуальными свойствами его морфологических частей – урочищ. Особенностью исследованной территории является преобладание урочищ как самой высокой, так и самой низкой эстетической ценности (34 и 35%, соответственно), урочища с высокой и средней степенью эстетической ценности занимают подчиненное положение.
3. Выявлены основные параметры, влияющие на эстетическое восприятие ПТК. К ним относятся высотный уровень, степень сомкнутости древостоя и позиция по отношению к соседним ПТК. Статистический анализ показал, что типы ПТК могут существенно отличаться визуально-эстетическими свойствами в зависимости от этих параметров, что дает основание для выделения их подтипов.
4. Существующая система туристско-рекреационных троп в целом отвечает модели оптимизации маршрутов, которая сбалансировано учитывает 10 критериев, среди которых наибольший вес имеют эстетические свойства ПТК, ландшафтное разнообразие, наличие аттрактивных природных и историко-культурных объектов и комфортность передвижения для разных целевых групп туристов.

**Научная новизна работы.** Впервые была проведена полная площадная оценка визуально-эстетической ценности ландшафта на примере природной достопримечательности Белоградчишские скалы. Проведена оценка каждого ПТК в пределах ландшафта по их вкладу в общее эстетическое восприятие территории. Выявлены параметры, влияющие на эстетическое восприятие ландшафта. Сравнение результатов полевых наблюдений и данных ГИС-анализа подтвердило, что полученные результаты автоматизированной оценки хорошо соответствуют данным полевых наблюдений на местности, что дало возможность смоделировать эстетическое восприятие ландшафтов с любой точки в пределах исследуемой территории. Таким образом, становится возможным впервые провести эстетическую оценку всей территории, а не по отдельным маршрутам или обзорным точкам. Авторская модель оптимизации туристско-рекреационных маршрутов позволила оценить качество сети существующих маршрутов с учетом результатов оценки эстетической привлекательности и ряда вспомогательных критериев, характеризующих условия передвижения на сложной местности.

**Научно-практическая значимость.** Эстетические свойства ландшафта определяются эстетической ценностью его составных морфологических частей. Доказано, что каждый ПТК имеет собственную эстетическую ценность в зависимости от трех основных параметров: высотный уровень, степени сомкнутости древостоя и позиции по

отношению к соседним ПТК. Применение результатов данного исследования позволяет значительно повышать визуально-эстетические качества ландшафта практическими методами. Полученные результаты ГИС-анализа с применением разработанных алгоритмов для оценки эстетических показателей подтвердили, что данный метод оценки позволяет произвести расчет многих визуальных показателей с хорошим соответствием с данными полевых исследований. Это может быть использовано для оптимизации существующей сети туристско-рекреационных маршрутов, а также организации новых маршрутов, охватывающих наиболее привлекательные обзорные точки. С 2021 г. на кафедре физической географии и ландшафтоведения автором проводятся семинары курса «Эстетика ландшафта и методы ее оценки».

**Степень достоверности, апробация результатов и публикации.** По теме диссертации опубликовано 11 статей, из которых 5 статей входят в перечень рецензируемых научных изданий в базах данных Scopus, Web of Science и RSCI. Методы оценки ландшафтного разнообразия с использованием ГИС приводятся на примере туристических маршрутов в пределах Катон-Карагайского национального парка (Казахстан) в статье (Шеремет, Калущкова, 2020) с вкладом автора 75%. Общий обзор методических подходов ландшафтно-эстетической оценки рассматривается в авторской работе (Лозбенева, 2022). Особое внимание было уделено геоинформационным методам оценки эстетических свойств ландшафтов, которые разрабатывались на примере ядра планируемого геопарка «Белоградчишские скалы» (Шеремет и др., 2020; Шеремет и др., 2021). Основополагающий вклад в работах принадлежит соискателю – 60 %. Апробация методики эстетической оценки ландшафтов на основе ГИС-моделей представлена на примере территории музея-заповедника «Куликово поле» в России (Калущкова, Лозбенева, 2022) с вкладом автора 45%. Результаты исследования доложены на 14 научных и научно-практических конференциях, в том числе на международных: Oxford Geoheritage Virtual Conference (Oxford, 2020); 1st IALE-Russia International Online Conference «Landscape Science and Landscape Ecology: Considering Responses to Global Challenges» (Москва, 2020); 9th Conference of the European Society for the History of Science (Bologna, 2020); Евразийский молодежный Форум «Евразия – пространство сотрудничества, мира и согласия» (Нур-Султан, 2021); II International scientific conference landscape dimensions of sustainable development: Science – CartoGIS – Planning – Governance (Tbilisi, 2022); I Белорусский географический конгресс (Минск, 2024).

**Личный вклад автора.** Автор принимал участие в полевых исследованиях на территории проектируемого геопарка «Белоградчишские скалы» в летние сезоны 2016 и 2019 годов. В ходе исследования проводилась оценка эстетических показателей с обзорных

точек, а также аэрофотосъемка с БПЛА в пределах природной достопримечательности Белоградчишские скалы и вдоль туристско-рекреационных маршрутов. В ходе камеральной работы производилась обработка данных аэрофотосъемки для углубленного морфометрического анализа территории исследования, а также разрабатывалась авторская методика оценки отдельных эстетических показателей и оптимизации туристических маршрутов с использованием ГИС-технологий.

**Структура и объем работы.** Работа состоит из содержания, введения, 5 глав, заключения, списка литературы и приложения. Полный текст работы изложен на 195 страницах, включает 14 таблиц, 79 рисунков и 22 приложения. Библиографический список содержит 363 литературных источника, из них 164 на английском языке.

**Благодарности.** Автор выражает особую благодарность: научному руководителю – к.г.н., доц. Н.Н. Калуцковой за постоянную поддержку в ходе проведения полевых исследований, подготовку научных статей и текста диссертации; к.г.н. Н.М. Дронину и к.г.н., доц. В.С. Дехничу за ценные советы и замечания; к.г.н. А.А. Медведеву за помощь в проведении аэрофотосъемки с БПЛА; а также мэрии г. Белоградчик (Болгария) за предоставленную возможность проведения в летний сезон 2016 и 2019 гг. полевых исследований и аэрофотосъемки.

# ГЛАВА 1. РАЗВИТИЕ ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИХ ОСНОВ ОЦЕНКИ ЭСТЕТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЛАНДШАФТА

## 1.1. Становление современных представлений об эстетике ландшафта

Формирование современных представлений об эстетике природы имеет определенные этапы, в рамках которых шло выявление и анализ философских основ понятия красоты природы. Наиболее ранние представления, на основе которых во многом базируются современные философские взгляды красоты окружающей природы, можно отнести к первой половине XVIII в. На формирование представлений об эстетике природы того времени главным образом оказало влияние художественное видение и анализ красоты природы, определившее в дальнейшем развитие эстетики ландшафта. Впервые термин «эстетика» («aesthetica») был введен в научный оборот в 1735 году немецким философом А. Баумгартеном (Баумгартен, 1964). В его работах были заложены основы эстетики как науки о чувственном познании и восприятии окружающего мира, а именно процесса формирования эмоционально-чувственного сознания человека (Нарский, 1985).

В начале XVIII в. начинают появляться трактаты о сущности природной красоты, особенностях эстетического отношения к природе с концентрацией внимания на трех эстетических категориях: «прекрасное», «возвышенное» и «живописное». Первые размышления о «прекрасном» и природе как гармоническом целом представлены в работах Э. Шефтсбери «Характеристика людей, манер, мнений и времен» (1711), Ф. Хатчесона «Исследование о красоте, порядке, гармонии и замысле» (1725), В. Хогарта «Анализ красоты» (1753), Э. Бёрка «Философское исследование о происхождении наших идей возвышенного и прекрасного» (1757), А. Алисона «Очерки о природе и принципах вкуса» (1790). Из этих работ наибольшее влияние на современников оказала указанная работа Э. Бёрка, в которой им был сделан довольно подробный анализ «прекрасного» и «возвышенного» в природе. По его мнению, «...красота природы – это явление, воспринимаемое чувством, а не разумом...» (Бёрк, 1979, с. 107). И поэтому она всегда будет восприниматься внезапным проявлением эмоций у наблюдателя. Сходная трактовка философии красоты природы раскрывается в работах Д. Юма, который, как и Бёрк, рассматривал красоту в субъективистских терминах. Как отмечает П.С. Гуревич, Юм указывает, что наблюдатель акцентирует свое внимание на определенных свойствах объектов в природе – единстве, пропорции, разнообразии и однородности, и др. Однако эти свойства не определяют общее понятие красоты, а лишь создают условия для ее визуального восприятия (Гуревич, 2011).



На вторую половину XVIII в. приходится расцвет эстетической концепции «живописного» в природе (Колбовский, 2011). В работах английских архитекторов У. Кента, Л. Брауна, Х. Рептона отмечается, что «живописное» тесно связано с пейзажем и представляет собой способ видения и общения человека с окружающей природой. Эстетическое восприятие окружающего мира, как некоего живописного целого, а также первые представления о прекрасной «дикости» природы подробно раскрываются в работах У. Гилпина «Три очерка: о живописной красоте, ...» (1792), Р. Найта «Пейзаж» (1794), Ю. Прайса «Эссе о живописном» (1794) и У. Хэзлита «О живописном и идеальном» (1821). Основными результатами деятельности ученых этого периода стало введение в научную терминологию понятия «picturesque beauty» (с англ. «живописная красота»), которое можно трактовать как главный объект впечатления и эмоционального восприятия среды путешественниками. Так, например, в указанном ранее трактате У. Хэзлита подчеркивается, что «живописным» в открывающемся пейзаже является то, что выделяется и концентрирует внимание наблюдателя (Хэзлит, 2010).

Особое место в формировании эстетических представлений красоты природы в конце XVIII века занимают работы И. Канта. Так, в труде «Критика чистого разума», изданном в 1781 года, под определением «природы» И. Кант понимает совокупность тел и явлений, которые находятся в постоянной взаимосвязи друг с другом, а также объединенные в единое целое в пространстве и времени. Согласно данной концепции, осознание прекрасного в природе зависит от морально-нравственных чувств каждого наблюдателя, отвечающих за формирование общего эстетического восприятия (Кант, 2019). В более позднем труде «Критика способности суждения» 1790 года Кант рассматривает природу в ключе модельного объекта эстетического познания. По его мнению, процесс познания объекта («объективной реальности») протекает через индивидуальные способности психологического восприятия самим субъектом. Он утверждает, что только дикая природа способна сформировать правильные навыки натуралистического восприятия (Кант, 2020).

Эстетические представления о природе, описываемые в работах И. Канта, высоко оценивались его современником И. Гёте. Современный исследователь Т.А. Акиндинова указывает, что в отличие от Канта, И. Гёте видит существенные отличия в характере самой трактовки понятия красоты природы (Акиндинова, 2013). В работе «Природа» 1783 года Гёте утверждает объективность красоты, так как именно природа выступает в качестве творца прекрасного всех предметов и явлений. По его мнению, окружающая нас красота должна выступать основным фактором, формирующим чувства эстетичности у наблюдателя и оказывающим благотворное влияние на его духовное состояние (Гёте, 1964).

В другом труде, «Максимы и рефлексии» 1833 года, особое внимание Гёте уделяет «прекрасному». В этой работе им представлена оригинальная эстетическая концепция, содержание которой строится на признании объективных свойств красоты. И. Гёте выражает природу через «прекрасное», тем самым отмечая, что эти два понятия концептуально взаимосвязаны друг с другом: «прекрасное» – это объективное свойство природы (Гёте, 1980).

Еще одним крупным философом, в трудах которого раскрывается проблема эстетического понимания природы, стал Г. Гегель. В своих работах Г. Гегель не изолирует эстетическое восприятие от процесса познания, а определяет его как непосредственное чувственное познание. Он отмечает, что именно от опыта и знаний человека зависит полнота восприятия природы (Гегель, 2018). В свою очередь, это оказывает существенное влияние на развитие способностей чувствовать и осознавать эстетическую ценность природы. Ко всем чувственным ощущениям он предлагает добавить «внутреннее чувство», через которое проявляется способность порождать ранее увиденные образы. Таким образом, чем богаче эмоциональные впечатления наблюдателя, тем глубже процесс эстетического восприятия (Гегель, 1968).

Данный период философского анализа красоты природы был ориентирован на осмысление прекрасного, которое затрагивало субъективные способности наблюдателя. Большая часть работ рассматривает прекрасное в природе в ключе истинного «чувственного явления», постигаемого через определенную форму и образ созерцания с учетом индивидуальных качеств личности. Таким образом, прекрасное является некой непостоянной категорией, описывающей воспринимаемый объект через призму субъекта восприятия. Очевидным недостатком при анализе прекрасного выступало отсутствие критериев оценки красоты природы. На это особое внимание обратил Г. Гегель, отмечая, что «представления о красоте природы слишком неопределенны, в этой области мы лишены критерия...» (Гегель, 2018, с. 10).

Несмотря на довольно продолжительную историю философского осмысления красоты, новый этап, направленный на изучение эстетических качеств природы, начинается с середины XIX в. Базовые научные представления эстетики ландшафта были заложены в работах А. Гумбольдта. В своем труде «Картины природы» 1808 года он развивает концепцию целостного восприятия природы, а именно закономерной взаимосвязи всех природных явлений и ее отдельных компонентов (Гумбольдт, 1959). Последующее развитие данной идеи прослеживается в работе «Космос» 1845 года. В работе отмечается, что любая попытка разделения природы на отдельные составляющие может привести к необратимой утрате восприятия ее гармонии и красоты: «для разумного созерцания,

природа есть единство во множестве, соединение разнообразного по форме и составу...» (Гумбольдт, 1862, с. 3). Именно он ввел одно из первых представлений о ландшафте, понимая под ним визуально воспринимаемую и эстетически оцениваемую красоту окружающей среды. По его мнению, природу невозможно постичь без сопряжения научных методов с приемами искусства и ландшафтной (пейзажной) живописи (Гумбольдт, 1959). Как и Г. Гегель, Гумбольдт убежден в том, что путь к прекрасному лежит через знание наблюдателя, а точное понимание закономерностей в природе углубляет его эстетическое восприятие.

Во второй половине XIX в. предпринимаются первые попытки исследования губительного воздействия человека на окружающую среду. Анализ гармоничного взаимодействия человека и природы раскрывается в работе Дж. Марша «Человек и природа, или влияние человека на изменение физико-географических условий природы». Дж. Марш отмечает то, что именно антропогенное воздействие все больше способствует разрушению естественной красоты природы (Марш, 1866). В конце столетия данную идею развивает Д. Мур в работе «Близ панорамы Высокой Сьерры». Автор называет естественную окружающую среду (дикую природу) эстетически ценной для общества и будущего поколения, а все, что подверглось вмешательству рук человека, – уродливым (Muir, 1894).

На рубеже XIX – XX веков начинается формирование представлений об эстетике природы в Российской науке. В ранней истории отечественного ландшафтоведения был краткий период, когда географы считали, что предметом географии являются пейзажи. В это время эстетическая ценность ландшафтов оказалась в сфере внимания геолога А.П. Нечаева, географов А.А. Борзова, В.П. Семёнова-Тян-Шанского, Л.С. Берга. В своих работах они пытались показать, что пейзажи можно исследовать научными методами.

А.П. Нечаев свой труд «Картины Родины» адресует широкой публике, отдельно выделяя художников-пейзажистов, «для которых истолкование типичных ландшафтов нашей страны представляет несомненное значение» (Нечаев, 1905, с. 4). Также он указывает, что ландшафты слагают видимые элементы: «все, что находится на поверхности земли – камни, вода, растения, животные, человек, с его деятельностью, – все принимает участие в создании ландшафта» (Нечаев, 1905, с. 8).

В фундаментальном труде В.П. Семёнова-Тян-Шанского «Район и страна» большое внимание уделялось изучению связей между географией и наукой, эстетикой и искусством, в основе которых заложена красота пейзажа. В данной работе он указывал, что «...пейзаж имеет колоссальное, преобладающее значение для географической науки, так как она вся основана на зрительных впечатлениях...» (Семенов-Тян-Шанский, 1928, с. 226). Красота

природы оценивается посредством восприятия, через которое наблюдатель получает эстетическое вдохновение и наслаждение.

К сожалению, развитие данного направления в то время не получило должного внимания. Так, в 1925 году выдающийся отечественный географ Л.С. Берг первым предложил отказаться от пейзажных представлений на том основании, что «термин «ландшафт» выглядит слишком узким... Он не подходит нам из-за его слишком сильной ассоциации с термином «пейзаж» (Берг, 1925, с. 5). Таким образом, для Л.С. Берга два термина – «ландшафт» и «пейзаж» – представлялись тождественными. Однако в европейской культуре в зависимости от контекста термин «ландшафт» воспринимался и как пейзаж, и как некая характерная местность в природных границах.

Формирование эстетического подхода к восприятию красоты природы начинается в начале XX века. Основателем направления эстетики ландшафта в географии принято считать немецкого географа А. Геттнера. Именно он впервые предложил выделить «эстетическую географию» в качестве нового научного направления внутри общей географии. В своей работе «География: ее история, сущность и методы» он приводит термин «эстетическая география», который «взвешивает эстетическую ценность и красоту...» различных ландшафтов и местностей (Геттнер, 1930, с. 140). Одним из фундаментальных вопросов данного направления является вопрос об объективности оценки эстетической ценности ландшафтов. А. Геттнер отмечает, что в первую очередь необходимо решить «...существуют ли вечные эстетические ценности, или же различие и изменчивость указывают на то, что происхождение их субъективно, поэтому эстетическая оценка ландшафта всегда возможна только с какой-нибудь определенной точки зрения» (Геттнер, 1930, с. 141). Кроме этого, он рассматривает главные различия между эстетической географией и искусством географических описаний, заложив тем самым одну из первых методологических основ исследования эстетической ценности территории. Таким образом, задача эстетической географии заключается не только в образном воспроизведении изучаемого объекта, но и в изучение и оценке его эстетических свойств и качеств как особого ландшафтного ресурса, представляющего немалую значимость для духовного и физического здоровья человека.

Активное развитие идей А. Геттнера прослеживается в работах ученых французской национальной школы «географии человека». Основателем данной школы был П.В. де ла Блаш, который сформировал главные принципы географического possibilisme – направления в географии, которое рассматривало географическую среду в качестве ограничивающего и изменяющего деятельность человека начала (Блаш, 2021). Последователи П.В. де ла Блаша – Э. Мартон, О. Бернар, Р. Бланшар, А. Боли, Л. Галуа, А.

Деманжон, Ж. Брюн, П. Дефонтен и др. – не только развили его научные идеи, но и нашли им практическое применение в своих географических исследованиях. Они заложили устойчивые научные представления о французском «пейзаже» («ландшафте») – основном объекте исследования французской пейзажной школы, доминирующей в эстетической географии вплоть до середины XX в. Под «пейзажем» было принято понимать охватываемую взглядом картину, строящуюся не на основе объективного восприятия существующего природного территориального комплекса, а на основе субъективного восприятия самого наблюдателя (Мухина, 2014). Кроме этого, французской пейзажной школе принадлежит заслуга и в гуманизации направления эстетической географии. Так, например, из-за различий групп населения, отличающихся между собой особенностями пространственного восприятия пейзажа, было предложено ввести «культурный код», который позволял определить ландшафтно-эстетические предпочтения каждого наблюдателя (Девдариани, Рубцова, 2019).

В процессе исследования пространственного восприятия окружающей природной среды ученые пришли к оценке эстетической привлекательности ландшафта. Во-первых, научная идея выстраивалась на непосредственном определении наиболее и наименее привлекательных ландшафтов, открывающихся перед наблюдателем. Во-вторых, появилась необходимость выявления очевидных различий эстетического восприятия ландшафта, что привело к развитию исследований в области оценки привлекательности ландшафтов через изучение его эстетических свойств.

Следующий этап, затрагивающий формирование углубленных эстетических представлений о ландшафте, начинается в середине XX века. В 30-60-х гг. в исследованиях эстетической ценности ландшафта географы ставят задачу найти подход к объективизации оценки, тем самым сместив субъективные впечатления от ландшафтов на второй план. Так, американские географы К. Зауэр и Р. Хартсхорн полностью исключали изучение эстетических предпочтений и поведенческой реакции наблюдателя из сферы географических исследований. Впоследствии Зауэр признал, что полноценные географические исследования никак не могут игнорировать изучение эстетических качеств ландшафта.

Одним из важных трудов того времени можно назвать работу 1928 года немецкого географа Э. Банзе «Ландшафт и душа: новые пути исследования и формирования образа», в которой автор указывает, что ландшафт в обязательном порядке должен иметь духовное и эстетическое значение (Banse, 1928). Подробному изучению эстетических свойств ландшафтов и выявлению различий их привлекательности были посвящены работы британского географа В. Корниша «Пейзаж и зрение» (1935) и «Красоты пейзажа» (1943).

В 1960-х гг. в связи с развитием ландшафтной экологии интерес к эстетике ландшафта заметно вырос. В этот период оценка визуальных качеств ландшафтов стала связываться с необходимостью благоустройства территории. Изучением ландшафтной эстетики занимались преимущественно географы англоязычных стран Запада и США, которые определили формирование нового направления – «поведенческой географии» («behavioral geography») (Голд, 1990). Одним из основоположников данного направления Х. Брукфилдом впервые было предложено определение «среды восприятия», т.е. совокупности внешних факторов, формирующих стереотипы мышления у разных групп населения, в том числе и стереотипы их восприятия (Стерлигова, 2012). По мнению Дж. Голда, «...огромное внимание в поведенческой географии уделяется изучению представлений о пространстве, исследованию его образа в сознании» (Голд, 1990, с. 9). Таким образом, формирование эстетического восприятия ландшафтов становится важным аспектом психологии человека.

В качестве одного из разделов данного направления была выделена «география восприятия» или «перцептивная география», направленная на всестороннее изучение психолого-эстетических характеристик пейзажа (Linton, 1968; Tuan, 1974; Turner, 1975; Ulrich, 1977; Penning-Roswell, 1981, 1982, 1986; Nash, 1982; Lowenthal, 1978, 1994; Kaplan, 1987, 1992; Yang, 1990; Williams, Lavalle, 1990; Appleton, 1986, 1994; Muir, 1999). Большая часть научных исследований этого периода строилась на основе двух концепций: эволюционной, направленной на изучение психологического восприятия ландшафтов с учетом биологических предпочтений человека для выживания в определенной среде, и культурологической – изучение восприятия ландшафта с учетом культурного происхождения человека и его личных качеств.

Одной из основополагающих работ по ландшафтной экологии второй половины XX века считается работа британского географа Дж. Эпплтона «Переживание ландшафта» 1975 года. В ней отмечается, что природный ландшафт нужно не только созерцать, но и чувственно воспринимать. Он одним из первых развивает эволюционный взгляд, а именно «теорию убежища», заключающуюся в оценке роли человека в образе «хищник-жертва». По его мнению, это позволяет определить предпочтения каждого человека, основанные на принципах «обзора» и «укрытия». В свою очередь, они отражают раздвоенность на субъективное и объективное, что отчасти объясняет наши эстетические предпочтения при выборе определенного природного ландшафта (Appleton, 1986).

Часть исследований направлена на изучение роли ландшафта в процессе формирования поведения человека, а именно его личных характеристик и социальной среды. Отдельного внимания заслуживает работа Р. Нэша «Дикая природа и американский

разум» 1967 года, в которой детально описывается красота американских ландшафтов, а также особенности их восприятия человеком. В данной работе Р. Нэш отмечает, что для каждого человека присуще наделять ландшафты символическим смыслом, который может быть отражен через эстетическое удовлетворение, ностальгию и другие образы. При этом на особенности восприятия оказывают влияние не только личные установки, но и эмоциональное состояние, которое он переживает вместе с другими наблюдателями (Nash, 1982). В известном труде И-Фу Туана «Топофилия» 1974 года описывается восприятие ландшафта через призму культурного происхождения субъекта восприятия, а также детально освещаются особенности эстетического восприятия особо ценных характеристик ландшафтов (Tuan, 1974). Функциональный подход к эстетике ландшафта предлагается в работе С. Каплана «Эстетика, аффект и познание: экологические предпочтения с эволюционной точки зрения», в которой проводится анализ реакции наблюдателей на окружающую красоту, посредством исследования чувств восприятия ландшафтов и степень интереса к каждому из них (Kaplan, 1987).

Становление эстетического направления в отечественной географии началось с 70-х гг. XX века (Мухина, 1973; Веденин, Преображенский, 1975; Арманд, 1975; Эрингис, Будрюнас, 1975; Меллума, 1988; Родоман, 1993, 1995; Фролова, 1994; Исаченко, 1997, 2001; Воскресенский, Уставщикова, 1997; Николаев, 1999, 2002, 2005, 2006; Лихачева, Некрасова, 2002; Назаров, Постников, 2002; Бредихин, 2004, 2005, 2008). Огромное значение в советской географии эстетики ландшафтов, имел уникальный труд «Экология и эстетика ландшафта» 1975 года, опубликованный коллективом литовских географов под руководством К.И. Эрингиса и А.-Р.А. Будрюнаса. В работе приводится определение пейзажа, под которым понимается ландшафт в пределах открывающейся перед наблюдателем зоны видимости. Кроме того, авторами предлагается одна из наиболее детально разработанных методик эстетической оценки на основе объективных показателей свойств ландшафтов исследуемой территории (Эрингис, Будрюнас, 1975).

Научно-методическая основа ландшафтной эстетики была заложена В.А. Николаевым – одним из ведущих отечественных географов. В своей работе «Ландшафтоведение. Эстетика и дизайн» (2005) он предлагает рассматривать эстетику ландшафта в качестве особого направления ландшафтоведения, изучающего и объективно оценивающего красоту, живописность природных и природно-антропогенных ландшафтов, а главное – особенности их эстетического восприятия и оценки (Николаев, 2005, с. 16). По мнению В.А. Николаева, эстетически значимый ландшафт должен обладать особыми функционально-динамическими свойствами, отличающими его от других ландшафтов по красоте пейзажа (Николаев, 1999). Он отмечал, что «пространственная и временная

структура пейзажа, его композиционная организация и смены перспективных состояний – основная предметная область ландшафтной эстетики» (Николаев, 2006, с. 712).

В конце XX в. научная основа эстетической оценки ландшафтов получила всеобщее признание в западной географии. В этот период было установлено, что феномен пространственного восприятия территории связан с аттрактивностью ландшафтов, и можно выделить и описать как наиболее, так и наименее привлекательные для визуального восприятия ландшафты. Предпринимались многочисленные попытки определения объективных причин различий между ними (Meinig, 1979; Gibson, 1979; Dearden, 1981; Zube, 1982, 1984; Daniel, Vining, 1983; Jackson, 1984; Nasar, 1988; Kent, 1993; Cosgrove, 1998; Lothian, 1999; Gobster, 1999; Daniel, 2001).

В ходе изучения отношений между ландшафтом и человеком отдельные ученые утверждают, что направление эстетики ландшафта является связующим звеном между ними. В частности, в работе Э. Зубе «Восприятие ландшафта: исследования, применение и теория» 1982 года предлагается разработать общую теорию восприятия ландшафта, направленную на углубленное изучение особенностей восприятия и эстетической ценности ландшафтов (Zube et al., 1982). В более поздних работах Зубе пишет, что рельеф и ландшафты представляют собой важную визуальную составляющую в процессе восприятия пейзажа (Zube, 1984). К этому же приходит С. Бурасс в своей работе «Эстетика пейзажа», где отмечается, что «пейзаж – это особенно громоздкий эстетический объект...». Это беспорядочная смесь искусства, артефактов и природы, неразрывно связанная с нашей повседневной жизнью (Bourassa, 1991). В работе А. Лотиана «Пейзаж и философия эстетики» представлены два подхода оценки ландшафта: с одной стороны, «ценность» ландшафта рассматривается как физически характерное для него качество, а с другой – как визуальный и умственный продукт восприятия (Lothian, 1999).

Многие современные исследования также базируются на устоявшихся принципах, часто ориентирующихся на изучение личностных характеристик, которые влияют на восприятие ландшафтов (Jacobs, 2011; Jorgensen, 2011; Taylor, Lennon, 2012; Rechtmann, 2013; Yang et al., 2014; Tieskens et al., 2018; Davoudi, Brooks, 2019). Так, М. Джейкобс предлагает разделить ландшафт на три отдельные реальности: «matterscape» – физическую, «powerscape» – социальную и «mindscape» – внутреннюю (чувственное восприятие). Он утверждает, что эти факторы важны не только для понимания самого ландшафта, но и для того, чтобы определить какие факторы оказывают влияние на восприятие ландшафта (Jacobs, 2011). По мнению А. Йоргерсен, восприятие открывающейся пейзажной панорамы во многом зависит от знаний, которыми обладает человек. Большое внимание в ее работах уделяется внутренним и социальным аспектам восприятия, она приводит новые взгляды на



эстетику ландшафта с позиций психологического восприятия и социокультурных ценностей наблюдателя (Jorgensen, 2011).

Вне зависимости от научного вклада, в большей части исследований подчеркивается, что для эстетики ландшафта как отдельного научного направления характерна недостаточно проработанная теоретико-методологическая база. Современные теоретические аспекты не раскрываются в полной мере и не имеют строгой согласованности в научных кругах. Несмотря на большие противоречия в данной области, проведенные исследования позволили установить базовые понятия и принципы эстетической оценки. Благодаря этому современные исследования могут развиваться в рамках усовершенствования методов оценки эстетического восприятия ландшафтов.

## **1.2. Формирование методических подходов оценки эстетических свойств ландшафта**

В настоящее время большое внимание в географических исследованиях уделено оценке эстетических и визуальных свойств ландшафтов, которые рассматриваются с разных позиций и имеют довольно много методических разработок их оценки в отечественной и зарубежной литературе. Различные методы эстетической оценки активно применяются для решения многих задач в области ландшафтного планирования (Хорошев и др., 2019). В первую очередь они связаны с планированием туристско-рекреационной деятельности. Например, для организации туристско-рекреационных маршрутов, размещения необходимой инфраструктуры и других задач, необходимых для того, чтобы подчеркнуть эстетическую ценность открывающихся перед наблюдателем ландшафтов (Голубева, 2010).

Начиная с 1960-х гг., в рамках исследования пространственного восприятия и эстетической оценки ландшафтов сформировались два подхода: субъективистский и объективистский. **Субъективистский подход** отстаивает субъективность воспринимаемой красоты ландшафта, поскольку направлен на изучение особенностей ландшафтно-эстетических предпочтений с учетом различных личностных особенностей наблюдателя. С одной стороны, он позволяет получить достоверные результаты, которые направлены на выявление общественного мнения в больших группах. С другой стороны, его тяжело использовать при крупномасштабных исследованиях территории с большим площадным охватом.

В рамках субъективистского подхода к эстетической оценке ландшафтов можно выделить два направления. Первое направление – использование *экспертного метода*, при котором оценка красоты открывающегося пейзажа проводится с участием профессиональных специалистов. Одним из первых в этом направлении можно назвать

исследование К. Файнса (1968). Автором была предложена идея создания экспертной комиссии для оценки пейзажных панорам. Сам метод представлял собой оценку характерных пейзажей по цветным фотографиям, где каждой фотографии присваивался определенный балл. Затем эта балльная оценка по фотографиям использовалась в качестве эталона во время полевых исследований (Fines, 1968).

Второе направление – *опрос или анкетирование*, направленные на выявление пейзажно-эстетических предпочтений внутри разных групп населения (туристы, местные жители и др.) с учетом их этнокультурного происхождения, социальной и профессиональной принадлежности. Этот метод позволяет зафиксировать оценки респондентов и на их основе провести обобщенную оценку (Быковская, 2016).

Пример использования данного метода можно найти в исследовании Э. Пеннинг-Роуселла и Д. Харди, которое проводилось в долине реки Уай в Великобритании (A.O.N.V. – «Район выдающейся природной красоты»). Исследование представляло собой выявление внешне схожих пейзажных ареалов. С учетом мнения респондентов проводилась оценка привлекательности пейзажей по оценочной шкале от 1 (крайне непривлекательный) до 5 (крайне привлекательный) баллов (Penning-Rowell, Hardy, 1973). Результаты оценки позволили составить карты индивидуальных предпочтений респондентов, после обобщения которых была составлена карта общей оценки эстетических ресурсов на всю исследуемую территорию.

В конце 1970-х гг. по решению совета Национального фонда Австралии было принято решение провести оценку и классификацию природных ландшафтов с целью их дальнейшей защиты. Американскими учеными С. Кейном и Д. Филипом были предложены четыре метода эстетической оценки. Одним из наиболее разработанных оказался метод, фиксирующий реакцию респондентов на качественные показатели общего вида открывающегося пейзажа. Суть данного метода заключалась в оценке пейзажа по набору качественных показателей и по степени их проявления по 7-балльной шкале. Анкетная форма включала 21 пару противоположных описаний, которыми можно было охарактеризовать эмоциональную реакцию на открывающийся пейзаж (например, влажный – сухой, сдержанный – эмоциональный, уродливый – прекрасный и т.д.). После подсчета среднего значения ответов для каждого пейзажа была получена общая оценка привлекательности определенной территории: от 0 (менее привлекательный) до 100 (наиболее привлекательный) баллов (Kane, 1981). Главной проблемой исследования стал подбор пар прилагательных, наиболее точно соответствовавших эстетическим свойствам того или иного ландшафта.

Надо отметить, что и в настоящее время большинство зарубежных работ акцентируют внимание на субъективистском подходе эстетической оценки ландшафтов. Например, в работе П. Хоули отражены результаты исследования, которое было проведено для выявления эстетических предпочтений в восприятии пейзажей Ирландии. Основная цель исследования заключалась в том, чтобы получить более полное представление о факторах, влияющих на предпочтения наблюдателей. В опросе приняли участие более 400 человек. На основе факторного анализа (средняя оценка 47 изображений) были выделены зависимые переменные, описывающие пять различных категорий ландшафтов. После чего они использовались в отдельных регрессионных моделях для изучения влияния личных характеристик на ландшафтные предпочтения (Howley, 2011).

Под руководством С. Франка была разработана методика визуально-эстетической оценки, основанная на метрических характеристиках ландшафта. Оценка проводилась на основе подготовленных серий фотоснимков. Данный подход был применен для оценки девяти отличающихся между собой модельных типов ландшафтов Саксонии в Германии. Главными оценочными критериями выступали «естественность» и «разнообразие» ландшафтов. Для того чтобы оценить субъективное восприятие каждого ландшафта, было опрошено более 150 респондентов. Это позволило установить высокую корреляцию разработанного метода оценки с полученными результатами визуальной оценки на основе фотоснимков (Frank et al., 2013).

В работе Д. Османа проводится эстетическая оценка ландшафтов города Фрейзер Хилл в Малайзии. Основная цель исследования заключалась в выявлении живописной ценности пейзажей для туристов. Данное исследование было разделено на 3 основных блока: полевые наблюдения, анкетирование и оценка по фотоснимкам. В ходе полевых наблюдений была проведена фотосъемка высокогорных пейзажей Фрейзер Хилла. Анкетирование позволяло выявить индивидуальные предпочтения туристов к пейзажным видам. Всего в опросе приняли участие 100 респондентов, которым предлагалось оценить 10 цветных фотоснимков по балльной системе от 1 до 10, где 10 баллов – наиболее предпочтительный пейзаж, 1 балл – наименее предпочтительный (Othman, 2015).

Второй подход к эстетической оценке ландшафтов – **объективистский** – позволяет выявить объективные критерии эстетической привлекательности, заложенные в физиономических характеристиках ландшафта. Этот подход основывается на том, что с учетом основных факторов восприятия, ландшафт можно оценить объективно с использованием структурно-информационного анализа. Главные преимущества данного подхода заключаются в логичности методики, измеряемости оценочных показателей, а

также в возможности экстраполировать данные исследуемых участков на другие территории (Дирин, Попов, 2010).

Одна из первых подобных методик предложена в работе Д. Линтона на примере оценки эстетических ресурсов Шотландии. Автором выделяется два критерия, которые отвечают за живописность любой территории – форма рельефа («landform landscapes») и тип землепользования («land use landscapes»). Для оценки характеристик форм рельефа были выделены следующие показатели: относительная высота, крутизна склонов, степень расчлененности, частота и глубина долин, а также изолированность отдельных форм рельефа друг от друга. В результате автор выделил шесть типов рельефа, каждому из которых присваивался соответствующий балл. Типы землепользования определялись исходя из территориального разнообразия региона исследования. Единицами полевого картирования служили квадраты регулярной сетки размером 1 км<sup>2</sup>, каждому из которых присваивался суммарный балл, исходя из сочетания формы рельефа и типа землепользования (Linton, 1968).

Предложенная методика эстетической оценки была взята за основу другими исследователями в несколько адаптированном виде. В работе А. Гилга к основным параметрам оценки были добавлены «бонусные» (повышающие) и «дефектные» (снижающие) баллы. Бонусные баллы начислялись за наличие в пейзаже аттрактивных объектов (водоемов, водопадов и др.), а дефектные – за наличие антропогенных объектов (дорог, линий электропередачи и др.) (Gilg, 1974). Данная методика использовалась и в работе М. Мосса и У. Никунга для оценки участка Ниагарского полуострова на территории южного Онтарио. С учетом особенностей территории формы рельефа были разбиты на 5 типов, от низменного до холмистого. Типы землепользования были разделены на 7 классов, от «жилых и коммерческих» (1 балл) до «нетронутых диких ландшафтов» (7 баллов) (Moss, Nickling, 1980).

Подобная методика представлена в работе У. Ваннопа для ландшафтного планирования субрегиона «Coventry, Solihull & Warwickshire» в Великобритании. В ходе исследования были определены главные оценочные показатели эстетической ценности ландшафтов: различные формы рельефа, типы землепользования (населенные пункты, сельскохозяйственные земли, водные объекты и др.) и «материальные» черты ландшафта, содержащие антропогенные компоненты. Территория разбивалась на отдельные операционные ячейки (регулярная сетка 1x1 км), внутри которых оценивался каждый показатель. В дополнение для каждой ячейки учитывался такой показатель как обзорность или глубина открывающегося вида. В итоге было рассчитано два оценочных индекса – индекс ландшафтной ценности (на основе оцениваемых показателей) и индекс обзорности

(на основе площадного охвата открывающихся пейзажных видов), которые в совокупности позволили создать карту эстетической привлекательности ландшафтов региона (Wannop, 1972).

Среди отечественных исследований эстетических свойств ландшафтов большое внимание заслуживает методика детальной эколого-эстетической оценки ландшафтов (пейзажей), предложенная в 1975 г. литовскими исследователями под руководством К.И. Эрингиса и А.-Р.А. Будрюнаса. Данная методика включала около 80 оценочных показателей открывающегося пейзажа и его подступа, объединенных в 4 крупных блока: общая внушительность пейзажа, выразительность рельефа, пространственное разнообразие растительности и целесообразность антропогенных объектов. Одна группа показателей оценивалась исходя из количества, вторая – с учетом их качественных характеристик, а третья группа показателей представляла собой учет объектов, наличие которых может увеличивать или снижать эстетичность пейзажа. Соответственно, для каждой группы были разработаны три оценочные шкалы: шкала количественной оценки обилия элементов, шкала качественной оценки и шкала оценки показателей с отрицательными значениями (например, деятельность человека) (Эрингис, Будрюнас, 1975).

В работе Т.А. Федорцовой отмечается, что проведение объективной оценки невозможно без совмещения количественных и качественных характеристик. Для определения количественных характеристик эстетичности пейзажа ею было предложено выделить следующие показатели: панорамность, контрастность, композиционность, обилие наблюдаемых объектов и др. Качественная характеристика, представляющая собой субъективное восприятие, выражается через общее представление о пейзаже: необычный, живописный, выразительный и т.д. (Федорцова, 1985).

Для оценки эстетической ценности заповедных территорий латвийским исследователем А.Ж. Меллума было предложено выделить три основных критерия, характеризующих эстетическую привлекательность пейзажных видов. Первый критерий – рельеф, от которого зависит разнообразие пейзажа, наличие открывающихся перспектив и пейзажных планов. Вторым критерием – лесистость, описывающий степень залесенности пейзажа, а также ее характер (очертание границ, чередование лесов и открытых пространств, изменчивость вершинной линии и др.). К последнему критерию относится наличие водных объектов в ландшафте (рек, озер, прудов, водохранилищ и др.) (Меллума, 1988).

В 1994 г. М.Ю. Фролова предложила существенно упростить методику К.И. Эрингиса. Разработанная методика эстетической оценки ландшафтов строилась на опросном методе. Анкета опроса представляла собой матричную форму, которая включала

по каждому критерию семь оценочных граф от 1 балла (крайне негативное впечатление) до 7 баллов (весьма позитивное впечатление). Так, метод анкетирования позволил оценить впечатления наблюдателей, на формирование которых оказали влияние отдельные компоненты открывающегося пейзажа (рельеф, растительность, вода и др.), эколого-эстетические свойства пейзажа (некрасивый-красивый, однообразный-разнообразный, обычный-экзотичный и др.), а также чувства от восприятия пейзажа (страх-радость, разочарование-восторг и др.). На основе полученных результатов для каждого пейзажного вида была выведена совокупная эстетическая оценка (Фролова, 1994).

В последние десятилетия работы отечественных исследователей ориентированы на проведение эстетической оценки с учетом комплексного анализа отдельных показателей. Особое место в формировании визуального восприятия ландшафтов занимает рельеф. В работах А.В. Бредихина рельеф рассматривается в качестве главного компонента, от которого зависит не только процесс восприятия, но и разнообразие пейзажных видов (Бредихин, 2004). В качестве основных геоморфологических показателей рассматриваются абсолютная высота, угол наклона поверхности, вертикальная и горизонтальная расчлененность. Кроме того, необходимо учитывать и овражность территории, так как данный показатель оказывает существенное влияние на степень пригодности территории для рекреационной деятельности. Таким образом, ранжирование природных геосистем по геоморфологическим показателям позволяет оценить туристско-рекреационный потенциал территории по степени их пригодности от «наименее пригодных» до «наиболее пригодных» (Бредихин, 2005).

В качестве еще одного примера можно привести работу Ю.П. Супруненко, в которой рассматривается методика оценки эстетической ценности высокогорных пейзажей. Главными критериями оценки выступают разнообразие и контрастность компонентов пейзажа. Эстетической оценке подлежали такие критерии, как открытость горизонта, глубина перспектив, композиционное устройство и др. Кроме того, отдельно оценивалась расчлененность рельефа, крутизна склонов и характер растительного покрова. Анализ на основе полученных данных позволил провести типизацию пейзажных видов по степени эстетической ценности, ранжировав их на максимально, средне и минимально привлекательные (Супруненко, 2006).

Подходы эстетической оценки ландшафтов с каждым годом совершенствуются с применением ГИС-технологий и данных дистанционного зондирования (ДДЗ). Часть современных методик предусматривает комбинирование данных натуральных наблюдений с данными геоинформационного анализа. В свою очередь это позволяет не только обрабатывать большие массивы исходных пространственных данных, проводить анализ с

применением различных оценочных шкал и автоматизированных алгоритмов, а также визуализировать полученные результаты, но и верифицировать их с данными полевых исследований. Широкие возможности применения ГИС в области эстетики ландшафта представлены в исследованиях Д.А. Дирина (2007), Б.И. Кочурова, Н.В. Бучацкой (2007), М.А. Саранчи (2010), Л.Н. Вдовюка, А.А. Мотошиной (2013), Е.Ю. Колбовского (2016), Т.Ю. Горбуновой (2017), Д.П. Хворостухина, А.Д. Сизовой (2017), А.Ю. Бибаевой, А.А. Макарова (2018).

Детальная методика оценки критериев эстетической ценности горных ландшафтов рассматривается в работе Д.А. Дирина. Отличительной особенностью данной методики является использование комплексных показателей, которые представлены специфическими сочетаниями их составляющих визуальных компонентов: преобладающая цветовая гамма, композиционное устройство, наличие символических объектов и др. Впервые в работе вводятся показатели наличия пейзажно-композиционных узлов и осей в ландшафте, плотность границ между визуально различимыми урочищами в пределах ландшафтного выдела. Предложенная методика позволила не только оценить эстетическую привлекательность территории, но и выявить главные закономерности дифференциации эстетических ресурсов в границах ландшафтов исследуемого региона (Дирин, 2006).

Оценка эстетических ресурсов с применением геоэкологического подхода детально раскрывается в работе Б.И. Кочурова и Н.В. Бучацкой. Авторы отмечают, что эстетика ландшафта – это «особое научное направление, изучающее внешний вид ландшафта (пейзаж) как особый вид возобновляемого природного ресурса, влияющий на психологическую комфортность человека» (Кочуров, Бучацкая, 2007, с. 26). Эстетический потенциал ландшафтов предлагается оценивать на основе ранее предложенных методик К.И. Эрингиса и А.-Р.А. Будрюнаса, Ю.А. Веденина, Л.И. Мухиной. Для отобранных типичных пейзажей осуществлялась оценка выразительности рельефа (характер рельефа и склонов, экспозиция склонов), особенностей растительного покрова и др. Таким образом, на основе комплексного анализа эстетической ценности появилась возможность выделения контрастных ландшафтно-эстетических пейзажных групп (Кочуров, Бучацкая, 2007).

Для определения визуально-эстетической привлекательности ландшафтов в работе Л.Н. Вдовюка и А.А. Мотошиной предлагается оценивать следующие эстетические показатели: контрастность ландшафтов, цветовая гамма пейзажа, глубина перспектив, лесистость, наличие водных объектов, степень антропогенной трансформации и наличие символических объектов. Каждый показатель оценивается на основе шкалы от 1 до 3 баллов. Общая эстетическая ценность каждого ландшафта выражается через интегральный

показатель с определением пейзажей особой, высокой, средней и малой ценности (Вдовюк, Мотошина, 2013).

Большая часть исследований ориентирована на развитие территории с целью организации туризма и регулирования туристических маршрутов. Детальная оценка эстетических свойств ландшафтов для управления территорией музея-заповедника предлагается в работе Е.Ю. Колбовского и У.А. Медовиковой. В первую очередь авторами было установлено, что география перемещения туристов строится исходя из определения линейной траектории перемещения, точечных объектов и ареалов с четкими контурами, которые формируются при визуальном восприятии открывающегося пейзажа. Кроме того, на основе привязки данных фотосъемки на местности появляется возможность анализировать ряд параметров, таких как фокус, боковые кулисы, перспективные планы, выраженность линии горизонта и др. В последующем данная процедура позволяет дифференцировать всю совокупность фотосцен с учетом фиксации границ визуального восприятия территории с ее природными и культурными особенностями (Колбовский, Медовикова, 2016).

Подробная оценка обзорных точек с позиции живописности ландшафтов в зоне видимости приводится в исследовании И.Н. Ротановой и О.А. Васильевой. Потенциальным объектом исследования выступают локальные модельные объекты – ландшафтные и ботанические смотровые площадки, горные вершины и т.д. Данная оценка заключалась в определении границ зон видимости, которые открываются с каждого модельного объекта. Так, в процессе совмещения построенных зон видимости появилась возможность создания общей панорамы видимости, в пределах которой оценивалась эстетическая привлекательность территории в целом (Ротанова, Васильева, 2017).

Проведение комплексной ландшафтно-эстетической оценки на основе набора частных оценочных показателей детально рассматривается в работе А.Ю. Бибаевой и А.А. Макарова. Авторы отмечают, что в пределах горных территорий именно рельеф выступает в качестве главного фактора формирования визуального восприятия и общей структуры открывающегося пейзажа. В данном случае основные свойства наблюдаемого пейзажного вида зависят от экспозиции и уклона смотровой площадки, ее принадлежности к конкретному типу и элементу рельефа. Совмещенный анализ пространственной организации геосистем и морфометрических показателей рельефа позволяет оценить особенности размещения смотровых площадок, обозначить пространственные границы наблюдаемых ландшафтов, включая видимые объекты, а также определить глубину пейзажных перспектив. Таким образом, результаты оценки могут служить основой для



организации пеших туристско-рекреационных маршрутов с учетом нагрузки на разные категории туристов (Бибаева, Макаров, 2018).

В настоящее время активно внедряются ГИС-технологии, максимально упрощающие изучение эстетических свойств территорий с целью рекреационного планирования. Это направление активно развивается зарубежными исследователями (Simonic, 2003; Fourie, 2005; Wu et al., 2006; Vargues, Loures, 2008; Ode et al., 2008-2010; Roth, Gruehn, 2012; Aoki, 2014; Sowinska-Swierkosz, Chmielewski, 2014; Martin et al., 2016; Teh et al., 2018; Palmer, 2019; Mirghaed et al., 2020; Sahraoui et al., 2021; Zhang et al., 2022; Dai, 2022; Mundher et al., 2022). Например, в исследовании М. Teh и др. предлагается комплексный метод для автоматизированной оценки визуального восприятия ландшафтов. Авторы оценивают три эстетических показателя: первый показатель – «визуальная чувствительность» – оценивает глубину перспективы (ближняя, средняя и дальняя); второй – «визуальное единство», который оценивается через такие критерии, как согласованность, ясность и уникальность; третий – «визуальное качество» (высокое, умеренное и низкое), где оценке подлежали главные компоненты пейзажа (форма рельефа, растительный покров, населенные пункты и др.) (Teh et al., 2018).

Существенно увеличивается точность исследований с использованием ДДЗ сверхвысокого пространственного разрешения, которые могут быть получены путем аэрофотосъемки с беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). Изучением последовательности получения пространственных данных с БПЛА и возможностей их анализа занимаются в целях развития туризма. В работе Р. Cwiakala и др. оценивается безопасность туристических маршрутов в горных районах. Основными материалами исследования являются трехмерное облако точек (набор отдельных точек, не связанных между собой, с определенной позицией), а также его производные данные (DTM, ортофотоплан). Полученные данные позволяют учесть влияние даже незначительных объектов на конфигурацию зон видимости, так и на эстетическое восприятие наблюдаемых ландшафтов (Cwiakala et al., 2017).

Подробный алгоритм оценки туристических маршрутов описывается в работе группы исследователей S.Y. Lee, C. Du и др. На основе ортофотомозаики авторы оценивают такие показатели, как текущее состояние тропы (проходимость, доступ к инфраструктуре и др.), залесенность и наличие эстетически значимых объектов в зоне видимости. Подобная методика позволяет разбить весь маршрут на участки, различающиеся между собой по степени безопасности, комфортности передвижения и эстетической привлекательности (Lee et al., 2020). Исследователи С. Hackney и А. Clayton в своей работе демонстрируют возможности построения ортофотоплана для спектрального анализа и создание детальной

цифровой модели местности (ЦММ) для анализа передвижения на местности (Hackney, Clayton, 2015).

Широкое распространение получило создание трехмерных моделей местности, что позволяет избежать трудоемких полевых исследований и проводить анализ с высокой точностью. Так, в работах групп исследователей под руководством S. Liu, а также Т.М. Murtha предлагается использовать 3D-модели для планирования туристско-рекреационной деятельности и проектирования необходимой инфраструктуры (Liu et al., 2018; Murtha et al., 2019).

В настоящее время актуальность исследования эстетических свойств ландшафтов можно проследить и в других дисциплинах. Например, в рамках рекреационной географии эстетическая оценка рассматривается в качестве важного фактора для организации туристической деятельности (О.В. Калашникова, Н.Н. Назаров, Д.А. Постников, И.Н. Ротанова, О.А. Васильева, Б.И. Кочуров, Н.В. Бучацкая, Д.А. Дирин, И.В. Фролова, Л.В. Якимова и др.). Несомненно, с этим связано и ландшафтное планирование территории в целях рекреации (Т.Ю. Горбунова, А.Ю. Бибаева, А.А. Макаров, А.К. Черкашин, Ж.И. Бучко, Е.И. Голубева, Л.Н. Вдовюк, А.А. Мотошина и др.). В геоморфологии активно развивается новое направление – эстетическая геоморфология («эстетика рельефа»), предметом исследования которой является красота и привлекательность геоморфологических объектов и их оценка (Г.Ф. Уфимцев, А.В. Бредихин, Ю.П. Супруненко, Д.А. Тимофеев, Э.А. Лихачева, Л.А. Некрасова, О.А. Борсук, Е.О. Гармс и др.). Современное направление ландшафтной эстетики – видеоэкология – учитывает психологический комфорт человека, связанный со зрительным восприятием ландшафтов (В.А. Филин, Е.Ю. Колбовский, А.В. Какурина, Е.Г. Петрова). Многие исследователи приходят к выводу, что со временем различные направления эстетики ландшафта объединятся в более широкое междисциплинарное научное направление.

### **1.3. Основные понятия эстетики ландшафта**

В настоящее время под эстетикой ландшафта понимается изучение внешнего образа ландшафта как особого вида возобновляемого природного ресурса, который необходим для отдыха и поддержания психологического здоровья людей (Мотошина, Вдовюк, 2012). Таким образом, живописные пейзажи можно отнести к природным эстетическим ресурсам. Согласно Д.А. Дирину, *эстетические ресурсы* – это пейзажи, сформированные природными и культурными ландшафтами данной территории, а также способные вызвать у человека позитивные эмоции при их восприятии (Дирин, 2006). Эстетика ландшафта

определяется как чувственное наслаждение и удовольствие, испытываемые через наблюдение пейзажа (Swaffield, McWilliam, 2013).

Действующим лицом в процессе восприятия ландшафтов является субъект восприятия – наблюдатель, который воспринимает и оценивает объект восприятия, а именно сам ландшафт (Дирин, Попов, 2010). При этом «ландшафт – это не просто видимый мир, а процесс его создания» (Cosgrove, 1998, с. 13). Он отвечает за формирование материальной основы визуально наблюдаемой картины, под которой понимается *пейзаж* – «внешний облик ландшафта, воспринимаемый с той или иной видовой точки...» (Николаев, 2005 с. 68). Это динамичная система, которая «изменяется во времени и зависит от личностных характеристик наблюдателя» (Воскресенский, Уставщикова, 1997, с. 265).

В отличие от французской школы, использующей термины «пейзаж» и «ландшафт» как синонимы, в российской географической школе данные понятия имеют существенные различия в самом содержании, но при этом они дополняют друг друга. По мнению В.А. Николаева, под ландшафтом принято понимать сущность, под пейзажем – явление, выражающее внутренние свойства ландшафта. Тем не менее эти понятия нельзя разделять, так как пренебрежение одним из них затрудняет изучение и понимание другого (Николаев, 2002; Черкашин, Бибаева, 2013).

В данном случае эстетика ландшафта направлена на изучение его красоты и гармонии. Согласно Ю.П. Хрусталеву, эстетика ландшафта подразумевает под собой оценку «красоты местности, ее привлекательности для человека» (Хрусталёв, 2000). *Красота* – это ответная реакция, реализованная через объект восприятия, которая приносит чувственное удовольствие. Это воспринимаемый человеком порядок, свойственный объективной реальности (Santayana, 1896). Таким образом, восприятие ландшафта представляет собой довольно сложный процесс взаимосвязи между человеком и ландшафтом. Это процесс психологического отражения красоты природной среды посредством чувственного восприятия (Аткина, Жукова, 2017).

Эстетическое восприятие ландшафта прямым образом зависит от гармонических взаимосвязей в системе воспринимаемых объектов (Birkhoff, 1933). Для любого пейзажа характерно наличие внутренней структуры с основополагающими элементами, но главным свойством остается его целостность (Веденин, 1997; Бучацкая, Кочуров, 2004; Николаев, 2005). Полноценное восприятие системно организованной природной среды возможно достигнуть через гармонию. Для *гармонии* характерно свойство соразмерности, оптимального соотношения отдельных частей, а также объединение разных компонентов природы в единое целое (Николаев, 2005). Как отмечает П. Гобстер, для более глубокого понимания и созерцания природы все аспекты эстетической оценки – индивидуум,

ландшафт, объекты и результаты оценки – должны быть объединены в единую систему (Gobster, 1999). Эстетической оценке должны подлежать объекты как природной, так и искусственной среды (Toadvine, 2010).

В процессе оценки визуальных свойств ландшафта важно учитывать его эстетическую привлекательность – *аттрактивность*. В ландшафтной географии также вводится понятие *перцепции* ландшафта – чувственного восприятия окружающего, несущего для субъекта некую эстетическую ценность – по сути близкое к термину «эстетическое восприятие» – процессу восприятия окружающего, несущего для субъекта некую эстетическую ценность. Через понятие *синестезия* принято описывать восприятие окружающего посредством всей совокупности чувств наблюдателя (Аткина, Жукова, 2017). Так, синестезия ландшафта представляет собой перцептивный феномен, лежащий в основе психоэмоционального восприятия ландшафта. Именно сложный набор всех составляющих восприятия и приводит к созданию общего образа ландшафта.

Традиционно ландшафт воспринимается и оценивается визуально. Все, что находится в поле зрения наблюдателя считается визуальной средой. Как известно, эстетическое восприятие во многом зависит от физиологических особенностей человека. Более 90% пространственной информации он получает преимущественно через зрительный анализатор. На визуальное восприятие ложится большая нагрузка, из-за чего изображение может значительно трансформироваться даже при изменении на несколько метров местоположения самого наблюдателя (Филин, 2006). Визуально-эстетическое восприятие ландшафта многосторонне. Так, по мнению К. Норберг-Шульца, свет может выступать в качестве одного из главных факторов дифференциации форм в ландшафте (Норберг-Шульц, 1995).

На восприятие ландшафта в определенной степени оказывает влияние и психологический фактор. Каждая обзорная точка является потенциальным пунктом восприятия, с которой одни и те же природные объекты могут восприниматься каждым наблюдателем по-разному, так как содержательная форма восприятия зависит от культурных, социальных и профессиональных особенностей наблюдателя (Гибсон, 1988). В результате такого восприятия эстетические свойства ландшафта накладываются на стереотип восприятия наблюдателя, что приводит к формированию специфического образа ландшафта – определенной модели пространственного восприятия.

Большой объем пространственной информации наблюдатель получает в процессе передвижения по заданному *маршруту*, целью организации которого является максимальный охват пейзажного разнообразия территории. Главную роль в восприятии пейзажа играет оптимальный выбор *обзорных точек* (смотровых площадок), доступных для

массового посещения, с которых открываются разнообразные пейзажные виды. По мнению В.А. Николаева, любая дистанция зависит от местоположения точки обзора и протяженности ее перспективы, так «...у каждой видовой точки свой пейзаж или его вариация» (Николаев, 2005, с. 76).

Ландшафты способны формировать разнообразные или однообразные пейзажные виды. Различия этих видов связаны со строением каждого ландшафта в зоне видимости. Следовательно, для каждого пейзажа свойственно наличие специфических сочетаний эстетических свойств, под которыми понимается совокупность визуальных свойств ландшафтов, способных через воспринимаемый образ удовлетворить эстетические потребности человека (Дирин, 2005; Бибаева, 2015).

## ГЛАВА 2. ТЕРРИТОРИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ: ПЛАНИРУЕМЫЙ ГЕОПАРК «БЕЛОГРАДЧИШСКИЕ СКАЛЫ»

Создание геологических парков имеет очень небольшую историю. Оно ведет начало с 2000 г., когда первые 4 геопарка во Франции (Верхний Прованс), Греции (о. Лесбос), Германии (Герольштайн/Вульканайфель) и Испании (Маэстразго) учредили Европейскую сеть геопарков под эгидой ЮНЕСКО. Эти территории объединяло наличие уникальных геологических образований (например, окаменевший лес на о. Лесбос) и неблагоприятная экономическая ситуация в регионах (отток населения, безработица). Таким образом, создание первых геопарков определило пути выхода территорий из сложной экономической ситуации, используя уникальные природные ресурсы. В дальнейшем идея создания геопарков получила широкое развитие и в других странах Европы (Калуцкова и др., 2017).

### 2.1. Концепция геопарка: определение, задачи и критерии

Впервые о сохранении геологического наследия в европейских странах стали высказываться в конце 1980-х гг. Это связано с введением национальных природоохранных аудитов (Burek, Prosser, 2008). Примером является проект «Geological Conservation Review» («Обзор геологического сохранения»), который был введен Объединенным комитетом по охране природы (The Joint Nature Conservation Committee/JNCC) Великобритании в 1977 г. в качестве общенациональной программы систематической оценки объектов геологического наследия, имеющих особое значение для научных исследований, образовательной деятельности, а также для развития туризма и эстетического наслаждения (Ellis, 2011; Brocx, Semeniuk, 2007; Brocx, Semeniuk, 2015).

Первое международное совещание по геоконсервации – сохранению геологического наследия – было проведено в Нидерландах в 1988 г., на котором присутствовали представители семи европейских стран (Ruban, 2017). Особо важным результатом этой встречи стало создание Европейской рабочей группы по сохранению наук о Земле, которая позже будет преобразована в ProGEO (Европейская ассоциация по сохранению геологического наследия, 1993 год). Мощный импульс для развития геоконсервации дал I Международный симпозиум по сохранению геологического наследия, проведенный в 1991 г. в Динь-ле-Бен (Франция) (International association..., URL: <http://www.progeo.ngo>). На международном совещании была официально сформирована концепция геологического наследия и введен термин «объект геологического наследия» («geo heritage site» или «geosite»), под которым понимаются геологические объекты, имеющие четкие геологические границы и представляющая научную, образовательную, а также

эстетическую ценность (Sinnyovsky, 2011; Brilha, 2016; Moura et al., 2017; Nagos et al., 2019; Herrera-Franco et al., 2022).

На Конференции ООН по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро в 1992 г. также был поднят вопрос о сохранении геологических объектов. В 1996 г. на XXX Международном геологическом конгрессе в Пекине была предложена инициатива по созданию геопарков, целью которых являлось сохранение и использование геологических, геоморфологических и иных объектов с учетом принципов устойчивого развития. В статье Ч. Джонса «История геопарков» отмечается, что данная концепция должна была стать новым средством для защиты геологического наследия, повысить осведомленность общественности в вопросах защиты окружающей среды, а также способствовать устойчивому развитию на местном уровне (Jones, 2008). На XXIX сессии Генеральной конференции ЮНЕСКО «О содействии развитию сети геопарков» было принято одно из первых определений геопарка, под которым понималась территория с объектами особой геологической значимости, редкости и красоты, отражающими историю геологического развития, событий и процессов, принимавших участие в ее формировании (Караев, 2021).

В начале нового тысячелетия идея создания международной сети геопарков с целью сохранения геологического наследия вышла на новый уровень. Результатом этого стало создание в 2000 г. Европейской сети геопарков (European Geoparks Network/EGN) и подписание Конвенции о присвоение статуса геопарка (European Geopark Network, URL: <http://www.europeangeoparks.org/>).

Учреждение EGN произошло по инициативе представителей четырех геопарков из четырех европейских стран: Геологический заповедник Верхнего Прованса (Франция), Геопарк Герольштайн-Вульканайфель (Германия), Музей естественной истории Окаменевшего леса Лесбоса (Греция) и Культурный парк Маэстрасго (Испания) (рис. 2.1).



Рис. 2.1. Первые европейские геологические парки (геопарки) (UNESCO Global Geoparks, URL: <https://en.unesco.org/>)

Для продвижения программы геопарков на глобальном уровне, эксперты проявили особый интерес к поиску поддержки со стороны ЮНЕСКО. В 2001 г. в природном парке Кабо-де-Гато (Испания) между EGN и ЮНЕСКО (Отделением наук о Земле) была подписана Конвенция о сотрудничестве. С 2002 г. началось функционирование специальной программы ЮНЕСКО по содействию в организации Всемирной сети национальных геопарков (Корф, 2015).

В 2004 г. в Париже под эгидой ЮНЕСКО была организована Глобальная сеть геопарков (Global Geoparks Network/GGN). Повесткой дня стало принятие руководства для геопарков, претендующих на членство в GGN. К этому времени глобальная сеть геопарков включала 17 европейских и 8 национальных геопарков Китая. Создание GGN позволило вывести сохранение геологического наследия на новый мировой уровень через обмен накопленным опытом и знаниями между разными мировыми культурами, а также через установку высоких стандартов качества для геологических объектов (Global Geoparks Network, URL: <http://www.globalgeopark.org/>).

В 2015 г. состоялась 38-я сессия Генеральной конференции ЮНЕСКО. Результатом переговоров между ЮНЕСКО, Международным союзом геологических наук (IUGS) и Глобальной сетью геопарков (GGN) являлось создание нового статуса – Глобальный геопарк ЮНЕСКО (UGG) (Keever et al., 2010; Porshnov et al., 2019; Zhang, 2020; Wang et al., 2022).

Геопарки ЮНЕСКО должны отвечать за три важных аспекта территориального развития (European Geopark..., 2013): 1) сохранение геологического наследия; 2) развитие местных сообществ посредством повышения уровня экологического образования; 3) устойчивое экономическое развитие, позволяющее улучшить качество жизни местного населения (рис. 2.2).



Рис. 2.2. Главные составляющие территориального развития региональных геопарков (European Geoparks Network, URL: <http://www.europeangeoparks.org/>)



Согласно основным критериям отнесения природных территорий к геологическим паркам ЮНЕСКО (European Geoparks Network, URL: <http://www.europeangeoparks.org/>), геопарки должны:

1. быть едиными географическими районами, где объекты и ландшафты международного геологического значения находятся в рамках единой концепции защиты природы, экологического образования, научных исследований и устойчивого развития. Геопарк должен иметь четко обозначенную границу, быть адекватного размера для выполнения своих функций и иметь объекты геологического наследия международного значения, подтвержденное независимыми экспертами;
2. использовать это наследие в связке с другими природными и культурными объектами территории для повышения осведомленности людей о ключевых экологических проблемах человечества;
3. представлять собой территории, имеющие координирующий орган управления, организованный в соответствии с национальным законодательством;
4. активно вовлекать в свою организационную структуру местное сообщество в качестве ключевого элемента, заинтересованного в создании геопарка и его функционировании;
5. делиться своим опытом и советами, а также осуществлять совместные проекты в рамках GGN;
6. соблюдать местные и национальные законы, касающиеся защиты геологического и иного наследия (запрет добычи и реализации полезных ископаемых и др.).

Важно понимание того, что геопарк не входит в перечень особо охраняемых природных территорий (ООПТ), в его границах не вводятся существенные ограничения хозяйственной и рекреационной деятельности. Фактически, геопарки являются инструментом, отвечающим за сохранение геологического наследия и его устойчивое использование (Устав международной программы..., URL: <https://unesdoc.unesco.org/>). Согласно действующей концепции, геопарки должны представлять собой территорию с выдающимся гео-наследием, где эффективный механизм правильного толкования ценности данного наследия и его рационального использования ориентирован на местные сообщества и туристов, которые вовлечены в реализацию стратегии устойчивого территориального развития. Подобный подход позволяет достичь эколого-экономического баланса между защитой окружающей среды и развитием местной экономики (Шеремет, 2019).

Под современным геопарком должна пониматься уникальная природная территория с современной образовательной программой, а также инновационным управлением и

необходимым инфраструктурным наполнением. Одним из основных направлений функционирования геопарков ЮНЕСКО является развитие геотуризма, отвечающего за реализацию как просветительских, так и социально-экономических целей (Ковалев, 2019). Геопарки в обязательном порядке должны поддерживаться информацией и научными исследованиями, а их территория, в пределах которой находятся значимые геологические и иные объекты, должна быть максимально открытой и доступной для всех туристов (Ghani et al., 2013; Dowling, 2015). С одной стороны, геотуризм позволяет сохранить и поддержать природные и культурные богатства региона, а с другой – воспользоваться доходами от развития устойчивого туризма местному населению.

По состоянию на начало 2024 года в Глобальную сеть геопарков ЮНЕСКО входит 195 геопарков, из них 109 геопарков находятся в 28 странах Европы (рис. 2.3).

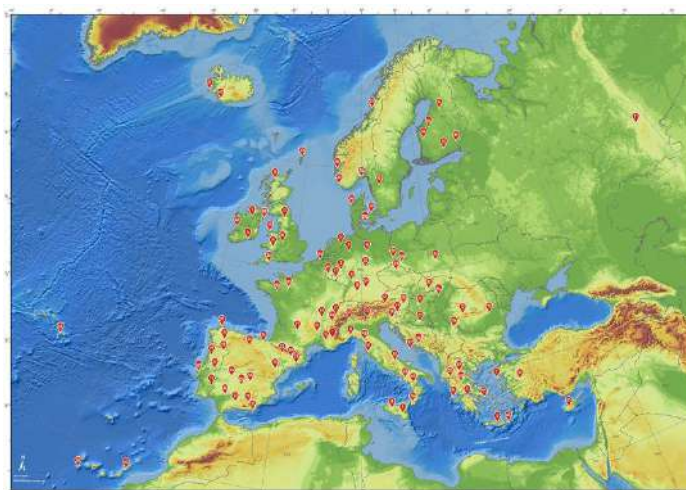


Рис. 2.3. Система Европейских геопарков (European Geoparks Network, URL: <http://www.europeangeoparks.org/>)

В России на сегодняшний день официально функционируют 3 геопарка: геопарк «Алтай» (Республика Алтай, 2015) – находится в стадии подготовки документов для включения в Глобальную сеть геопарков ЮНЕСКО; геопарк «Янган-Тау» (Республика Башкортостан, 2017) – получил статус глобального геопарка ЮНЕСКО в 2020 г.; региональный геопарк «Ундория» (Ульяновская область, 2018) – геопарк с правовым режимом природного заказника. Но несмотря на столь небольшое количество геопарков, с каждым годом тенденция к созданию геопарков в России стремительно нарастает, что связано с развитием познавательного туризма и обеспечением сохранения объектов, представляющих большое экологическое, археологическое, культурное и геологическое значение (Лунева, 2021). В конце 2018 г. был подписан указ о создании геопарка «Торатау» в Республике Башкортостан. Заявка на включение данного геопарка в Глобальную сеть геопарков ЮНЕСКО была сформирована в 2021 г. С учетом критериев ЮНЕСКО ведутся работы по проектированию следующих геопарков: «Ингерманландия» (Ленинградская

область), «Кембрий» и «Мирный» (Якутия), «Ольхонский» (Иркутская область), «Гирвас» (Республика Карелия), «Сарыкум и Нарат-Тюбе» (Республика Дагестан) и др. (Светов и др., 2016; Джамирзоев и др., 2017; Ардисламов и др., 2019).

В настоящее время Болгария находится в листе ожидания для вступления в международную сеть геопарков ЮНЕСКО (Калуцкова и др., 2019). Одной из перспективных территорий для создания геопарка является территория природной достопримечательности Белоградчишские скалы, которая находится в северо-западной части страны. Планируемый геопарк находится в пределах Видинской области и охватывает 4 общины: Белоградчик, Димово, Чупрене и Ружинци. Примерная площадь геопарка «Белоградчишские скалы» составляет около 137,3 тыс. га (рис. 2.4).



Рис. 2.4. Местоположение планируемого геопарка «Белоградчишские скалы» (составлено автором)

Ядром геопарка являются непосредственно сами Белоградчишские скалы, занимающие площадь около 5 тыс. га. Они представляют собой выходы красноцветных терригенных конгломератов и песчаников триасового возраста. Большая часть территории покрыта дубовыми лесами. Общая протяженность скального комплекса 30 км, а ширина – 6-7 км. (Калуцкова и др., 2008).

В настоящее время территория ядра определена как объект эстетической и научной ценности. Это самое крупное скальное образование в районе Предбалкан, получившее мировую известность и номинируемое на включение в систему геопарков ЮНЕСКО (Sinnyovsky, 2011). Развитие устойчивого геотуризма на территории планируемого геопарка является одним из приоритетных направлений, поэтому здесь должна быть организована сеть туристических маршрутов, охватывающая наибольшее количество

уникальных геоморфологических объектов и эстетически привлекательных ландшафтов (Шеремет и др., 2020).

## **2.2. Физико-географическая характеристика территории планируемого geopарка**

### **2.2.1. Геолого-геоморфологическое устройство**

Согласно физико-географическому районированию территория Северо-Западной Болгарии относится к провинции Предбалкан. В геолого-геоморфологическом отношении исследуемая территория находится в пределах западных секторов трех областей: Дунайской равнины, Предбалкан и горного хребта Стара-Планина (Основни на геологията..., 1946; Геоложка карта на България, 1989, 1995; Бончев, 1960; Йорданова, Дончев, 1997; Пенин, 2007).

**Дунайская равнина** представляет собой обширное плато с низинным, волнообразно-холмистым характером поверхности. Абсолютные высоты колеблются от 150 до 400 м н.у.м. Дунайская равнина является частью Мизийской платформы. Основание ее сложено смятыми в складки магматическими породами палеозойского возраста. Выше лежат осадочные отложения мезозоя и кайнозоя (известняки, мергели, глины, а также пески и гравий) (Загорчев и др., 2009). Продолжительные экзогенные процессы сформировали на месте гор широкие пенеплены, которые до неогенового времени не подвергались процессам горообразования. В плейстоцене на территории образовался лессовый покров, оказавший существенное влияние на характер рельефа, гидрологии, почвенного покрова. В неогене территория испытала периодические колебания, сопровождавшиеся поднятием одних блоков и опусканием других, с формированием в них горных озёр. Эоловые процессы в посленеогеновое время привели к формированию плаща лёссовых отложений. Мощность лессового покрова варьирует в пределах 50-70 м вдоль берегов Дуная до нескольких метров на юге равнины. На юге классические лёссы постепенно сменяются лессовидными глинами. Низменные равнины в районе Дуная выполнены аллювиальными песчано-глинистыми отложениями с примесью гальки (Герасимов, 1949). Равнина расчленена долинами средних и малых рек: Лом, Скомля, Арчар и их притоками.

**Западный сектор Предбалкан** занимает промежуточное положение между Дунайской равниной и Стара-Планиной. Область простирается с запада на восток. Южная граница определяется Салашско-Превальским понижением. Средняя абсолютная высота в районе Предбалкан 500-600 м н.у.м. (Загорчев и др., 2009). Область в целом относится к низкогорьям и, местами, среднегорьям.

Формирование Предбалкан приходится на конец кайнозоя – начало мезозоя. Представляет собой шесть параллельно протягивающихся с запада на восток антиклиналей и синклиналей сложенными мезозойскими и третичными известняками, доломитами и песчаниками. Хребты имеют кулисообразную форму. В результате продолжительной эрозии первоначальные структуры были разрушены, сформировав эрозионную сеть, соответствующую тектоническому строению территории. В районе г. Белоградчик вскрываются древние палеозойские скальные выходы, слабее подверженные эрозионным процессам (Тронков, 1998).

В пределах области выделяются четыре геологических района. Северный район представляет собой наклонные и разломленные антиклинали. Западный район включает в себя блоково-денудационные антиклинали – Владимирская и Маркова. Средний район включает две антиклинали: Деветаш и Тырновская, а также Луковицкую антиклиналь. Южный район с запада окружен Белоградчишской антиклиналью (Данов и др., 1958; Тронков, 1974). Абсолютные высоты увеличиваются при движении к хребту Стара-Планина с севера и северо-востока к югу и юго-западу от 500-700 м до 1000 м н.у.м.

В неогене территория испытывала троекратные чередования поднятия и относительного покоя. В это время реки начали прорезать глубокие ущелья и оформлять террасы (р. Искыр, р. Скомля, р. Лом). Особую роль в этой области имеют карстовые процессы. Карстовые формы рельефа приурочены к местам известняковых отложений и представлены, в частности, пещерами.

**Западный сектор горного хребта Стара-Планина.** Хребет Стара-Планина расположен в южной части изучаемой территории. Средняя абсолютная высота хребтов достигает 722 м, а максимальная – более 1000 м. Горы образовались в альпийское время (Пенин, 2007). В пределах северо-западной Болгарии хребет имеет длину около 30 км и ширину до 13 км. Стара-Планина является природной границей между Северной и Южной Болгарией. По ее грядам проходит и главный водораздел страны. Западная область Стара-Планины сложена двумя крупными антиклиналями – Берковской и Свогенской (Данов и др., 1958). Регион прорезает обширная долинно-речная сеть, образуя ущелья.

Стара-Планина является частью Альпийско-Гималайского складчатого пояса. Горы имеют достаточно контрастную структуру. Центральные части антиклинали состоят из палеозойских и докембрийских пород – гранитов, гранодиоритов, сланцев, кварцитов и др. Периферийные части сложены карбонатными мезозойскими отложениями: известняками, песчаниками, доломитами, конгломератами (Гъльбов, 1982). В результате повторяющихся движений образовались четыре денудационные поверхности, а по долинам рек – четыре речные террасы. Широко распространены поверхностные и подземные карстовые формы

рельефа, особенно в западной области региона – Врачанска, Чепан и Понор планина и долина р. Нишава.

### **2.2.2. Климатические особенности региона**

Ключевую роль в формировании климата Северо-Западного региона Болгарии играет хребет Стара-Планина, являющийся особым климатическим и, в тоже время, геолого-геоморфологическим рубежом, отделяющим север и северо-запад страны в частности (Топлийски, 2006). Исследуемый регион находится в пределах европейско-континентальной климатической зоны, в подзоне умеренно-континентального климата (Събев, Станев, 1963; Тишков, 1976). Климат формируется под воздействием атлантических воздушных масс, западного переноса и северо-восточных воздушных масс из глубины материка (Станев, 1991).

Под влиянием западного атмосферного переноса, характерного для умеренных широт, осенью и зимой путь циклонов смещается в юго-восточном направлении (Velikov, Stoyanova, 2007). Старопланинский хребет является барьером для воздушных масс с северо-запада и северо-востока. Определенную роль имеют закрытые котловины и крупные отрицательные формы в целом, в которых образуются термические инверсии (Petkova et al., 2005).

Климатические параметры закономерно сменяются при движении с севера на юг за счет подъема территории от Дунайской равнины к Предбалканам и горному хребту Стара-Планина: среднегодовые температуры снижаются, а среднегодовое количество осадков увеличивается (Marinova et al., 2017).

Климатические характеристики провинций в пределах северо-западной Болгарии закономерно различаются. Для Дунайской равнины характерна среднегодовая температура около 12°C, средние температуры января и июля составляют около 2°C и 25°C, соответственно. Годовая сумма осадков варьирует от 550 до 800 мм, из них 30% приходится на летние месяцы. Таким образом, максимум осадков отмечается в мае-июне, а минимум – в феврале (Bocheva, Malcheva, 2020). К северу эти различия несколько уменьшаются.

Среднегодовые температуры области Предбалкан составляет около 10,8 °C. Средняя температура января -1,5°C, июля 22°C. Для низменных частей области характерны температурные инверсии, там средняя температура января может опускаться до -8°C. Среднегодовое количество осадков увеличивается с севера на юг от 600 до 1000 мм (рис. 2.5).

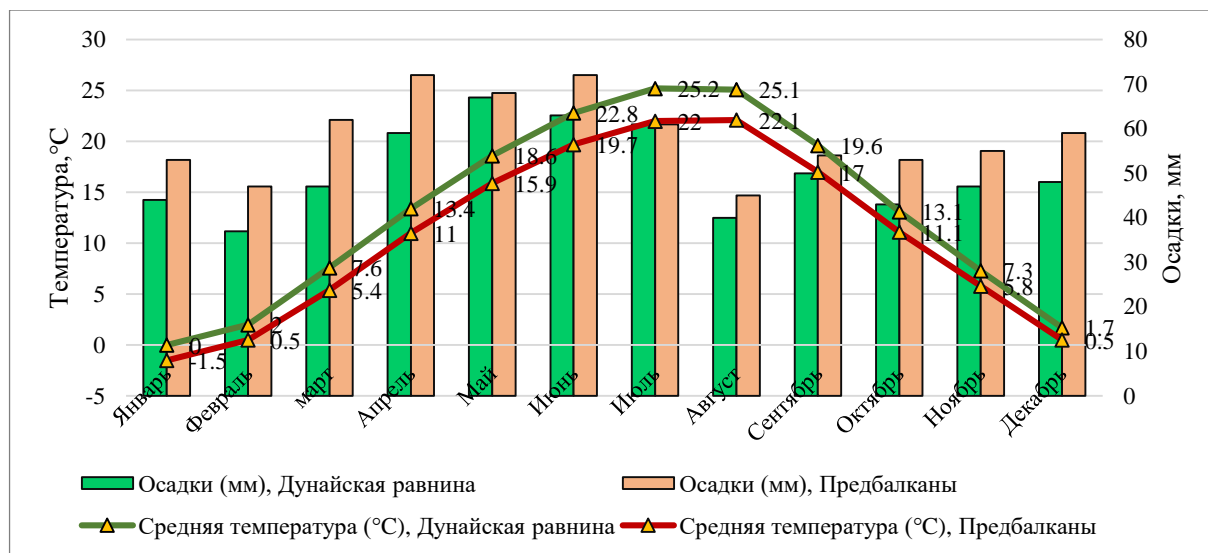


Рис. 2.5. Изменение средней температуры и атмосферных осадков в пределах Дунайской равнины и Предбалкан за 1999-2021 гг. (Climate Data, URL: <https://ru.climate-data.org>)

Область хребта Стара-Планина характеризуется среднегодовой температурой около  $-0,7^{\circ}\text{C}$ . Средние температуры января варьируют от 0 до  $-5^{\circ}\text{C}$ , средние температуры июля – от 8 до  $25^{\circ}\text{C}$  в зависимости от высоты над уровнем моря. Годовая амплитуда температур не больше  $16-18^{\circ}\text{C}$ . Годовое количество осадков растет по мере поднятия в горы и достигает  $1200-1400$  мм на северных склонах, на южных – до  $550$  мм. Максимум осадков приходится на весну, минимум – на зиму (Malcheva, 2017).

### 2.2.3. Гидрологические особенности региона

Основными факторами, влияющими на гидрологические особенности равнины, являются рельеф местности, годовое распределение осадков, значительное испарение и интенсивность инфильтрации в зависимости от состава и строения подстилающих пород (Пенчев, 1986). Все реки равнины являются притоками Дуная и относятся к водосборному бассейну Чёрного моря (Атлас..., Гидроложка карта, 1973) (рис. 2.6).

Северная и северо-восточная граница исследуемого региона проходит по р. Дунай. Тип его питания – смешанный с хорошо выраженным весенним половодьем. Река имеет важное хозяйственное значение в судоходстве, промышленности, сельском хозяйстве и туризме. Вдоль его берегов сооружены крупные оросительные системы, приуроченные к озерно-болотным системам в поймах Дуная. Для нетронутых антропогенным воздействием пойм реки характерно наличие близко залегающих грунтовых вод (Водните ресурси на България..., 1966).

Крупные реки северо-востока Болгарии – Арчар, Лом, Видбол, Войнишка, Тополовец и др. В основном берут начало в горах Стара-Планина – главного водораздела Болгарии. Для них характерен снежно-дождевой режим питания с весенним половодьем.

Реки в пределах равнины (рр. Делейнска, Рабровска, Скомля) более мелкие и в летнюю межень практически пересыхают. Они имеют подземное питание и зимнее-весеннее половодье.

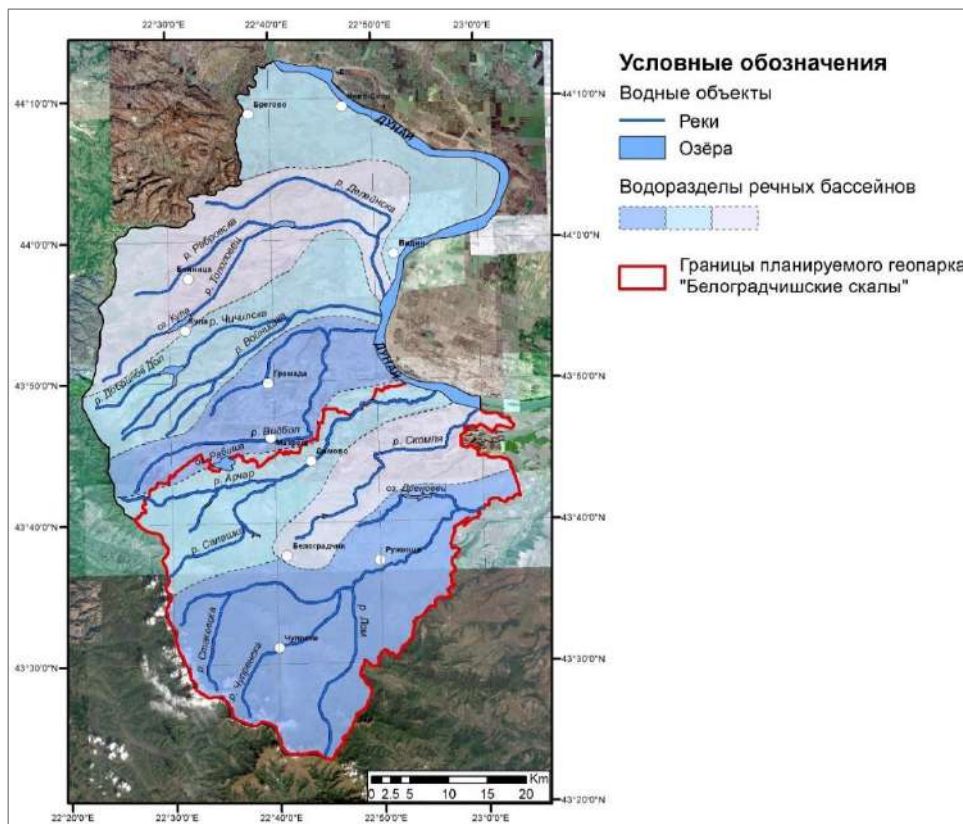


Рис. 2.6. Гидрологические особенности Северо-Западной Болгарии (Атлас... Хидроложка карта, 1973)

Самым крупным внутренним озером является тектоническое озеро Рабиша глубиной около 35-40 м. Данное озеро включено в орошаемую систему как водохранилище (плотина высотой 12,8 м), собирающее воды р. Арчар и р. Видбол. К крупным озерам относятся оз. Полетковци, относящееся к бассейну р. Войнишка, оз. Дреновец – бассейн р. Лом, оз. Кула – бассейн р. Кула (Министерство на околната среда и водите, URL: <https://www.moew.government.bg/>).

Ко множеству карстовых полостей приурочены большие запасы подземных вод. Они наиболее распространены в толщах отложений, сложенных мергелями и известняками. В пределах хребта Стара-Планина также имеются единичные источники минеральных вод (Йорданова, Чубриева, 1997).

#### 2.2.4. Почвенный покров региона

**Почвы Дунайской холмистой равнины.** Почвенный покров Дунайской равнины относится к Северо-болгарской лесостепной почвенной зоне (рис. 2.7) (Гюров, Артинова, 2001; Kolchakov et al., 2005; Shishkov, Kolev, 2014; Shishkov, 2019).



Согласно классификации почв 1977 года (Егоров и др., 1977) и World Reference Base (IUSS Working Group WRB, 2022) здесь встречаются три генетических типа почв: чернозёмы (Chernozems), лугово-чернозёмные (Phaeozems) и аллювиальные (Fluvisols) почвы.

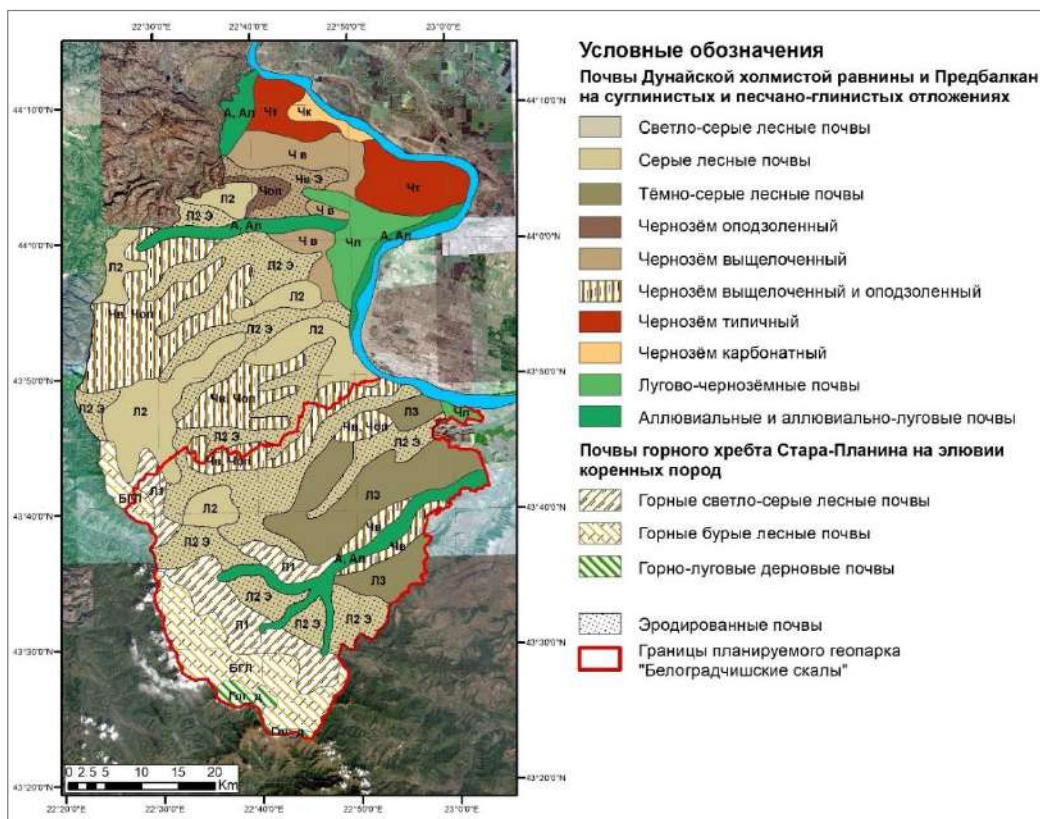


Рис. 2.7. Почвенная карта Северо-Западной Болгарии (Пенков и др., 1992; Койнов и др., 1998; Атлас... Почвена карта, 1973; Soil Atlas..., 2005; с дополнениями автора)

Чернозёмные почвы развиты в условиях степных и лесостепных ландшафтов Дунайской равнины. Они приурочены к холмистым равнинам с лёссовым покровом, с сухим умеренно-континентальным климатом и сухолюбивой травянистой растительностью (Герасимов и др., 1959; Койнов, 1964). Чернозёмы представлены следующими подтипами – карбонатные, типичные, выщелоченные и оподзоленные. В *чернозёмах карбонатных* материнская порода представлена лёссами, подстилаемыми карбонатными породами. *Чернозёмы типичные* распространены южнее карбонатных и приурочены к холмистым расчлененным равнинам. Они формируются на лёссах или лессовидных суглинках.

В пределах наиболее возвышенных частей Дунайской равнины, где в прошлом преобладающее распространение имели смешанные дубовые леса в сочетании с участками луговых степей, развиваются чернозёмы выщелоченные и оподзоленные. *Выщелоченные чернозёмы* сформировались в типичных лесостепных условиях под дубравами с участками луговых степей. По сравнению с выше рассматриваемыми почвами для чернозёмов

выщелоченных характерен более тяжелый гранулометрический состав, карбонаты вымыты в иллювиальный горизонт. *Оподзоленные чернозёмы* занимают отдельные участки в наиболее возвышенных частях Дунайской равнины. Они сформировались на более тяжелых по механическому составу лёссовидных отложениях или плиоценовых суглинках в условиях лесостепи с преобладанием широколиственной растительности (Теохаров и др., 2015; Hristov et al., 2017).

*Лугово-чернозёмные почвы* представляют собой полугидроморфный аналог чернозёмов. Данные почвы распространены пятнами среди чернозёмов в пределах плоских слабодренированных водоразделов, надпойменных террас и в относительно пониженных элементах рельефа. Развиваются почвы преимущественно под лугово-степной растительностью.

На поймах Дуная и других крупных рек сформировались классические *аллювиальные слоистые почвы*. Материнскими породами для этих почв служат аллювиальные отложения Дуная и его притоков, а также делювиальные лёссовидные суглинки (Койнов и др., 1998).

**Почвы холмистых территорий Предбалкан.** Согласно классификации почв 1977 года (Егоров и др., 1977) и World Reference Base (IUSS Working Group WRB, 2022) в пределах Предбалканья преобладают два типа почв: чернозёмы (Chernozems) и серые лесные (Luvisols).

Почвы чернозёмного ряда включают *чернозёмы оподзоленные* и *выщелоченные*. В условиях более влажного умеренно-континентального климата и хорошо выраженной лесостепной растительности с преобладающими в прошлом дубовыми и дубово-грабовыми лесами сформировались *серые лесные почвы*. Эти почвы приурочены к холмистому и низкогорному сильнорасчлененному рельефу и развиты на бескарбонатных темноокрашенных плиоценовых глинах, красно-бурых глинах и суглинках, продуктах выветривания известняков, мергелях, гранитах и др. Серые лесные почвы подразделяются на три подтипа: темно-серые, серые и светло-серые лесные почвы. (Герасимов и др., 1959; Койнов, 1964; Filcheva, 2015).

*Тёмно-серые лесные почвы* формируются на тяжелых породах, имеют очень слабые признаки оподзоливания и мощный гумусовый горизонт (до 35 см).

*Серые лесные почвы* приурочены к смешанным лесам. Они характеризуются более выраженными процессами оподзоливания и элювирования с локальным формированием подзолистого горизонта и меньшей мощностью гумусового горизонта.

*Светло-серые лесные почвы* сформировались на элювии бескарбонатных пород под дубовыми и смешанными лесами. За счет облегченного состава для них характерно низкое

содержание органического вещества, но при наличии локальных водоупоров проявляется поверхностное переувлажнение (Розов, 1964; Пенков и др., 1981; Донов, 1993).

На выходах скальных пород формируются *литогенные почвы* с щебнисто-мелкоземистым материалом в верхней части профиля, подстилаемом коренными породами. При подстилании бескарбонатными породами формируются литозёмы грубогумусовые с небольшой прослойкой органического материала разной степени разложения, залегающей на мелкозёмах с обломками подстилающих пород.

На элювии карбонатных пород формируются специфические *карболитозёмы темногумусовые (рендзины)*. Для них характерно наличие мощного хорошо прокрашенного гумусового горизонта, слабые или вовсе отсутствующие признаки оподзоливания и нейтральная или слабощелочная реакция почвенной среды (Bogdanov et al., 2015; Теохаров, 2019; Hristov et al., 2021). Почвенный профиль содержит обломочный материал подстилающих карбонатных пород.

**Почвы горного хребта Стара-Планина.** Почвенный покров горных областей характеризуется высокой контрастностью, связанной со сложностью рельефа и неоднородностью почвообразующих пород (Hristov, Filcheva, 2017). Главным образом, горные почвы формируются под смешанными буковыми и отчасти хвойными лесами с примесью кустарников, а также под луговой растительностью. Разнообразие почв можно свести в несколько контрастных групп: горные светло-серые лесные, горные бурые лесные (Cambisols) и горно-луговые (Umbrosols) почвы (Егоров и др., 1977; IUSS Working Group WRB, 2022).

*Горные светло-серые лесные почвы* сформировались на бескарбонатных породах, имеют небольшой гумусовый горизонт (до 20 см) и включения каменисто-щебнистого материала в почвенном профиле.

*Горные бурые лесные почвы* распространены в горных районах с сильно расчлененным рельефом на высотах от 800 до 1800-2000 м н.у.м. Эти почвы развиты преимущественно в зоне горно-лесного пояса, для которого характерны высокая влажность, большое количество осадков и умеренные колебания температуры (Зонн, 1957; Атанасов, Пенков, 1971). Почвообразующие породы достаточно разнообразные, преобладают бескарбонатные (граниты, сланцы, гранито-гнейсы, песчаники и др.) (Artinova, 2014). В пределах Старо-Планинского горного массива распространены горные темные и светлые бурые почвы, отличающиеся по выраженности гумусового горизонта. Темно-бурые лесные почвы развиваются на высотах между 1200 и 1800 м н.у.м., где естественная растительность представлена елово-пихтовыми лесами с примесью широколиственных пород. На высотах между 700 и 1400 м н.у.м. распространены светло-бурые почвы. Они формируются под

чистыми буковыми или под смешанными широколиственными лесами (Зонн, 1961; Artinova, Gurov, 1985).

*Горно-луговые почвы* приурочены к высокогорным безлесным районам на высоте от 1400-1600 м н.у.м. до вершин. Они сформировались в условиях горного климата под влиянием специфической горно-луговой растительности, преимущественно на гранитах и сланцах и отличаются высоким содержанием органического вещества (Artinova, Gurov, 1985).

Сложный предгорный и горный рельеф северо-западной Болгарии определил широкое распространение *смытых (эродированных) почв* (Rousseva et al., 2016). Они занимают по разным оценкам до трети территории. Смытые почвы характеризуются уменьшенным, хуже оструктуренным гумусовым горизонтом и пониженным содержанием гумуса по сравнению с местным эталоном (Hristov et al., 2009).

### 2.2.5. Растительный покров региона

Регион исследования принадлежит к Юго-восточной провинции Среднеевропейской флористической области, для которой характерно преобладание широколиственных лесов (Йорданов и др., 1995; Анчев, 2011). Особое значение имеет горный хребет Стара-Планина, который оказывает большое влияние на характер распространения растительности, так как играет роль фитоклиматического барьера, от которого в значительной степени зависит разнообразие растительного покрова (Герасимов и др., 1959) (рис. 2.8).

**Растительность Дунайской равнины** относится к лесостепной зоне. Вследствие активного хозяйственного освоения естественная растительность здесь практически полностью сведена и заменена культурной. Сохранились отдельные пятна луговой растительности, которые используются в качестве кормовых угодий. Также встречаются степные виды с преобладанием дерновинных злаков, ксерофитов и эфемеров (Vassilev, Apostolova, 2013).

На надпойменных террасах сохранились смешанные дубовые (*Quercus pubescens* Willd., *Q. robur* L., *Q. cerris* L.) и грабовые (*Carpinus betulus* L.) леса с примесью ясеня белого и остроплодного (*Fraxinus ornus* L., *F. oxycarpa* Willd.), клёна гирканского (*Acer hyrcanum* Fisch.) и кустарниковых зарослей из боярышника (*Crataegus laevigata* Poir.), терпентинного дерева (*Pistacia terebinthus* L.), а также кустарников лещины обыкновенной (*Corylus avellana* L.), сливы колючей (*Prunus spinose* L.), шиповника (*Rosa canina* L.) и др. Местами встречаются искусственные насаждения из гибридных видов тополей (*Populus* × *canadensis* Moench., *Populus* × *acuminata* Rydb.), робинии лжеакация (*Robinia pseudoacacia* L.) и др. По берегам рек и на речных островах произрастают ива (*Salix alba* L., *S. aurita* L.), тополь

(*Populus alba* L., *P. nigra* L.), ольха (*Alnus alnobetula* Ehrn.) и вяз (*Ulmus minor* Mill., *U. glabra* Huds.) (Велчев и др., 1992; Petrova, Vladimirov, 2010; Кожухаров, Анчев, 2012).



Рис. 2.8. Карта растительности Северо-Западной Болгарии (Атлас...: Карта на растителността, 1973; Бондев, 1991; Асьов, Петрова, 2006; с дополнениями автора)

**Растительность холмистых территорий Предбалкан.** В Предбалканье растительность холмистых территорий представлена в основном мезофитными и местами ксерофитными видами. Это зона смешанных широколиственных лесов средневропейского типа с преобладанием дуба (*Quercus cerris* L., *Q. petraea* Matt., *Q. robur* L., *Q. frainetto* Ten.), граба (*Carpinus betulus* L., *C. orientalis* Mill.) и бука (*Fagus sylvatica* L.). В примеси отмечен клён полевой и гирканский (*Acer campestre* L., *A. hyrcanum* Fisch.), вяз малый (*Ulmus minor* Mill.), липа мелколистная и крупнолистная (*Tilia cordata* Mill., *T. platyphyllos* Scop.), ясень

обыкновенный и горный (*Fraxinus excelsior* L., *F. rhynchophylla* Hance) и др. Местами встречаются искусственные посадки из сосны черной и румелийской (*Pinus nigra* J.F.Arnold, *P. peuce* Griseb.), а также разросшиеся заросли лжеакация (*Robinia pseudoacacia* L.). Вдоль рек произрастают некоторые виды ивы (*Salix* L.) и тополя (*Populus* L.). В кустарниковом ярусе доминируют лещина обыкновенная (*Corylus avellana* L.), боярышник обыкновенный и вееролистный (*Crataegus laevigata* Poir., *C. rhipidophylla* Gandoger), слива колючая (*Prunus spinosa* L.), кизил обыкновенный (*Cornus mas* L.), бересклет европейский (*Euonymus europaeus* L.), ежевика кустистая (*Rubus fruticosus* L.), иглица (*Ruscus Tourn. ex* L.) и др. Среди густых зарослей часто встречается лиановидный кустарник ломонос виноградолистный (*Clematis vitalba* L.). В наиболее богатых местообитаниях произрастают сирень (*Syringa* L.) и сумах (*Rhus* L.) (Велчев и др., 1992; Velchev, 1998; Petrova, Vladimirov, 2010; Кожухаров, Анчев, 2012).

**Растительность горного хребта Стара-Планина** во многом определяется высотной поясностью. Континентальные климатические условия значительно влияют на дифференциацию растительных поясов в горах (Захариев, 1979). До 800 м н.у.м. распространены широколиственные леса с преобладанием дуба (*Quercus cerris* L., *Q. frainetto* Ten., *Q. robur* L.) и граба (*Carpinus betulus* L.). На высоте от 800 до 1200/1500 м н.у.м. произрастают смешанные буковые леса (*Fagus sylvatica* L., *F. orientalis* Lipsky), часто с примесью ясеня белого (*Fraxinus ornus* L.), клёнов белого и полевого (*Acer pseudoplatanus* L., *A. campestre* L.) и липы серебристой (*Tilia tomentosa* Moench.). Для буковых лесов характерно присутствие кустарников лаврового типа в подлеске, таких как лавровишня (*Prunus laurocerasus* L.), рододендрон (*Rhododendron ponticum* L.) и др.

На высотах 1200/1500 до 1400/1800 м н.у.м. появляются хвойные леса европейского бореального типа из пихты белой (*Abies alba* Mill.) и ели обыкновенной (*Picea abies* L.), местами примешиваются сосна обыкновенная и румелийская (*Pinus silvestris* L., *P. peuce* Griseb.), клён Гельдрейха (*Acer heldreichii* Orph.). Кустарниковые виды представлены боярышником (*Crataegus laevigata* Poir.), рябиной (*Sorbus aucuparia* L.) и др. (Tashev, 1999; Petrova, Vladimirov, 2010; Кожухаров, Анчев, 2012).

В поясе безлесной высокогорной растительности от 1400/1800 м н.у.м. и выше, распространены субальпийские кустарниковые редколесья из сосны горной (*Picea mugo* Turra.), можжевельника (*Juniperus communis* L., *J. sibirica* Burgsd.) и голубики (*Vaccinium uliginosum* L.), а также травяно-кустарничковые формации из черники обыкновенной (*Vaccinium myrtillus* L.), брусники (*Vaccinium vitis-idaea* L.), белоуса (*Nardus stricta*), осоки (*Carex curvula*, *C. laevis*), овсяницы (*Festuca balcanica*, *F. valida*, *F. rubra*), сеслерии (*Sesleria phleoides*), брукенталии (*Bruckenthalia spiculifolia*), полевицы (*Agrostis capillaris*) и др.

(Ганчев и др., 1964; Стоянов и др., 1966; Андреев и др., 1992; Делипавлов, Чешмеджиев, 2011). Здесь распространены так называемые «полонины» – выровненные вершинные поверхности с лугами.

### 2.2.6. Ландшафтная структура территории планируемого геопарка

Согласно существующей классификации ландшафтов, исследуемая территория относится к умеренному поясу, суббореальному подполюсу, семигумидному биоклиматическому сектору, зоне широколиственных лесов (Романова, 1997; Петров, 1997; Велчев и др., 2011). Регион исследования включает 20 ландшафтов (рис. 2.9а, 2.9б).

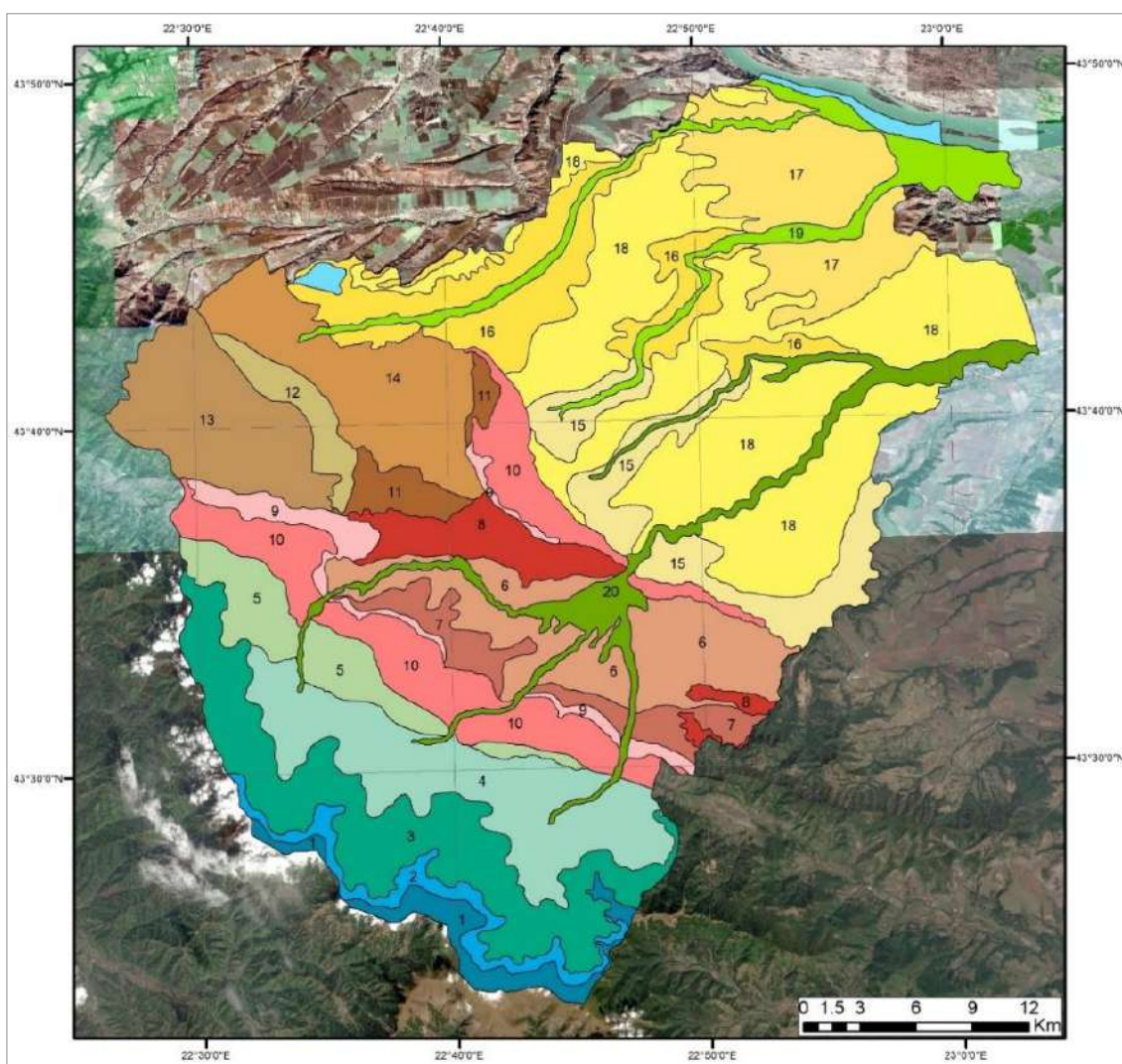


Рис. 2.9а. Ландшафтная карта на территорию планируемого геопарка «Белоградчишские скалы» (Тодоров, Алексиев, 2012; Калуцкова и др., 2019; с дополнениями автора)

## Условные обозначения

- |    |   |
|----|---|
| 1  | Высокогорья блоково-разломные, сложенные кристаллическими породами каменноугольного и триасового периода, с горно-луговыми дерновыми маломощными почвами под субальпийскими лугами и криволесьями из сосны горной ( <i>Picea mugo</i> ) и можжевельника ( <i>Juniperus communis</i> , <i>J. sibirica</i> )  |
| 2  | Среднегорья складчатые, сложенные гранодиоритами и гнейсами каменноугольного периода, с горными темно-бурыми лесными почвами под елово-пихтовыми мертвопокровными лесами ( <i>Abies alba</i> , <i>Picea abies</i> ) с примесью бука ( <i>Fagus sylvatica</i> ), сосны ( <i>Pinus silvestris</i> , <i>P. peuce</i> ) и клёна ( <i>Acer heldreichii</i> ), а также кустарников боярышника, рябины ( <i>Crataegus laevigata</i> , <i>Sorbus aucuparia</i> )  |
| 3  | Среднегорья складчатые, сложенные гранодиоритами и гнейсами каменноугольного и пермского периода, с горными светло-бурыми лесными почвами под буковыми лесами ( <i>Fagus sylvatica</i> , <i>F. orientalis</i> ) с примесью ясеня, клёна и липы ( <i>Fraxinus ornus</i> , <i>Acer pseudoplatanus</i> , <i>A. campestre</i> , <i>Tilia tomentosa</i> )  |
| 4  | Низкогорья грядовые, сложенные гранитами, гранитогнейсами и порфиритами каменноугольного и пермского периода, с горными светло-серыми лесными почвами под дубовыми и грабово-дубовыми лесами ( <i>Quercus cerris</i> , <i>Q. frainetto</i> , <i>Q. robur</i> , <i>Carpinus betulus</i> ) с примесью клёна, ясеня и хмелеграба ( <i>Acer pseudoplatanus</i> , <i>Fraxinus ornus</i> , <i>Ostrya carpinifolia</i> )   |
| 5  | Низкогорья грядовые, сложенные конгломератами, алевролитами и песчаниками каменноугольного и пермского периода, с горными серыми лесными почвами под дубовыми и грабово-дубовыми лесами ( <i>Quercus cerris</i> , <i>Q. frainetto</i> , <i>Q. robur</i> , <i>Carpinus betulus</i> ) с подлеском из грабинника и лжеакации ( <i>Carpinus orientalis</i> , <i>Robonia pseudoacacia</i> )  |
| 6  | Предгорья грядовые, сложенные песчаниками, магматитами и гранитами ордовикского и силурийского периода, с горными светло-серыми лесными почвами под дубовыми и кленово-дубовыми лесами ( <i>Quercus cerris</i> , <i>Q. frainetto</i> , <i>Q. petraea</i> , <i>Acer campestre</i> ) с подлеском из грабинника, лжеакации ( <i>Carpinus orientalis</i> , <i>Robonia pseudoacacia</i> ) и зарослями ежевики, терна ( <i>Rubus fruticosus</i> , <i>Prunus spinosa</i> )   |
| 7  | Предгорья грядовые, сложенные конгломератами и сланцами ордовикского и силурийского периода, с горными серыми лесными почвами под дубовыми и дубово-грабовыми лесами ( <i>Quercus cerris</i> , <i>Quercus petraea</i> , <i>Q. frainetto</i> , <i>Carpinus betulus</i> , <i>C. orientalis</i> ) и зарослями терна, ежевики и шиповника ( <i>Prunus spinosa</i> , <i>Rubus fruticosus</i> , <i>Rosa canina</i> )  |
| 8  | Предгорья грядовые, сложенные терригенными красноцветными конгломератами и песчаниками триасового периода, с горными серыми лесными грубоокрашенными почвами под буково-грубово-дубовыми лесами ( <i>Quercus cerris</i> , <i>Q. petraea</i> , <i>Carpinus betulus</i> , <i>Fagus sylvatica</i> ) с примесью липы, клёна, ясеня ( <i>Tilia cordata</i> , <i>Acer campestre</i> , <i>A. hyrcanum</i> , <i>Fraxinus excelsior</i> ) и зарослями лещины, терна и кизила ( <i>Corylus avellana</i> , <i>Prunus spinosa</i> , <i>Cornus mas</i> ) |
| 9  | Предгорья наклонные, сложенные глинами, известняками и мергелями триасового и юрского возраста, с горными серыми лесными и дерново-карбонатными почвами под дубово-грабовыми и дубовыми лесами ( <i>Quercus cerris</i> , <i>Q. dalechampii</i> ) с примесью бука и клёна ( <i>Fagus sylvatica</i> , <i>Acer campestre</i> , <i>A. hyrcanum</i> )  |
| 10 | Предгорья грядово-наклонные, сложенные мергелями, известняками и алевролитами юрского и мелового периода, с горными серыми лесными и дерново-карбонатными почвами под буково-грабово-дубовыми лесами ( <i>Quercus cerris</i> , <i>Q. dalechampii</i> , <i>Carpinus betulus</i> , <i>Fagus sylvatica</i> ) с подлеском из грабинника и лжеакации ( <i>Carpinus orientalis</i> , <i>Robonia pseudoacacia</i> )  |
| 11 | Равнины грядово-увалистые, сложенные конгломератами, алевролитами и песчаниками силурийского и девонского периода, с серыми лесными почвами под дубовыми лесами ( <i>Quercus cerris</i> , <i>Q. robur</i> , <i>Q. petraea</i> ) с примесью граба, ясеня и липы ( <i>Carpinus betulus</i> , <i>Fraxinus excelsior</i> , <i>Tilia cordata</i> , <i>T. platyphyllos</i> )  |
| 12 | Равнины холмистые сложенные гранитоидами, аргиллитами и алевролитами девонского периода, с горными серыми лесными почвами под дубовыми лесами ( <i>Quercus cerris</i> , <i>Q. robur</i> , <i>Q. frainetto</i> ) с подлеском из грабинника ( <i>Carpinus orientalis</i> )  |
| 13 | Равнины холмисто-грядовые, сложенные карбонатными породами, гранитами и алевритами каменноугольного периода, с горными светло-серыми и серыми лесными почвами под дубовыми лесами ( <i>Quercus cerris</i> , <i>Q. robur</i> , <i>Q. frainetto</i> ) с подлеском из грабинника ( <i>Carpinus orientalis</i> )  |
| 14 | Равнины увалистые, сложенные гранитами, аргиллитами и диоритами каменноугольного периода, с серыми лесными почвами, преимущественно под дубово-кленовыми свидиновыми лесами ( <i>Acer campestre</i> , <i>Quercus robur</i> , <i>Q. cerris</i> ) и пашнями   |
| 15 | Равнины полого-увалистые, сложенные песками и известняками неогенового периода, с темно-серыми лесными почвами под грабово-дубовыми лесами ( <i>Quercus robur</i> , <i>Q. cerris</i> , <i>Carpinus betulus</i> ) с примесью тополя, липы и вяза ( <i>Populus alba</i> , <i>Tilia tomentosa</i> , <i>Ulmus minor</i> )   |
| 16 | Равнины холмисто-останцовые, сложенные известняками, песчаниками и глинами неогенового периода, с серыми лесными почвами и чернозёмами выщелоченными под грабово-дубовыми лесами ( <i>Quercus robur</i> , <i>Q. petraea</i> , <i>Q. frainetto</i> , <i>Carpinus betulus</i> ) и зарослями лжеакации, боярышника и шиповника ( <i>Robonia pseudoacacia</i> , <i>Crataegus laevigata</i> , <i>Rosa canina</i> )   |
| 17 | Равнины холмисто-останцовые, сложенные глинами и песками неогенового периода, с серыми и темно-серыми лесными почвами под дубравами ( <i>Quercus robur</i> , <i>Q. cerris</i> ) с примесью ясеня, клёна и вяза ( <i>Fraxinus ornus</i> , <i>Acer campestre</i> , <i>Ulmus minor</i> ) и пашнями   |
| 18 | Равнины полого-увалистые, сложенные лессовидными суглинками четвертичного периода, с темно-серыми лесными почвами и чернозёмами выщелоченными под дубравами ( <i>Quercus robur</i> , <i>Q. cerris</i> ) с примесью вяза, граба и лещины ( <i>Ulmus campestris</i> , <i>Carpinus betulus</i> , <i>Corylus avellana</i> ) и пашнями   |
| 19 | Современные речные долины, сложенные валунами, песками и гравием четвертичного периода, с аллювиальными (аллювиально-луговыми) слоистыми и лугово-чернозёмными почвами под осокорево-ивовыми зарослями ( <i>Salix aurita</i> , <i>S. fragilix</i> , <i>Carex ferruginea</i> ) с фрагментами дубовых ( <i>Quercus robur</i> , <i>Q. cerris</i> ), тополевых ( <i>Populus alba</i> , <i>P. nigra</i> ) и вязовых лесов ( <i>Ulmus glabra</i> )  |
| 20 | Современные речные долины, сложенные гравием, песками и глинами четвертичного периода, с аллювиальными и аллювиально-луговыми слоистыми почвами под ольхово-ивовыми зарослями ( <i>Salix alba</i> , <i>S. fragilix</i> , <i>Alnus alnobetula</i> ) с примесью тополя, грецкого ореха и клёна ( <i>Populus alba</i> , <i>P. nigra</i> , <i>Juglans regia</i> , <i>Acer hyrcanum</i> )  |

Рис. 2.9б. Условные обозначения к ландшафтной карте на территорию планируемого геопарка «Белоградчишские скалы» (Тодоров, Алексиев, 2012; Калуцкова и др., 2019; с дополнениями автора)



Особую рекреационно-геоморфологическую ценность имеют ландшафты ядра планируемого геопарка. Исследуемый участок, который отличается достаточно сложным геологическим строением, входит в состав крупного Белоградчишского антиклинория Предбалканской морфотектонической зоны (Тронков, 1974; Foose, Manheim, 1975). В ядре антиклинория выходят на поверхность древние докембрийские и палеозойские породы. Для его крыльев характерны типичные карбонатные мезозойские породы (Тронков, 1981). Атриктивными объектами ядра являются разнообразные скальные останцы – Белоградчишские скалы. Они образовались из фрагментов терригенных отложений триасового возраста. Процессы денудации, воздействующие на Белоградчишские скалы, начиная с позднего триаса по настоящее время, сформировали их современный облик (Sinnyovsky, 2011; Tronkov, Sinnyovsky, 2012) (рис. 2.10).

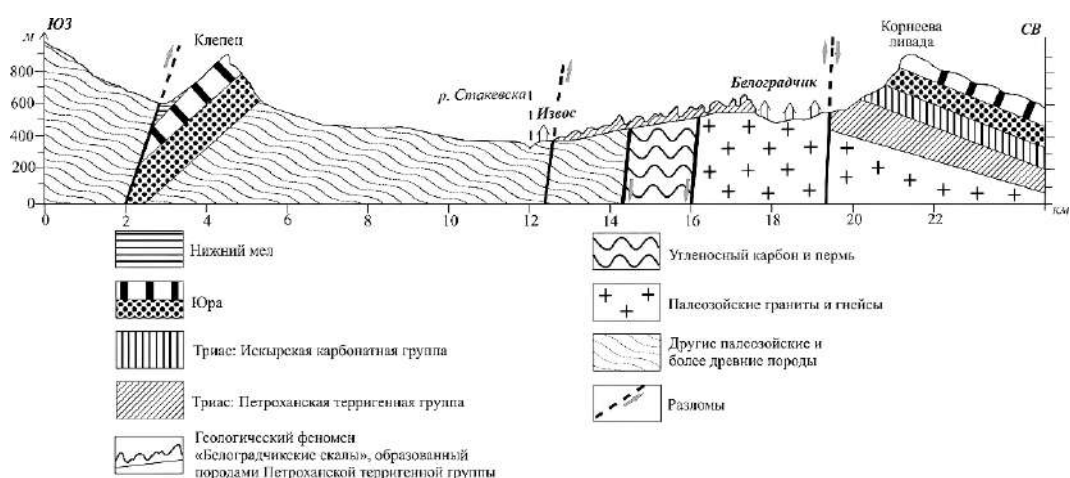


Рис. 2.10. Геологический профиль Белоградчишского антиклинория (Tronkov, 1998)

В ландшафтном отношении территория ядра Белоградчишских скал довольно сложная. В пределах данного участка выделяется три местности. В северо-восточной и западной части территории исследования выделяется местность куэст, сложенных песчаниковыми известняками и мергелями юрского, триасового и мелового возраста под скальнодубовыми лесами с примесью граба, ясеня и клёна на горных серых лесных почвах. Большую часть территории занимает местность складчатых предгорий, сложенных красноцветными конгломератами и грубозернистыми песчаниками триасового возраста под дубовыми и дубово-грабовыми лесами с подлеском на горных бурых лесных почвах. Местность долин рек сложена аллювиальными четвертичными отложениями. В настоящее время широко используется под пашни и сенокосы (Калуцкова и др., 2008; Калуцкова, Смержок, 2012) (рис. 2.11а, 2.11б).

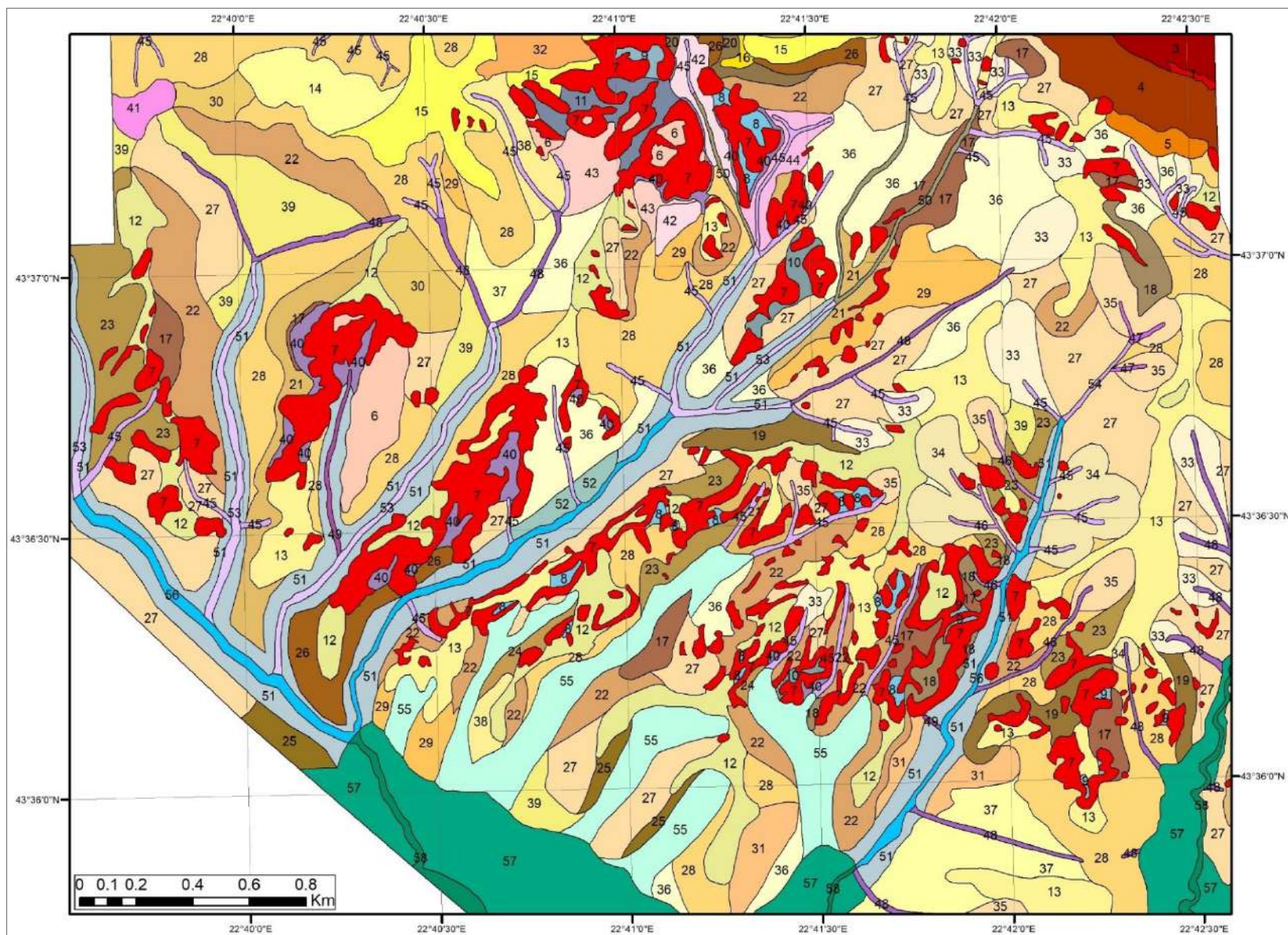


Рис. 2.11а. Ландшафтная карта на территорию ядра Белоградчишских скал (Калуцкова, Сморгжок, 2012; с дополнениями автора)

## Условные обозначения

### I. Местность куэст, сложенных песчаниковыми известняками юрского возраста

- 1 Скальные выходы известняков, лишённые растительности
- 2 Слабонаклонные вершинные поверхности куэст под дубовыми лесами (*Quercus petraea*, *Q. dalechampii*, *Q. cerris*) на горных серых лесных почвах
- 3 Очень крутые склоны куэст, осыпные, под скальнодубово-ясеневыми лесами (*Quercus petraea*, *Q. cerris*, *Fraxinus ornus*) с примесью клёна (*Acer monspessulanum*, *A. campestre*) на литозёмах
- 4 Крутые склоны куэст, осыпные, под дубовыми лесами (*Quercus petraea*, *Q. dalechampii*) с примесью граба (*Carpinus betulus*) и ясеня белого (*Fraxinus ornus*) на литозёмах
- 5 Покатые склоны куэст под грабово-кленовыми лесами (*Acer campestre*, *Carpinus betulus*) на горных серых лесных почвах

### II. Местность предгорий, сложенных петроханскими терригенными красноцветными песчаниками триасового возраста

- 6 Плоские и пологонаклонные вершинные поверхности останцов с мохово-лишайниковым покровом и редкими дубами (*Quercus petraea*) на горно-луговых маломощных торфянистых почвах
- 7 Нерасчлененные комплексы склонов и вершинных поверхностей останцов с редким мохово-лишайниковым покровом на скелетных почвах
- 8 Теснины между останцов с дубовыми лесами (*Quercus cerris*, *Q. robur*) на неразвитых горных бурых лесных почвах
- 9 Теснины между останцов с дубово-грабовыми лесами (*Quercus cerris*, *Q. robur*, *Carpinus betulus*) на неразвитых горных бурых лесных почвах
- 10 Теснины между останцов с дубово-сосновыми лесами (*Quercus cerris*, *Pinus sylvestris*) с грабинником (*Carpinus orientalis*) на неразвитых горных бурых лесных почвах
- 11 Теснины между останцов с буковыми лесами (*Fagus sylvatica*, *F. moesiaca*) на неразвитых горных бурых лесных глееватых почвах
- 12 Вершинные поверхности гряд под златобородниково-разнотравными лугами на горно-луговых почвах
- 13 Вершинные поверхности гряд под дубовыми редколесьями (*Quercus cerris*, *Q. petraea*) злаково-разнотравными на горно-луговых почвах
- 14 Вершинные поверхности гряд под дубово-грабовыми лесами (*Carpinus betulus*, *Quercus cerris*, *Q. petraea*) на горных бурых лесных почвах
- 15 Вершинные поверхности гряд под сосновыми посадками (*Pinus sylvestris*) на горных бурых лесных почвах
- 16 Вершинные поверхности гряд под городской застройкой
- 17 Очень крутые склоны гряд, осыпные, под дубовыми лесами (*Quercus petraea*, *Q. cerris*) с грабинником (*Carpinus orientalis*) на литозёмах
- 18 Очень крутые склоны гряд, осыпные, под грабово-дубовыми лесами (*Quercus petraea*, *Q. cerris*, *Carpinus betulus*) на литозёмах
- 19 Очень крутые склоны гряд, осыпные, под ясенево-дубовыми лесами (*Quercus petraea*, *Q. cerris*, *Fraxinus excelsior*) с грабинником (*Carpinus orientalis*) на литозёмах
- 20 Очень крутые склоны гряд, осыпные, под сосновыми лесами (*Pinus sylvestris*) на литозёмах
- 21 Крутые склоны гряд, осыпные, под дубовыми лесами (*Quercus petraea*, *Q. cerris*) на литозёмах
- 22 Крутые склоны гряд, осыпные, под дубовыми лесами (*Quercus petraea*, *Q. cerris*) с грабинником (*Carpinus orientalis*) на литозёмах
- 23 Крутые склоны гряд, осыпные, под грабово-дубовыми лесами (*Q. cerris*, *Q. frainetto*, *Carpinus betulus*) на литозёмах
- 24 Крутые склоны гряд, осыпные, под буково-дубовыми лесами (*Q. cerris*, *Q. frainetto*, *Fagus sylvatica*) на литозёмах
- 25 Крутые склоны гряд, осыпные, под липово-грабово-дубовыми лесами (*Q. cerris*, *Q. frainetto*, *Carpinus betulus*, *Tilia cordata*) на литозёмах
- 26 Крутые склоны гряд, осыпные, под сосновыми посадками (*Pinus sylvestris*) на литозёмах
- 27 Покатые склоны гряд, прямые, под дубовыми лесами (*Quercus cerris*, *Q. frainetto*) на горных бурых лесных типичных почвах
- 28 Покатые склоны гряд, прямые, под дубовыми лесами (*Quercus cerris*, *Q. frainetto*) с грабинником (*Carpinus orientalis*) на горных бурых лесных типичных почвах
- 29 Покатые склоны гряд, прямые, под дубово-сосновыми лесами (*Quercus cerris*, *Pinus sylvestris*) на горных бурых лесных типичных почвах
- 30 Покатые склоны гряд, прямые, под злаковыми лугами на горных бурых лесных глееватых почвах
- 31 Покатые склоны гряд, прямые, под виноградниками на горных бурых лесных окультуренных почвах
- 32 Покатые склоны гряд под городской застройкой
- 33 Покатые склоны гряд, вогнутые, под дубовыми лесами (*Quercus cerris*, *Q. robur*) на горных бурых лесных почвах

Рис. 2.11б. Условные обозначения к ландшафтной карте на территорию ядра Белоградчишских скал (Калуцкова, Смержок, 2012; с дополнениями автора)

<b>Условные обозначения</b>	
34	Покатые склоны гряд, вогнутые, под дубовыми лесами ( <i>Quercus cerris</i> , <i>Q. robur</i> ) с грабинником ( <i>Carpinus orientalis</i> ) на горных бурых лесных почвах
35	Покатые склоны гряд, вогнутые, под грабово-дубовыми лесами ( <i>Quercus cerris</i> , <i>Q. robur</i> , <i>Carpinus betulus</i> ) на горных бурых лесных почвах
36	Пологие склоны гряд под дубовыми лесами ( <i>Quercus cerris</i> , <i>Q. robur</i> ) с грабинником на горных бурых лесных почвах
37	Пологие склоны гряд под дубово-грабовыми лесами ( <i>Carpinus betulus</i> , <i>Quercus cerris</i> , <i>Q. cerris</i> ) на горных бурых лесных почвах
38	Пологие склоны гряд под дубово-сосновыми лесами ( <i>Pinus sylvestris</i> , <i>Quercus cerris</i> ) на горных бурых лесных почвах
39	Пологие склоны гряд под зарослями из терна и ежевики ( <i>Prunus spinosa</i> , <i>Rubus fruticosus</i> ) на горных бурых лесных почвах
40	Делювиальные шлейфы с буковыми лесами ( <i>Fagus sylvatica</i> ) на горных бурых лесных глеевых сильнонамытых почвах
41	Седловины под злаково-клеверовыми лугами на горных бурых лесных намытых почвах
42	Слабонаклонные поверхности педиментации под злаково-высокотравными лугами с терном ( <i>Prunus spinosa</i> ) на бурых лесных глееватых почвах
43	Слабонаклонные поверхности педиментации под акациевыми зарослями ( <i>Robinia pseudoacacia</i> ) с влажнотравьем на бурых лесных глеевых почвах
44	Слабонаклонные поверхности педиментации под буковыми лесами ( <i>Fagus sylvatica</i> ) на бурых лесных глеевых почвах
45	Лощины под дубово-грабовыми лесами ( <i>Carpinus betulus</i> , <i>Quercus robur</i> , <i>Q. cerris</i> ) на дерновых маломощных глееватых слабощебнистых почвах
46	Лощины под дубово-буковыми лесами ( <i>Fagus sylvatica</i> , <i>Quercus robur</i> , <i>Q. cerris</i> ) на дерновых маломощных слабощебнистых почвах
47	Лощины под буковыми лесами ( <i>Fagus sylvatica</i> ) мертвопокровными на дерновых маломощных слабощебнистых почвах
48	Нерасчлененные комплексы днищ и склонов оврагов под дубово-грабовыми редколесьями ( <i>Carpinus betulus</i> , <i>Quercus robur</i> ) мертвопокровными на дерновых смыто-намытых глеевых почвах
49	Нерасчлененные комплексы днищ и склонов оврагов под ясенево-грабовыми лесами ( <i>Carpinus betulus</i> , <i>Fraxinus ornus</i> ) мертвопокровными на дерновых формирующихся смыто-намытых почвах
50	Нерасчлененные комплексы днищ и склонов оврагов под дубово-буковыми лесами ( <i>Fagus sylvatica</i> , <i>Quercus robur</i> ) мертвопокровными на дерновых формирующихся смыто-намытых почвах
51	Крутые склоны крупных балок, с оплывинами, под дубово-буковыми лесами ( <i>Fagus sylvatica</i> , <i>Quercus robur</i> , <i>Q. cerris</i> ) мертвопокровными на дерновых маломощных сильнощебнистых почвах
52	Покатые склоны крупных балок под влажнотравными лугами и акациевыми зарослями ( <i>Robinia pseudoacacia</i> ) на дерновых почвах
53	Днища оврагов и балок под дубово-буковыми лесами ( <i>Fagus sylvatica</i> , <i>Quercus robur</i> ) на дерновых глеевых почвах
54	Днища оврагов и балок под буковыми лесами ( <i>Fagus sylvatica</i> ) мертвопокровными на дерновых глеевых почвах
55	Широкие днища балок под виноградниками на дерновых окультуренных почвах
56	Поймы ручьев в балках с влажнотравными лугами на дерновых мощных почвах
<b>III. Долинная местность, сложенная аллювиальными отложениями четвертичного возраста</b>	
57	Надпойменные террасы под садами и огородами на дерновых окультуренных почвах
58	Поймы рек под ивняковыми зарослями ( <i>Salix alba</i> , <i>S. fragilis</i> ) на слоистых дерновых почвах, местами оглеенных

Рис. 2.116. (продолжение)

**Местность куэст** распространена в виде разорванных ареалов в северо-восточной части изучаемой территории. Набор урочищ, которыми она представлена, весьма ограничен. К ним относятся ПТК скальных выходов, вершинных поверхностей и склонов различной крутизны.

*Урочища вершинных поверхностей куэст* со скальными выходами достигают высот свыше 800 м н.у.м. Они характеризуются преобладанием дубовых лесов с грабинником. Урочища очень крутых и крутых склонов, на которых обнажаются пласты известняков, занимают высоты от 600 до 800 м н.у.м. На очень крутых склонах произрастают скальдубово-ясеневые леса с примесью клена, а на крутых – дубовые леса из дуба

австрийского и скального с примесью граба. Пологие склоны на высоте 600 м н.у.м. характеризуются господством грабово-кленовых лесов.

**Местность складчатых предгорий** сложена петроханскими терригенными красноцветными песчаниками триасового возраста. Складчатые предгорья состоят из генетически связанных ПТК вершинных поверхностей останцов, гряд, склонов разной крутизны, балок и ложбин.

Среди *урочищ останцовых поверхностей* выделяется два типа. Первый тип представляет собой довольно крупные образования, в которых выделяются плоские широкие или слабонаклонные вершинные поверхности и крутые обрывистые склоны, практически лишенные растительности либо с отдельными пятнами мохово-лишайникового покрова; второй тип характеризуется наличием нерасчлененных комплексов пикообразных вершин и обрывистых склонов также с редким мохово-лишайниковым покровом на скелетных почвах.

Останцы первого типа занимают большие площади и протягиваются на несколько сотен метров в длину и десятки метров в ширину. Относительная высота таких останцов может достигать 40 м. Внешне останцы представляют собой слоистые крупные скальные глыбы, имеющие, как правило, красноватый оттенок. Эти останцы встречаются в северной части участка. Останцы второго типа, лишенные плоских вершин, имеют гораздо меньшие размеры, но по высоте не уступают останцам первого типа и не создают четких внешних форм.

Между останцами выделяются *урочища теснин*, заполненных крупно- и мелкообломочным материалом. Теснины отличаются повышенной влажностью и меньшим количеством поступающего света. Наиболее распространенным типом растительности в теснинах являются буковые леса. Более сухие местоположения заняты дубово-сосновыми лесами с грабинником.

*Урочища вершинных поверхностей гряд* можно разделить на два типа. Первый тип вершинных ПТК характеризуется господством луговых и степных сообществ (золотобородниково-разнотравные луга) с маломощным почвенным покровом, что обусловлено дефицитом влаги в условиях значительного среднегодового прихода тепла. В межскальных трещинах преобладают заросли низкорослых дуба скального и ясеня горного, так как здесь более влажно, а зимой снежный покров толще. Здесь формируются ПТК вершинных поверхностей под дубовыми редколесьями злаково-разнотравными.

Второй тип ПТК вершинных поверхностей представлен широкими грядами с более развитыми горно-бурыми почвами. В почвенном профиле хорошо выделяются почвенные

горизонты. Здесь сформировались дубово-грабовые леса, которые местами замещены сосновыми посадками.

*Урочища склоновых поверхностей гряд* – самые распространенные на территории Белоградчишских скал. Выделяются все возможные склоны по крутизне: от очень крутых до пологих. Очень крутые склоны – наименее распространенные комплексы. Для них характерны активные процессы денудации, что обуславливает неразвитость почв и повсеместное распространение литозёмов. Основными типами растительности в пределах очень крутых склонов являются разреженные дубовые леса, иногда в сочетании с грабом или ясенем.

Крутых склонов заметно больше. Помимо процессов денудации, им свойственны некоторые другие негативные процессы, такие как делювиальный смыл и оплывание. Как и на очень крутых склонах, в пределах этих урочищ доминирующей древесной породой является дуб. В зависимости от степени увлажнения и количества поступающей солнечной радиации к чистым дубовым лесам примешиваются граб, бук и липа. На крутых склонах имеются сосновые посадки, например, к югу от города Белградчик.

Урочища покатых склонов гряд делятся по форме профиля на покатые выпуклые и прямые и покатые вогнутые. Прямые и выпуклые склоны равномерно распространены по всей территории, а вогнутые склоны встречаются лишь в вершинах эрозионных форм рельефа в восточной части участка. Дубовые леса на оптимально увлажненных участках могут сменяться злаковыми лугами в наиболее увлажненных местообитаниях, при этом в почвах начинают наблюдаться процессы оглеения (горные бурные лесные глееватые почвы). Являясь водосборами для лощин и оврагов, вогнутые склоны отличаются хорошим равномерным увлажнением, потому на них произрастают дубовые леса.

Урочища пологих склонов гряд на горных бурых лесных почвах формируются под разными растительными сообществами – под дубовыми лесами с оптимальным увлажнением, под дубово-грабовыми лесами в слабовогнутых позициях рельефа с увеличенным увлажнением, под зарослями терна и ежевики с единичными дубами.

Урочища *делювиальных шлейфов* формируются на скоплениях продуктов разрушения скальных пород у подножий останцов. Они распространены узкими полосами вдоль останцов и занимают незначительные площади. На делювиальных шлейфах произрастают буковые леса на горных бурых лесных глеевых намытых почвах.

Урочища *седловин* представляют собой полого-вогнутые понижения в грядах, выполненные делювиальными отложениями. В пределах изученного участка встречается лишь одна седловина на северо-западе территории, которая занята злаково-клеверовыми лугами на горных бурых лесных намытых почвах.

В пределах Белоградчишских скал встречается несколько различных ПТК *поверхностей педиментации*. Они сосредоточены на севере исследуемого участка, к югу от города Белоградчик. В образовании этих поверхностей участвует несколько процессов: 1) разрушение вершинных поверхностей и скальных выходов коренных пород в результате выветривания и скопление продуктов разрушения у подножья скал или в нижних частях склонов вершинных поверхностей; 2) переотложение коллювиально-делювиального материала и выравнивание их в результате деятельности эрозионных потоков. Они заняты тремя основными типами сообществ: злаково-высокотравными лугами с терном на бурых лесных глееватых почвах, акациевыми зарослями с влажнотравьем и буковыми лесами на бурых лесных глеевых почвах.

К природно-территориальным комплексам *эрозионных форм* относятся лощины, овраги и балки, прорезающие склоны останцов и гряд. Лощины представляют собой молодые эрозионные формы с еще не выработанным поперечным профилем, с меньшей глубиной днища, по сравнению с балками и оврагами, а также более пологими склонами. Различаются лощины под дубово-грабовыми, дубово-буковыми и буковыми мертвопокровными лесами на дерновых маломощных слабощебнистых глееватых и глеевых почвах. Лощины чаще всего впадают в верховья оврагов с уже более выработанным профилем и, зачастую, с наличием временных водотоков в днище.

Овраги, в свою очередь, впадают в крупные балки. На дерновых смыто-намытых почвах произрастают дубово-грабовые и ясенево-грабовые разреженные мертвопокровные леса, а также дубово-буковые мертвопокровные леса.

В крупных балках отдельно выделяются ПТК днищ и склонов. Большая часть склонов – крутые, с оплывинами, под дубово-буковыми мертвопокровными лесами на дерновых маломощных сильнощебнистых почвах. Лишь в нескольких местах встречаются покатые склоны под влажнотравными лугами с акациевыми зарослями на дерновых почвах. Днища широких балок активно используются местным населением и заняты посадками виноградников.

**Долинная местность**, сложенная отложениями четвертичного возраста, приурочена к южной части участка. Она состоит из двух природных комплексов – надпойменных террас и поймы. *Надпойменные террасы*, сложенные древнеаллювиальными отложениями на дерновых окультуренных почвах, сейчас активно используются в хозяйствах под сады и огороды. *Пойма реки* сложена современными аллювиальными отложениями. Для неё характерны ивовые заросли с участками пойменных лугов на слоистых дерновых, местами оглеенных почвах.

### ГЛАВА 3. МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЭСТЕТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЛАНДШАФТОВ

Одна из основных задач данного исследования заключалась в верификации результатов ГИС-оценки, полученных на основе автоматизированного анализа ДДЗ, с данными полевых наблюдений. Методика эстетической оценки ландшафтов была разделена на несколько последовательных этапов (рис. 3.1).

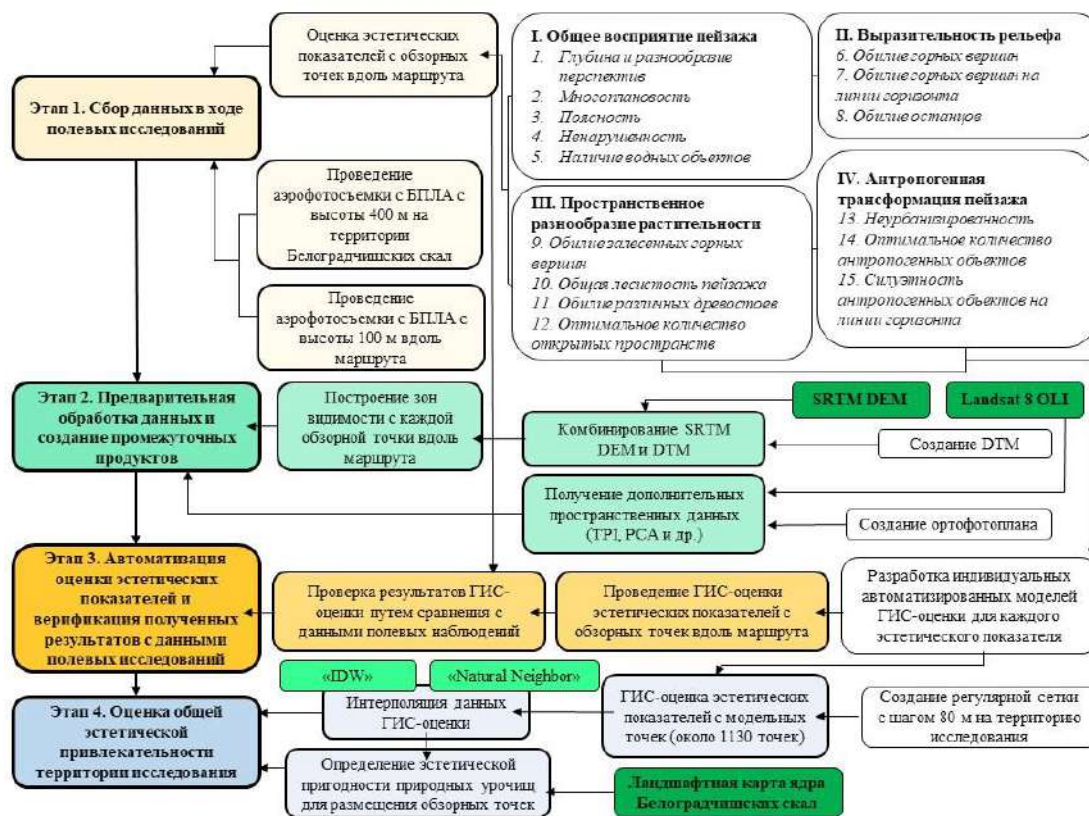


Рис. 3.1. Последовательная схема методики оценки эстетических свойств ландшафтов

Методику исследования можно разделить на четыре этапа. Первый этап – полевой – включал в себя оценку эстетических показателей ландшафта по традиционной методике К.И. Эрингиса и А.-Р.А. Бударюнаса (Эрингис, Бударюнас, 1975), которая была адаптирована для территории Белоградчишских скал. Одновременно с полевыми описаниями обзорных точек была проведена аэрофотосъемка сверхвысокого разрешения с использованием двух беспилотных летательных аппаратов с двух высот: с высоты 100 м, охватывающая территорию туристско-рекреационного маршрута «Мир скал» и с высоты 400 м, охватывающая территорию природной достопримечательности Белоградчишские скалы.

Второй этап заключался в предварительной обработке данных дистанционного зондирования (ДДЗ) для дальнейшего ГИС-анализа. Был проведен расчет зон видимости с каждой обзорной точки по маршруту, создана ДТМ (цифровая модель местности), а также рассчитаны дополнительные пространственные данные (TPI – Topography Position Index, PCA – Principal Component Analysis и др.).



На третьем этапе создавались специальные алгоритмы визуальной оценки ландшафтов. Заключительный этап представляет собой верификацию данных, полученных при автоматизированной оценке, с данными полевых исследований.

Исходными данными для проведения данного исследования являлись:

1. Полевые данные (GPS-треки, полученные при следовании вдоль туристско-рекреационных маршрутов, координаты обзорных точек, полевые оценки эстетических свойств ландшафтов, наблюдаемых с обзорных точек).
2. Результаты аэрофотосъемки с применением квадрокоптеров DJI Phantom 4 Pro и DJI Mavic Pro (произведенные облака точек, ортофотопланы и DTM).
3. Спутниковые снимки Landsat-8 OLI (разрешение 30 м).
4. Цифровые модели рельефа SRTM DEM (разрешение 30 м).
5. Производные индексы (TPI и др.).
6. Информация о расположении объектов инфраструктуры, предоставленная открытыми картографическими сервисами (Google-карты, Яндекс-карты, OpenStreetMap).

### **3.1. Полевые исследования эстетических свойств ландшафтов**

За основу оценки эстетических свойств ландшафтов была взята методика детального эколого-эстетического исследования ландшафтов (пейзажей) К.И. Эрингиса и А.-Р.А. Будрюнаса (1975). Методика включает порядка 80 элементарных эстетических показателей. Предложенная методика была разработана для эстетической оценки преимущественно равнинных ландшафтов, поэтому в ходе полевых исследований данная методика была адаптирована с учетом природных особенностей территории Белоградчишских скал. Таким образом, из общего числа оценочных показателей нами было отобрано 26 показателей, объединенных в четыре крупных блока: общее восприятие пейзажа, выразительность рельефа, пространственное разнообразие растительности и степень антропогенной трансформации пейзажа. Все показатели преимущественно с количественными характеристиками, что позволило минимизировать субъективное восприятие во время проведения полевых наблюдений.

Первый этап работы заключался в оценке эстетических свойств ландшафтов. Оценка проводилась непосредственно на местности, на примере одного из туристско-рекреационных маршрутов «Мир скал». Протяженность данного маршрута составляет около 6 км, он целиком проходит в пределах ландшафта складчатых предгорий, который отличается значительной залесенностью. Поэтому при следовании по маршруту только с 9 обзорных точек открываются пейзажные виды (рис. 3.2).

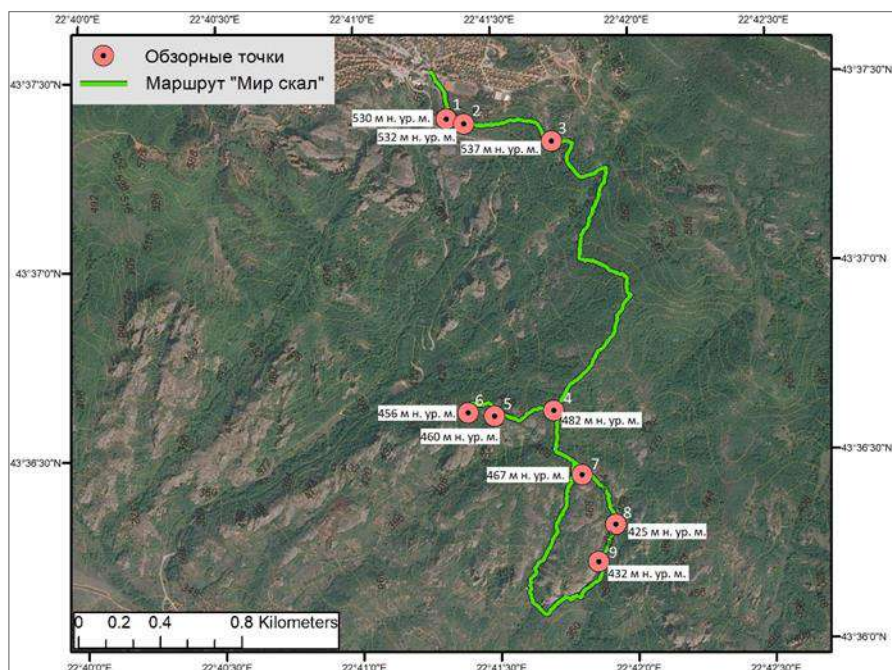


Рис. 3.2. Обзорные точки по туристско-рекреационному маршруту «Мир скал»

В таблице 3.1 приводятся основные эстетические показатели, для каждого из которых предложена определенная форма оценки.

Таблица 3.1. Эстетические показатели, отобранные для оценки на местности (Эрингис, Будрюнас, 1975; с дополнениями автора)

ЭСТЕТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ		ФОРМА ОЦЕНКИ	
<b>I. Общее восприятие пейзажа</b>	1	Доминанта в пейзаже	Не выделяется – 0 баллов Выделяется – 1 балл
	2	Яркость фона доминанты	Не выделяется – 0 баллов Выделяется – 1 балл
	3	Четкость кулис	Не выделяется – 0 баллов Выделяется: с одной стороны – 1 балл, с обеих – 2 балла
	4	Просматриваемый передний план	Не выделяется – 0 баллов Выделяется – 1 балл
	5	Глубина и разнообразие перспектив	Средняя – 1 балл Дальняя – 1 балл Сочетание обеих – 2 балла
	6	Многоплановость	Количество
	7	Поясность	Количество
	8	Красочность	Количество
	9	Ненарушенность пейзажа	Измененный – 0 баллов Частично изменен – 1 балл Неизмененный – 2 балла
	10	Наличие водных объектов	Не выделяется – 0 баллов Выделяется – 1 балл

Продолжение таблицы 3.1.

ЭСТЕТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ			ФОРМА ОЦЕНКИ
<b>II. Выразительность рельефа</b>	11	Обилие горных вершин	Количество
	12	Обилие горных вершин на линии горизонта	Количество
	13	Разнообразие скальных групп	Не выделяется – 0 баллов Однообразные – 1 балл Многообразные – 2 балла
	14	Обилие останцов	Количество
<b>III. Пространственное разнообразие растительности</b>	15	Обилие залесенных горных вершин	Количество
	16	Общая лесистость пейзажа	Нет или низкая – 0 баллов Средняя – 1 балл Высокая – 2 балла
	17	Обилие различных древостоев	Количество
	18	Четкость стволов	Не выделяются – 0 баллов Отчетливые – 1 балл
	19	Разнообразие вершинной линии лесов	Не выделяется – 0 баллов Одна форма – 1 балл Несколько форм – 2 балла
	20	Разнообразие линии горизонта из-за растительности	Не выделяется – 0 баллов Одна форма – 1 балл Несколько форм – 2 балла
	21	Оптимальное количество открытых пространств	Количество
<b>IV. Антропогенная трансформация пейзажа</b>	22	Неурбанизированность пейзажа	Выделяется или частично выделяется – 1 балл Не выделяется – 2 балла
	23	Оптимальное количество антропогенных объектов (населенных пунктов, усадеб и отдельных построек)	Количество
	24	Силуэтность антропогенных объектов на линии горизонта	Количество
	25	Связь поселков и построек со средой	Нет связи – 0 баллов Средняя – 1 балл Высокая – 2 балла
	26	Вписанность полей, дорог, ЛЭП	Не вписаны – 0 баллов Плохо вписаны – 1 балл Хорошо вписаны – 2 балла

Первый блок оценки – **общее восприятие пейзажа** – интерпретация и воспроизведение особенностей ландшафтной структуры территории. Данная категория включает перечень показателей, характеризующий общее визуальное восприятие ландшафтов. Так, оценивая показатель «доминанта в пейзаже», учитывается объект

максимально привлекающий внимание наблюдателя. В пейзажной композиции может выделяться только одна доминанта, либо она не выделяется совсем. При этом к доминанте не могут относиться однотипные объекты, которых в пейзаже насчитывается от двух и более.

Дальность видимости определялась через показатель *«глубина и разнообразие перспектив»*. Согласно методике данной методике, с каждой точки может открываться три перспективы: ближняя, средняя и дальняя. Зона ближней перспективы строится в радиусе до 40 метров от обзорной точки, зона средней перспективы – от 40 до 2000 м, зона дальней перспективы – от 2000 м до линии горизонта. Считается, что ближняя перспектива выделяется всегда, так как это вид с отчетливо воспринимаемыми и близко расположенными предметами в нескольких метрах от точки наблюдения. В случае если наблюдатель выделяет только ближнюю перспективу, общая пейзажная картина не сформируется и эстетическому восприятию будут подлежать только одиночные объекты.

Через показатель *«многоплановость»* выражается пространственная структура территории в целом. Она определяется количеством различно отдаленных и заслоняющих друг друга цепей холмов, верхних границ невидимых долин и др. В свою очередь, показатель *«поясность»* представляет собой выделение различных поясов по характеру рельефа и растительного покрова. Отсчет поясов ведется в таком же порядке – от точки обзора до линии горизонта, в том направлении, где их будет насчитываться больше всего.

Эстетический показатель *«ненарушенность»* пейзажа – это условная естественность или натуральность пейзажа (измененный, частично измененный и неизмененный). В роли естественных образований выступают высокогорные луга, лесные массивы, долины рек, обнаженные и залесенные горные вершины и др. Степень преобразованности зависит от доли всех антропогенных объектов (населенные пункты, сельскохозяйственные угодья, дороги и др.) в зоне видимости. Открывающиеся перед наблюдателем ландшафты должны обладать практическим отсутствием антропогенных объектов и каких-либо искусственных включений.

Показатель *«наличие водных объектов»* обогащает и повышает эстетическое качество всего ландшафта. Оценивается показатель в зависимости от величины видимой водной поверхности. Если контур водного объекта четкий, то он выделяется, если размыт – нет.

Пейзажная панорама с определенной точки представляет собой важный элемент эстетической оценки. Особое значение на формирование внешнего облика ландшафта оказывает выразительность рельефа и разнообразие растительного покрова. **Выразительность рельефа** является одним из основных свойств восприятия всей

пейзажной композиции. Именно характер рельефа существенно влияет на визуальное восприятие пейзажа, а именно на масштабность и пропорции в пространстве. Это зависит от ширины водоразделов, их относительной высоты, расположения цепей холмов и крутизны склоновых поверхностей (крутые, покатыстые, пологие и др.). Значительное влияние на формирование эстетического облика отведено формам рельефа, от уникальности и разнообразия которых будет зависеть привлекательность пейзажа. В данном случае выразительность рельефа оценивалась группой эстетических показателей: общее «*обилие горных вершин*» и «*обилие горных вершин на линии горизонта*», а также «*обилие останцов*» в зоне видимости. Количественный учет силуэтов горных вершин зависит от того, насколько они выступают друг над другом.

Помимо рельефа на характер эстетического восприятия пейзажа существенное влияние оказывает **пространственное разнообразие растительности**, которое акцентирует и подчеркивает объекты в пейзаже. При этом неестественное распространение залесенных территорий начинает нарушать гармонию ландшафтов и в целом снижает их эстетическую привлекательность. В качестве основополагающего показателя рассматривается показатель «*общая лесистость пейзажа*». Оценке подлежат лесные массивы, открывающиеся вплоть до линии горизонта с охватом всех трех перспектив наблюдения. Определяется степень лесистости отношением площади залесенной территории к общей площади зон видимости.

В ходе оценки показателя «*обилие залесенных горных вершин*» учету подлежат вершинные поверхности, имеющие сплошное покрытие лесом.

Показатель «*обилие различных древостоев*» сводится к определению видового разнообразия древесных насаждений в зоне видимости. В ближней и средней перспективах физиономические особенности древесных пород определяются без особых затруднений. В пределах дальней перспективы леса принимают размытый силуэт, поэтому наблюдатель может оценить только характер вершинной линии лесов, выступающих над линией горизонта.

Отдельно оценивался характер открытости в лесистом пейзаже через показатель «*оптимальное количество открытых пространств*». Обилие открытых пространств определялось количеством отчетливо воспринимаемых аграрных перелесков, не менее чем с трех сторон окруженные лесными массивами, естественными лугами и др. Очертание границ открытых участков без особой сложности попадает в зону видимости наблюдателя.

Последний блок оценки – **антропогенная трансформация пейзажа**. Как известно, антропогенные объекты могут оказывать как положительное, так и отрицательное влияние на привлекательность открывающегося пейзажа. Эстетический показатель

«неурбанизированность» пейзажа зависит от доли четко воспринимаемой городской застройки в зоне видимости наблюдателя.

В ходе оценки показателя «оптимальное количество антропогенных объектов» проводился подсчет населенных пунктов, усадеб и отдельных построек в зоне видимости. С одной стороны, обилие и разнообразие антропогенных объектов увеличивает эстетическую ценность пейзажа, а с другой – уменьшает, из-за чрезмерного количества объектов и их однотипности, тем самым создавая перенасыщенный и монотонный облик пейзажа. Так, некоторые антропогенные объекты гармонично вписаны в пейзаж и неотделимы от видовых перспектив. Особое значение играют архитектурные акценты в пейзаже, к которым относятся культурно-исторические памятники, усадьбы, мосты и др. Другие же, наоборот, существенно снижают аттрактивность открывающегося пейзажа. Например, следы нерациональной хозяйственной деятельности в большинстве случаев начинают вызывать у наблюдателя чувство отторжения и угнетенности (Дирин и др., 2010). Отдельно оценивался показатель «силуэтность антропогенных объектов на линии горизонта», который зависел от количества объектов, выступающих над линией горизонта.

Оценка эстетических показателей проводилась в соответствии с разработанной балльной шкалой. В данном случае все показатели были разделены на две группы. Первая группа – качественные показатели – оценивались непосредственно в поле по предлагаемой балльной системе. Вторая группа – количественные показатели – с характерными для них признаками обилия, общее количество которых переводилось в баллы. Оценочные баллы присваивались в зависимости от угла обзора с точки наблюдения. Кроме этого, ранжирование количественных характеристик осуществлялось отдельно как для природных (таблица 3.2-3.4), так и для антропогенных объектов (таблица 3.5). Например, чем больше в зоне видимости горных вершин, тем выше эстетическая привлекательность пейзажа, но с превышением их порогового значения они начинают снижать свою эстетическую ценность. Оценка антропогенных объектов работает в обратную сторону, так как увеличение их количества приводит к снижению аттрактивности пейзажного вида.

Таблица 3.2. Оценка обилия горных вершин и останцов в зоне видимости, в баллах (составлено автором)

	Общее количество горных вершин и останцов									Угол обзора
	0-3	4-7	8-15	16-25	26-35	36-45	46-50	51-60	Более 60	
Балл	1	2	1	0	-	-	-	-	-	Элементарный
	2	3	2	1	0	-	-	-	-	Секторный
	1	2	3	4	3	2	1	0	-	Панорамный
	0	1	2	3	4	3	2	1	0	Циркорамный

Таблица 3.3. Оценка многоплановости в зоне видимости, в баллах  
(составлено автором)

<b>Общее количество планов (в соответствии с углом обзора)</b>				<b>Балл</b>
<i>Циркорамный</i>	<i>Панорамный</i>	<i>Секторный</i>	<i>Элементарный</i>	
4 и более	3 и более	-	-	<b>3</b>
1-3	1-2	3 и более	2 и более	<b>2</b>
-	-	1-2	1	<b>1</b>

Таблица 3.4. Оценка поясности в зоне видимости, в баллах  
(составлено автором)

<b>Общее количество поясов (в соответствии с углом обзора)</b>				<b>Балл</b>
<i>Циркорамный</i>	<i>Панорамный</i>	<i>Секторный</i>	<i>Элементарный</i>	
8 и более	7 и более	-	-	<b>3</b>
6-7	5-6	4 и более	3 и более	<b>2</b>
1-5	1-4	1-3	1-2	<b>1</b>

Таблица 3.5. Оценка оптимального количества антропогенных объектов в зоне видимости, в баллах (составлено автором)

<b>Общее количество антропогенных объектов (в соответствии с углом обзора)</b>				<b>Балл</b>
<i>Циркорамный</i>	<i>Панорамный</i>	<i>Секторный</i>	<i>Элементарный</i>	
0-7	0-5	-	-	<b>4</b>
8-15	6-10	0-2	-	<b>3</b>
15-20	11-15	3-5	0-1	<b>2</b>
21-25	16-20	6-10	2-3	<b>1</b>
Более 25	Более 20	Более 10	Более 3	<b>0</b>

Общий балл эстетической оценки подсчитывался путем суммирования баллов по всем эстетическим показателям. В зависимости от итоговых баллов с обзорных точек определялась степень эстетической привлекательности открывающихся пейзажных видов: низкая, средняя, высокая и особая (таблица 3.6).

Таблица 3.6. Категории эстетической привлекательности пейзажа  
(составлено автором)

	<b>Эстетическая привлекательность, в баллах</b>			
	<i>Низкая</i>	<i>Средняя</i>	<i>Высокая</i>	<i>Особая</i>
<b>Общий балл</b>	Менее 30	31-34	35-38	Более 39

В ходе полевых исследований в качестве положения для обзорных точек выбирались максимально открытые участки с отсутствующим или разреженным древесным покровом. В основном обзорными локациями выступали вершинные и склоновые поверхности скальных останцов и гряд, а также ранее организованные смотровые площадки вблизи г. Белградчик (на примере обзорных точек № 1, 2 и 3). Благодаря своему расположению и углу обзора, для каждой из девяти обзорных точек характерны разнообразные пейзажные виды, отличающиеся между собой степенью эстетической привлекательности (таблица 3.7, прил. 1).

Таблица 3.7. Оценка эстетической привлекательности обзорных точек по маршруту «Мир скал» (составлено автором на основе полевых исследований)

	№ обзорной точки								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Угол обзора	Пан.	Пан.	Цирк.	Цирк.	Пан.	Цирк.	Цирк.	Пан.	Сект.
<b>Общий балл</b>	<b>39</b>	<b>40</b>	<b>37</b>	<b>35</b>	<b>42</b>	<b>36</b>	<b>33</b>	<b>41</b>	<b>31</b>

Для всех девяти обзорных точек по маршруту «Мир скал» характерна особая и высокая степень эстетической привлекательности. К числу наиболее аттрактивных обзорных точек можно отнести четыре точки. Наибольший балл имеют обзорные точки 5 и 8 – 42 и 41 балл, соответственно (рис. 3.3, 3.4). Обе точки находятся в пределах урочищ вершинных поверхностей останцов, сложенных красноцветными песчаниками с редким мохово-лишайниковым покровом на скелетных почвах (№ 7). Первая точка расположена на высоте порядка 460 м н.у.м., вторая – на высоте 425 м н.у.м.

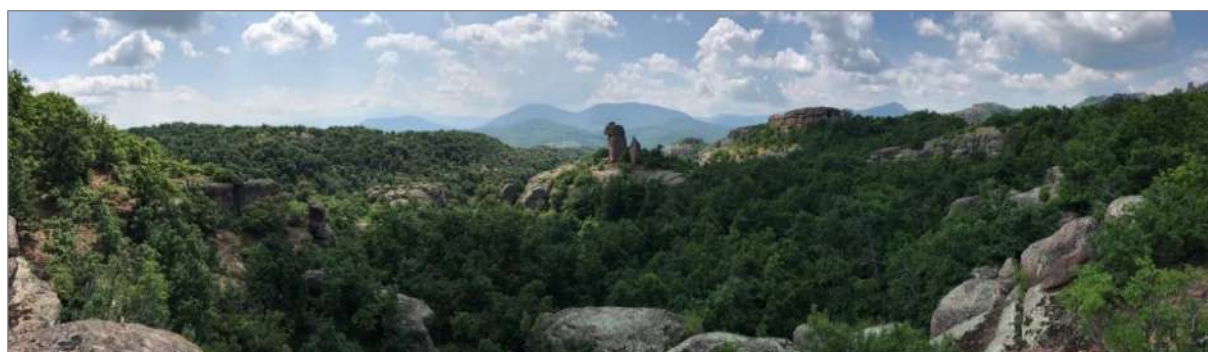


Рис. 3.3. Открывающийся панорамный вид с обзорной точки № 5 (фото автора)



Рис. 3.4. Открывающийся панорамный вид с обзорной точки № 8 (фото автора)

Высокую степень эстетической привлекательности имеют обзорные точки 3 и 6 – 37 и 36 баллов, соответственно. Первая точка находится на высоте 537 м н.у.м. в пределах урочища покатых склонов гряд, сложенных делювиальными отложениями, среди дубовых лесов на горных бурых лесных почвах (№ 27) (рис. 3.5). Обзорная точка 6, как и выше рассмотренные точки 5 и 8, расположена на высоте 456 м н.у.м. в пределах урочища вершинных поверхностей останцов (№ 7) (рис. 3.6).





Рис. 3.5. Открывающийся панорамный вид с обзорной точки № 3 (фото автора)



Рис. 3.6. Открывающийся панорамный вид с обзорной точки № 6 (фото автора)

Менее аттрактивными являются обзорные точки 7 и 9 – 33 и 31 балл, соответственно. Обзорная точки 7 находится на высоте 467 м н.у.м. в пределах урочищ вершинных поверхностей гряд, сложенных элювием красноцветных песчаников, под дубовыми редколесьями злаково-разнотравными лугами на горно-луговых почвах (№ 13). Это абсолютно выровненные поверхности с единичными скальными останцами, с которых и осуществлялась эстетическая оценка (рис. 3.7).



Рис. 3.7. Открывающийся панорамный вид с обзорной точки № 7 (фото автора)

Обзорная точка 9 расположена на высоте 432 м н.у.м. в пределах урочища крутых склонов гряд под грабово-дубовыми лесами на литозёмах (№ 18). Главная особенность обзорной точки в том, что она расположена около входа в скальную пещеру Лепеница. Именно из-за того, что обзорную панораму по обе стороны перекрывают крутые склоны, формирующие секторный угол обзора, данная точка получила минимальный балл (рис. 3.8).



Рис. 3.8. Открывающийся панорамный вид с обзорной точки № 9 (фото автора)

### 3.2. Оценка эстетических свойств ландшафтов с использованием ГИС-технологий

Следующий этап работы заключался в проведении эстетической оценки ландшафтов на основе ДДЗ разного пространственного разрешения с использованием ГИС-технологий.

Так как для оценки эстетических показателей необходимо было иметь представление о характере рельефа вплоть до линии горизонта, мы осуществили комбинирование данных SRTM DEM (с пространственным разрешением 30 м) и DTM с БПЛА. Разномасштабная съемка с БПЛА была проведена как на всю территорию комплекса Белоградчишских скал с высоты 400 м (с квадрокоптера DJI Phantom 4 Pro), так и на территорию, по которой непосредственно проходит туристско-рекреационный маршрут «Мир скал», с высоты 100 м (с квадрокоптера DJI Mavic Pro). Так как даже небольшие объекты в зоне видимости могут повлиять на ее границы и тем самым затруднить оценку количественных показателей, комбинирование данных позволило обеспечить высокую детальность зоны видимости вблизи маршрута. Точность дальней перспективы за пределами съемки с БПЛА не столь значима, так как крупные объекты можно выявить и на основе модели SRTM DEM, а небольшие объекты не подлежат учету из-за того, что они и вовсе не распознаются наблюдателем с обзорных точек.

Предварительная обработка сырых изображений аэрофотосъемки с БПЛА, создание цифровой модели местности (DTM) и ортофотоплана осуществлялась в программном комплексе Agisoft Metashape (Руководство пользователя, URL: <https://www.agisoft.com/>). Анализ основного массива пространственных данных и его визуальное оформление проводилось в программном обеспечении ArcGIS 10.6/10.8 (ArcGIS Desktop, URL: <https://desktop.arcgis.com/>), SAGA GIS 7.8.2.

**Предварительная обработка данных аэрофотосъемки с БПЛА.** После проведения аэрофотосъемки с БПЛА необходимо было подготовить полученные снимки для последующей обработки. В первую очередь была проведена процедура выравнивания снимков через меню «Обработка → Выровнять снимки». Процедура выравнивания

представляет собой блочную фототриангуляцию – определение координат точек местности по фотоснимкам – методом независимых связей. На этом этапе создавались общие точки между снимками и уже на их основе определялись элементы внешнего и внутреннего ориентира камеры: положение, ориентация и внутренняя геометрия. В результате подобной операции были сформированы разреженное облако общих точек и данные положения камеры. Перед запуском данной операции устанавливались некоторые параметры. Первый параметр – это *точность*, которая характеризует степень уменьшения размера снимков для последующей обработки. В нашем случае была использована «высокая» точность, в расчетах которой используются изображения исходного качества. Вторым параметром – *преселекция*, позволяет ускорить процесс поиска соответствий с учетом пространственного положения снимков. В режиме «Исходные значения» выбор пар осуществлялся на основе определенных позиций камеры, которые импортировались вместе со снимками. После окончания процедуры выравнивания важно удостовериться в том, что все снимки выровнены, а общее облако точек соответствует характеру исследуемой местности.

При выполнении операции выравнивания происходит вычисление карт глубины для каждого снимка на основе рассчитанных положений камеры. Эти карты легли в основу дальнейшей обработки, а именно для расчета плотного облака точек: «*Обработка* → *Построить плотное облако*». Для нашего исследования был выбран режим очень высокого или высокого качества, соответствующий исходному разрешению анализируемых снимков. Параметр фильтрации карт глубины использует алгоритм сглаживания неверно расположенных точек.

Следующая стадия представляла собой построение цифровой модели местности (DTM) через меню: «*Обработка* → *Построить ЦММ*». В качестве исходных данных для построения модели было выбрано ранее построенное плотное облако точек (рис. 3.9).

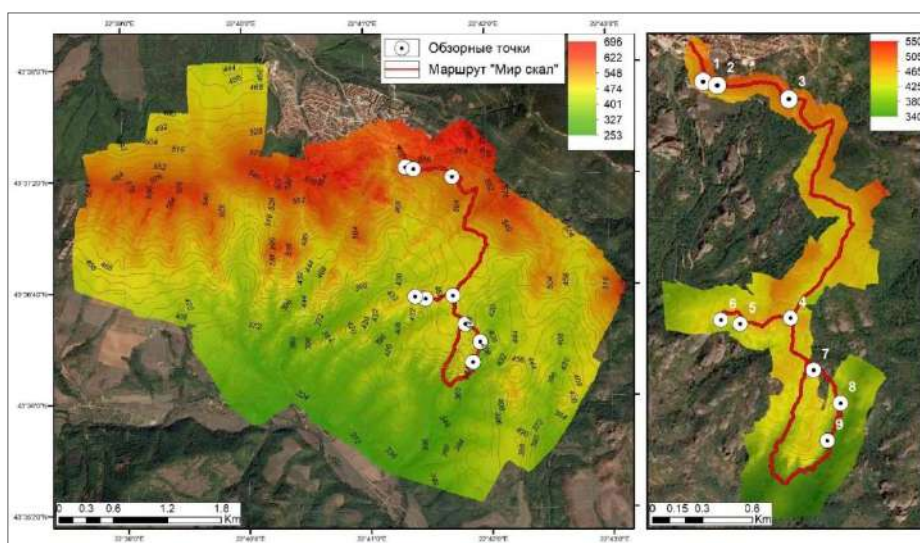


Рис. 3.9. Создание DTM в программном комплексе Agisoft Metashape

Завершающим шагом обработки данных аэрофотосъемки являлось создание ортофотоплана: «Обработка → Построить ортофотоплан». В процессе построения ортофотоплана выполняется трансформирование снимков в проекты, на основе которых в дальнейшем формируется общее изображение территории. Для обработки данных аэрофотосъемки в качестве исходной поверхности использовалась ранее созданная цифровая модель местности (рис. 3.10).



Рис. 3.10. Создание ортофотоплана в программном комплексе Agisoft Metashape

После совмещения данных DTM с данными радарной топографической съемки SRTM была создана базовая модель, обеспечившая охват территории с учетом глубины линий горизонта со всех обзорных точек (около 30 км).

**Построение зон видимости с обзорных точек.** Наиболее привлекательным элементом ландшафта является рельеф поверхности (Бредихин, 2005). Именно рельеф выступает в качестве наиболее доступного визуального элемента природной среды, позволяющего определить степень привлекательности исследуемой территории через выражение объектов и элементов ландшафтов в пространстве (Шеремет и др., 2020).

Построение зон видимости проводилось при помощи инструмента видимости – «3D Analyst Tools → Visibility», с возможностью определения части территории, видимой из каждой обзорной точки наблюдения. В данном случае за основу расчетов были взяты DTM в пределах территории Белоградчишских скал и SRTM DEM за ее пределами («Input raster»), а также пространственные объекты, определяющие местоположение наблюдателя – обзорные точки по маршруту («Input point»). При выборе типа анализа видимости («Analysis type») был установлен тип FREQUENCY, определяющий соответствие местоположений ячеек входного растра поверхности входным точечным объектам наблюдения. Дополнительным параметром для расчета видимости является коэффициент

Z (Z-factor). Этот коэффициент отвечает за соответствие единиц измерения z-значений при условии отличия от единиц измерения координат x и y поверхности растра. Еще одним важным параметром наблюдения является параметр смещения наблюдателя («Observer offset»), характеризующий уровень глаз наблюдателя (рис. 3.11).

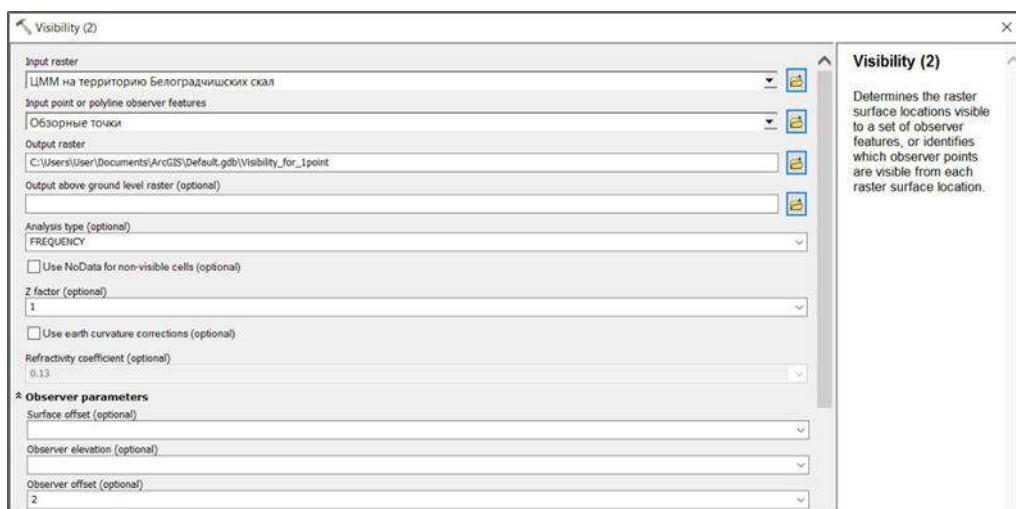


Рис. 3.11. Выбор параметров для построения зон видимости

Объединение полученных растров на основе DTM и SRTM DEM проводилось при помощи инструмента мозаики – «*Data Management* → *Mosaic to New Raster*». Эта операция позволила создать единый растровый слой отдельно для каждой зоны видимости (рис. 3.12).

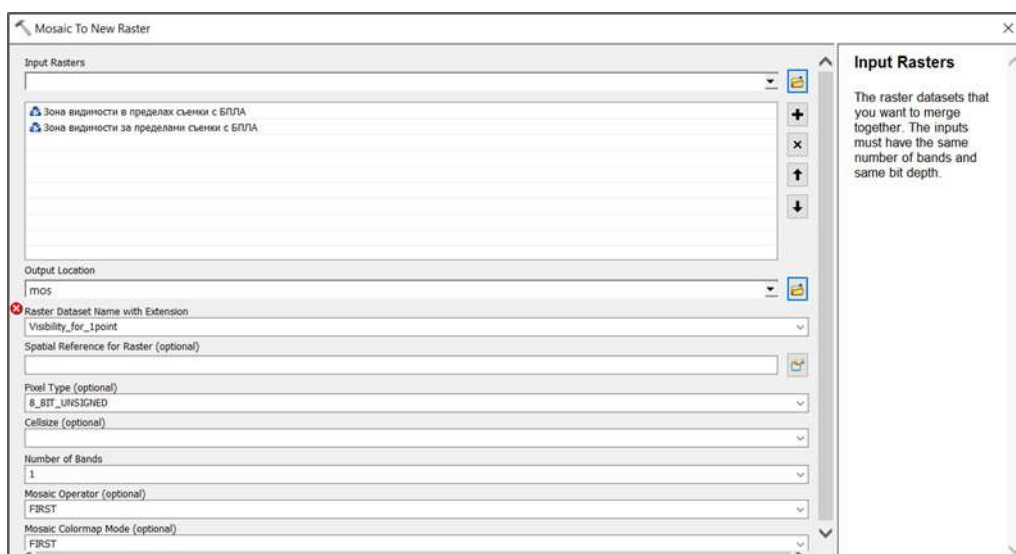


Рис. 3.12. Выбор параметров для объединения растровых данных

Перед проведением операции обработки данных последовательно проводилась генерализация данных с помощью двух инструментов – инструмент растяжения «*Expand*» и фильтр большинства «*Majority Filter*». Данные инструменты позволили очистить небольшие ошибочные данные растра для осуществления общего анализа. При помощи первого инструмента осуществлялось сглаживание границ – расширение выбранных зон на заданное количество ячеек. Второй инструмент – генерализация с использованием фильтра

большинства – позволил устранить шумы и мелкие погрешности, характерные для данных сверхвысокого и высокого пространственного разрешения.

Для проведения автоматизированной оценки эстетических показателей полученные растры зон видимости были конвертированы в полигоны – инструмент «*Raster to Polygon*». Чтобы достичь более сглаженной формы полигонов был установлен параметр упрощения границ («*Simplify polygons*»). После совмещения зон видимости со всех обзорных точек появилась возможность создания общей панорамы видимости для туристско-рекреационного маршрута «Мир скал» с площадью около 127 км<sup>2</sup> (рис. 3.13).

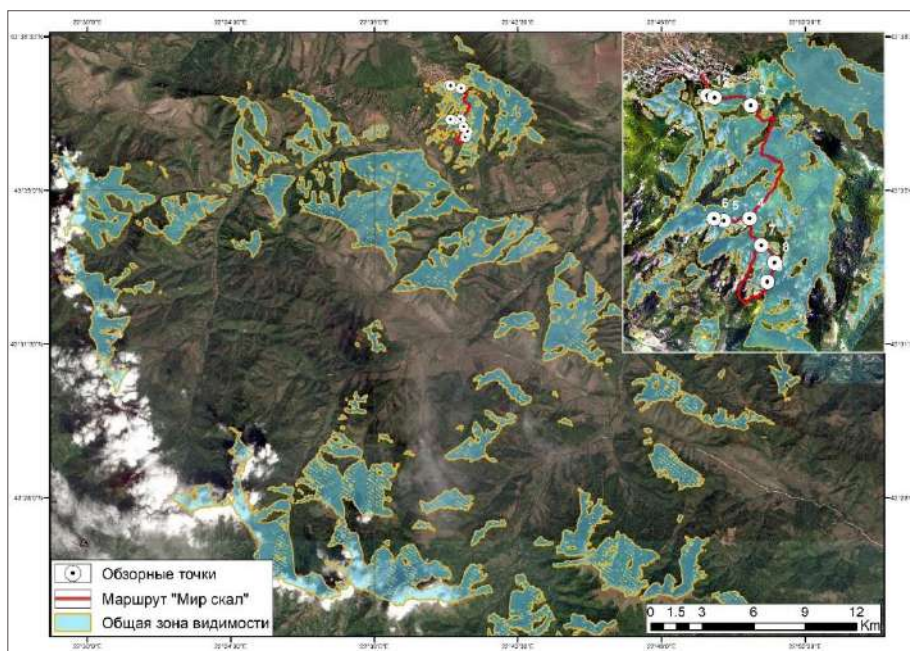


Рис. 3.13. Общая панорама видимости с обзорных точек по маршруту «Мир скал»

**Автоматизированная ГИС-оценка эстетических показателей.** На следующем этапе осуществлялась автоматизация оценки эстетических показателей в пределах построенных зон видимости при помощи разработанных геоинформационных алгоритмов. На основе анализа комбинированных ДДЗ разного разрешения было оценено 15 эстетических показателей, которые в высокой степени коррелируют ( $R^2 = 0,83$ ) с оценкой по 26 показателям. В качестве наглядного примера представлена оценка для двух контрастных обзорных точек, выделенных по маршруту «Мир скал». Одна из них находится на высоте 460 м н.у.м. (обзорная точка 5), другая – на высоте 467 м н.у.м. (обзорная точка 7).

Одним из важных эстетических показателей является показатель «*глубина и разнообразие перспектив*». Согласно оригинальной методике К.И. Эрингиса и А.-Р.А. Будрюнаса (1975), с каждой обзорной точки могут открываться три перспективы (ближняя, средняя и дальняя). При этом высший балл присваивается тому пейзажу, в котором наблюдаются одновременно все три перспективы: ближняя – 0 баллов, средняя – 1 балл,

дальняя – 1 балл, сочетание средней и дальней перспектив – 2 балла. Принято считать, что ближняя перспектива выделяется в пейзаже всегда. Это вид с отчетливо воспринимаемыми и близко расположенными одиночными объектами в нескольких метрах от наблюдателя.

Для ГИС-оценки данного эстетического показателя использовались ранее построенные зоны видимости с обзорных точек. Чтобы при расчете учесть все три перспективы, создавалась серия буферных зон с помощью команды «*Analysis Tools* → *Proximity* → *Buffer*». При помощи данного инструмента вокруг каждой точки обзора создавались буферные зоны. Таким образом, каждая буферная зона включает территорию, где расположены объекты, потенциально видимые в ближней (до 40 м от обзорной точки), средней (от 40 до 2000 м) и дальней (от 2000 м до линии горизонта) перспективе (рис. 3.14).



Рис. 3.14. Совмещение открывающихся перспектив с зонами видимости (на примере обзорной точки 5)

Инструмент пространственного пересечения «*Intersect*» позволил определить принадлежность определенной части зоны видимости к соответствующей перспективе (рис. 3.15). Для этого были проведены три одинаковых алгоритма расчета для каждой из перспектив. При помощи инструмента «*Add field*» в атрибутивную таблицу было добавлено дополнительное поле, на основе которого в дальнейшем проводилось вычисление полей – инструмент «*Calculate Field*». Таким образом, для каждой строки с видимыми объектами присваивалось соответствующее значение перспективы: ближняя «Near», средняя «Mid» и дальняя «Far».

На заключительном этапе было проведено геометрическое соединение объектов при помощи инструмента «*Append*», отвечающего за процесс объединения неограниченного количества покрытий в одно единое. Таким образом, информация из атрибутивных полей входного набора данных переносилась в целевой набор. В качестве входных данных («*Input*

Datasets») выбирались слои ближней и средней перспектив, которые присоединялись к существующему набору данных («Target Dataset»), а именно к слою с дальней перспективой. При этом тип входного набора данных должен быть полностью идентичен целевому набору.

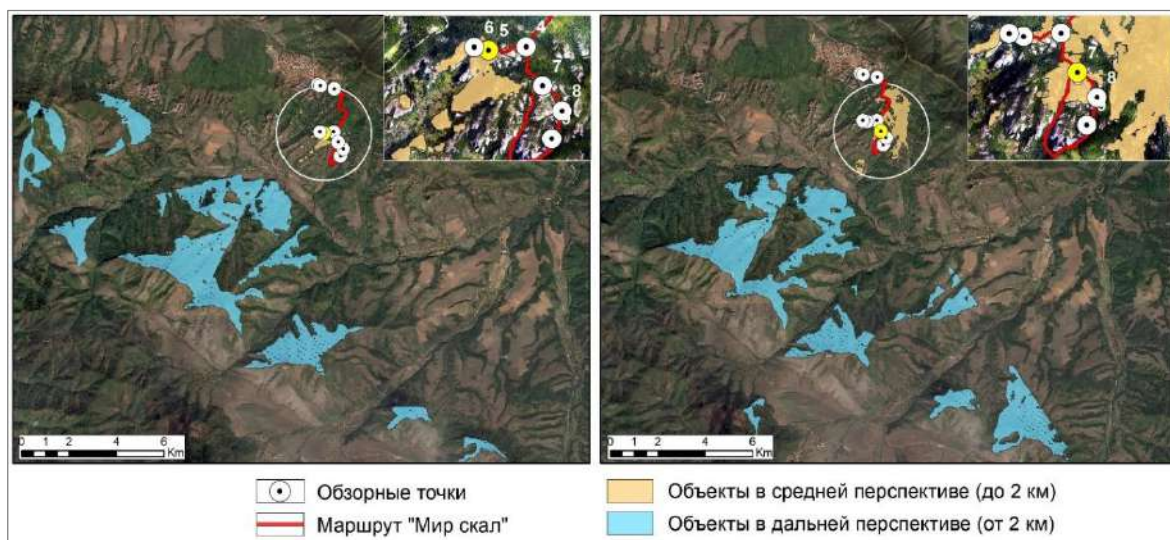


Рис. 3.15. Видимые природные объекты, открывающиеся в средней и дальней перспективах с обзорных точек 5 (слева) и 7 (справа)

При сопоставлении результатов панорамы видимости с обеих обзорных точек были выделены природные объекты, воспринимаемые наблюдателем. Сравнение зон видимости двух обзорных точек показывает, что зона видимости с обзорной точки 5 несколько выше (57,9 кв. км), чем с обзорной точки 7 (41,5 кв. км). Для каждой точки характерно наличие всех трех перспектив – ближней, средней и дальней. В средней перспективе открываются ландшафтные комплексы красноцветных скальных останцов, в дальней – ландшафтные комплексы известняковых куэст.

Для оценки показателя «*многоплановость*» необходимо было определить количество различно отдаленных и заслоняющих друг друга горных хребтов. Для идентификации вершинных поверхностей мы использовали индекс топографического положения (ТРІ – Topographic Position Index), который рассчитывает разницу между абсолютной высотой определенной ячейки ЦМР и средней высотой указанной окрестности вокруг этой ячейки. Положительные значения ТРІ характерны для выпуклых элементов рельефа, представленных вершинными поверхностями и верхними частями склонов. Отрицательные значения индекса свойственны для вогнутых элементов рельефа: ложбинно-балочной сети, эрозионных форм, западного комплекса и речных долин. Значения ТРІ, близкие к 0, характерны для выположенных участков основных поверхностей междуречий и других равнинных позиций (Reu et al., 2013) (рис. 3.16, 3.17).



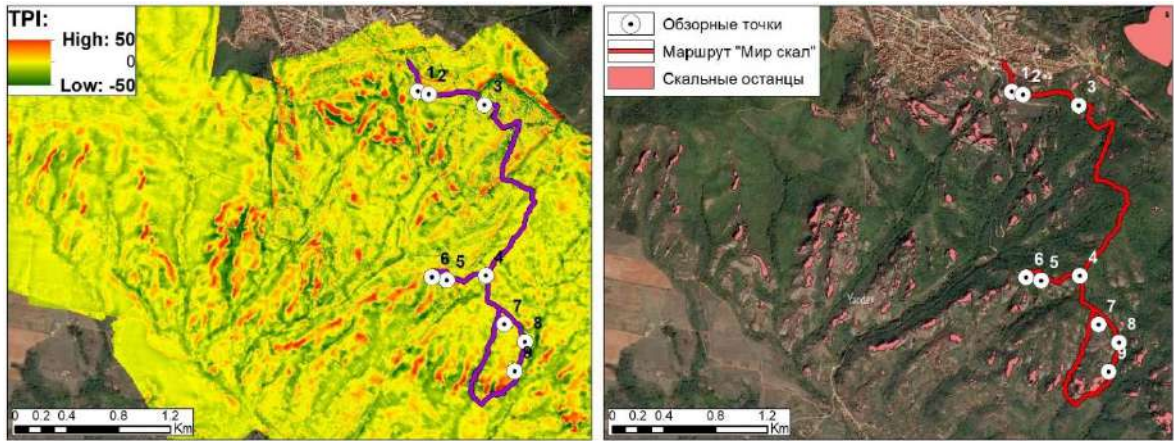


Рис. 3.16. Идентификация останцов в пределах природной достопримечательности Белоградчишские скалы на основе DTM

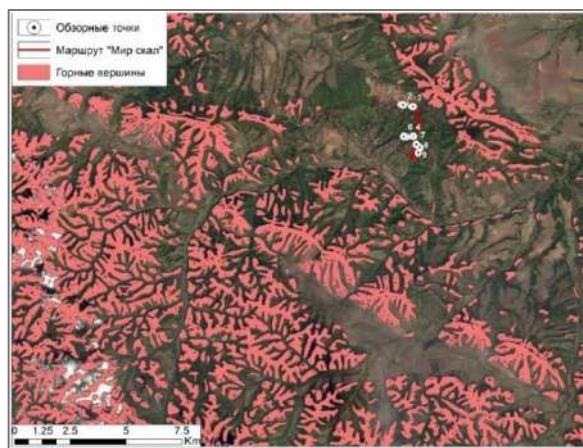


Рис. 3.17. Идентификация горных вершин на основе SRTM DEM

После определения горных вершин было проведено их объединение в четко выделяющиеся цепи горных хребтов. Согласно методике К.И. Эрингиса и А.-Р.А. Бударюнаса (1975), количество хребтов должно отсчитываться в том направлении, где их выделяется больше всего. Для выполнения этого условия от каждой обзорной точки строились прямые по направлениям румба – инструмент «*XY to Line*». При помощи данного инструмента был создан новый класс пространственных объектов, который содержал линейные объекты, построенные на основе данных поля начальной координаты  $x$  и  $y$ , а также конечных координат ( $x_e$ ,  $y_e$ ,  $x_p$ ,  $y_p$  и т.д.). Геометрическое соединение «*Append*» позволило присоединить полученные линейные данные к одному из целевых наборов. Итоговый слой был переведен в полигональный формат, отражающий четыре сектора – инструмент «*Feature to Polygon*» (рис. 3.18а, 3.18б). После чего полученные сектора пересекались со слоем горных хребтов и зон видимости с обзорных точек – инструмент «*Intersect*» (рис. 3.19).

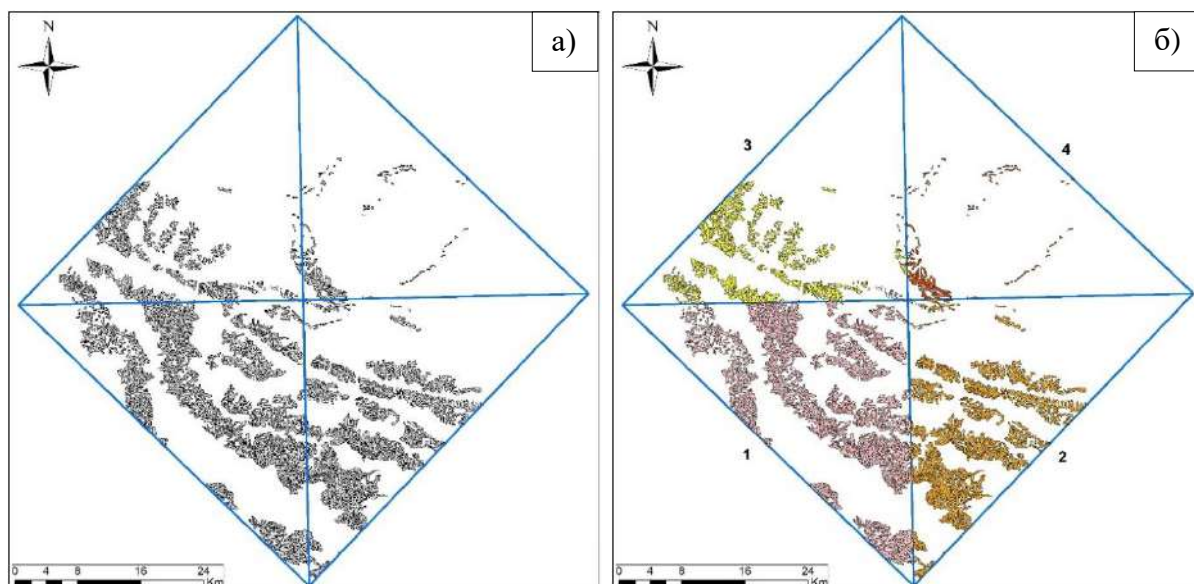


Рис. 3.18. *а* – наложение секторов (направлений обзора) на выделенные горные хребты; *б* – пересечение соответствующих секторов с горными хребтами

Выделение хребтов в каждом секторе производилось автоматически при помощи инструмента выборки «*Select*». Для подсчета горных хребтов создавалось новое поле – инструмент «*Add Field*», в которое записывалось общее количество хребтов в зоне видимости, соответствующее каждому сектору. Чтобы не оценивать каждый сектор по отдельности, была создана сводная кросс-таблица – инструмент «*Tabulate Intersection*», содержащая точную количественную оценку для всех четырех секторов.

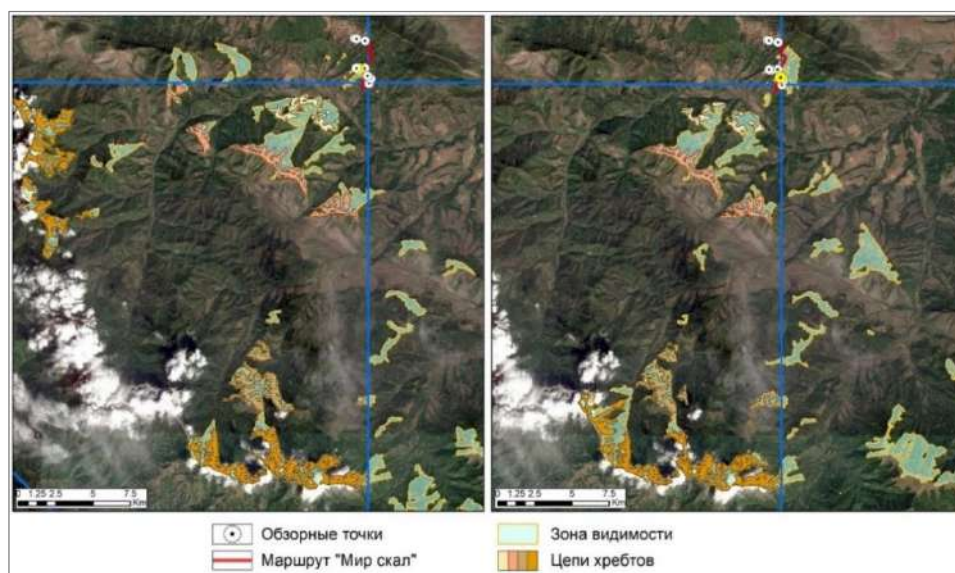


Рис. 3.19. Выделение горных хребтов в зоне видимости с обзорных точек 5 (слева) и 7 (справа)

В ходе сравнения результатов оценки показателя многоплановости, было установлено, что с обзорной точки 5 наблюдатель в поле отчетливо воспринимает 3 заслоняющих друг друга горных хребта, в ходе ГИС-оценки – 4. Для обзорной точки 7 также характерны соответствующие результаты оценки.

При оценке показателя «*обилие различных древостоев*» необходимо было провести количественную оценку поясов древесной растительности. Оценка данного показателя проводилась на основе характеристик породного состава, выделенных на основе ландшафтной карты на территорию планируемого геопарка. На начальном этапе оценки типы древостоев группировались по составу, после чего они совмещались («*Intersect*») с залесенными территориями в пределах каждой зоны видимости. Для объединения поясов однородных по составу была проведена операция их слияния – инструмент «*Dissolve*» (рис. 3.20).

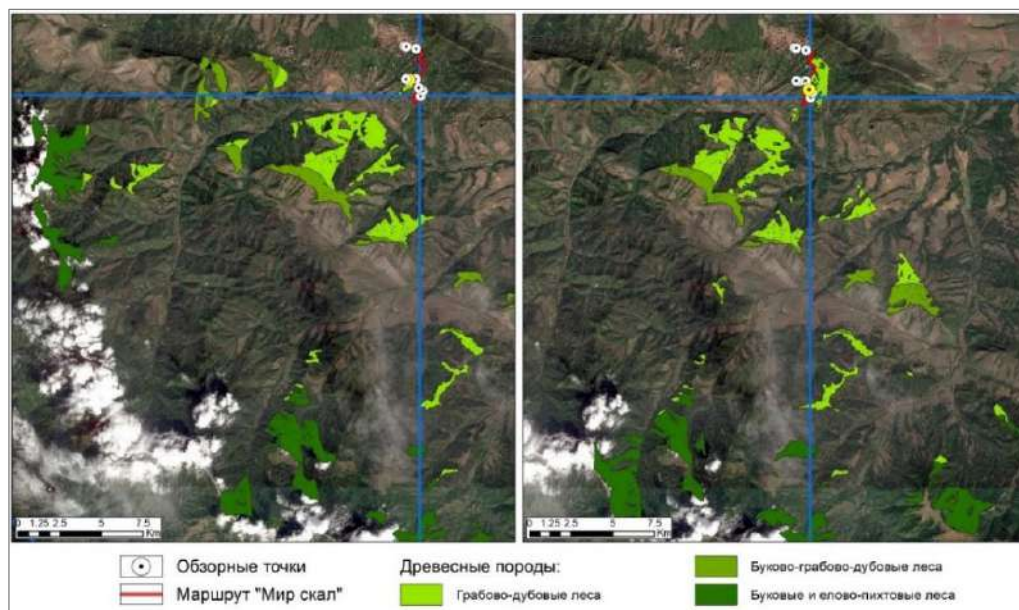


Рис. 3.20. Выделение различных древостоев в зоне видимости с обзорных точек 5 (слева) и 7 (справа)

Таким образом, с обзорной точки 5 наблюдатель может идентифицировать 3 однородных пояса древесной растительности, такое же количество выделяется и при ГИС-оценке. Для обзорной точки 7 данный показатель составляет 2 и 3 пояса, соответственно.

Полученные результаты оценки эстетических показателей «многоплановость» и «обилие различных древостоев» были взяты за основу расчета показателя «*поясность*». Главная особенность оценки данного показателя заключалась в том, что осуществлялся учет общего количества как горных хребтов, заслоняющих друг друга, так и поясов древесной растительности. Слои с выделенными горными хребтами и различными типами древостоя совмещались с зонами видимости, после чего производился итоговый подсчет поясов. Так, с обзорной точки 5 в ходе полевых наблюдений было зафиксировано 6 отчетливо разделяющихся поясов, в результате автоматизированной оценки – 7; для обзорной точки 7 – 5 и 7 поясов, соответственно.

Эстетический показатель «*ненарушенность*» пейзажа представляет собой отношение площади всех антропогенных объектов (возделываемые поля, дороги,

населенные пункты и отдельные постройки) к общей площади открывающейся зоны визуального охвата. Для территории Белоградчишских скал в основном характерны естественные нетронутые пейзажи, но при этом в нем выделяются и единичные антропогенные объекты. Таким образом, для автоматизированной оценки была предложена следующая шкала: неизменный пейзаж, т.е. до 5%, показателю присваивалось 2 балла, частично измененный – от 5 до 20%, оценка составляла 1 балл, измененный пейзаж, т.е. более 20% – 0 баллов.

На начальном этапе оценки производился расчет площади всех полигональных объектов – инструмент «*Calculate Areas*». При помощи инструмента слияния «*Dissolve*» было создано новое покрытие, содержащее суммарную площадь каждой зоны видимости: «*Statistic Type – SUM*». Для того чтобы в последующем вычислить долю всех антропогенных объектов в зоне видимости, было создано отдельное поле (инструмент «*Add Field*») – «*Visibility\_Area*». Используя опцию расчета «*Calculate field*», созданному полю присваивалось значение площади зоны видимости. Расчет площади выполнялся и для слоя с антропогенными объектами – поле «*F\_Area*».

После всех площадных расчетов было проведено геометрическое пересечение зон видимости с антропогенными объектами – инструмент «*Intersect*». Через повторную операцию слияния в поле статистики для ранее рассчитанного поля «*Visibility\_Area*» был присвоен тип статистики FIRST (начальное значение), а для поля с площадью полигонов антропогенных объектов «*F\_Area*» – SUM (суммарное значение). На основе этих значений автоматически определялось соотношение площади антропогенных объектов к общей площади зоны видимости, которое записывалось в новое поле через расчет уравнение:  $SUM\_F\_Area / FIRST\_Visibility\_Area * 100$  (рис. 3.21).

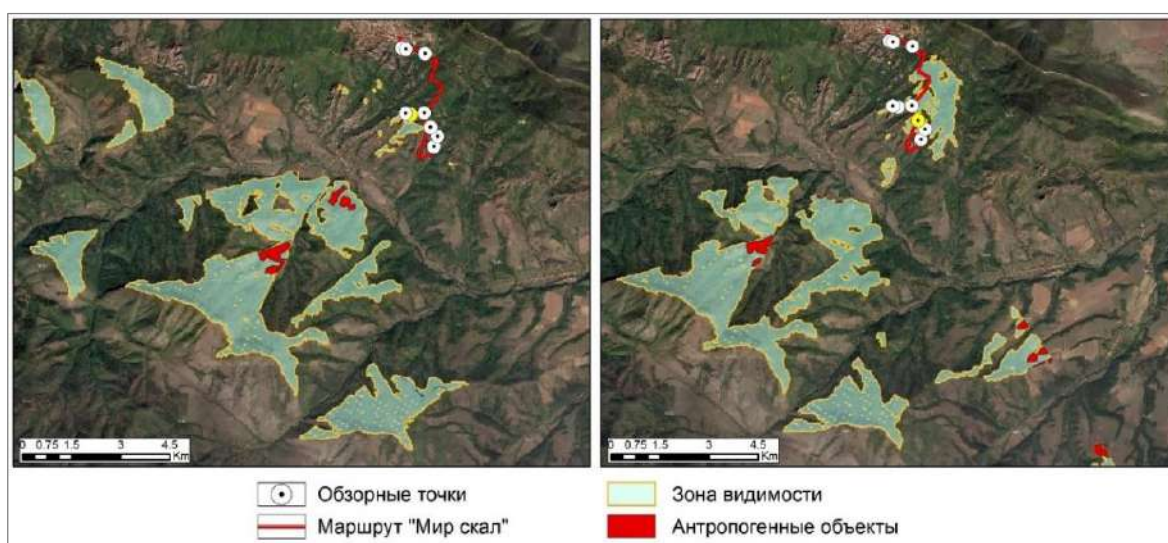


Рис. 3.21. Выделение антропогенных объектов в зоне видимости с обзорных точек 5 (слева) и 7 (справа)

Сравнивая результаты полевых наблюдений с данными ГИС-оценки, было установлено, что результаты эстетической оценки достаточно близки. При этом нетронутость пейзажа для обзорной точки 5 несколько выше, чем для обзорной точки 7. Доля антропогенных объектов в зоне видимости в первом случае составила 1,2%, а во втором – 6,6%. В большей степени на результаты оценки повлияла доля выделяющихся в пейзаже сельскохозяйственных угодий.

В ходе оценки показателя «наличие водных объектов» определялось наличие свойственных для него объектов. Данному показателю присваивались соответствующие баллы: выделяются водные объекты – 1 балл, не выделяются – 0 баллов. Оценивался показатель при помощи ранее предложенного инструмента пересечения «Intersect», где в качестве входных объектов («Input features») использовались слои с зонами видимости и водными объектами (NextGIS, URL: <https://data.nextgis.com/>). Собственно оценка осуществлялась на основе данных выходного слоя, в атрибутивной таблице которого содержался набор фактических данных по наличию водных объектов: если таблица содержит данные, то в зоне видимости объекты выделяются, если она пустая – отсутствуют (рис. 3.22).



Рис. 3.22. Выделение водных объектов в зоне видимости с обзорных точек 5 (слева) и 7 (справа)

Как и при полевых наблюдениях, в ходе ГИС-оценки ни в одной из зон видимости водные объекты не были выделены. Это связано с особенностями рельефа территории исследования, так как большая часть понижений перекрыта цепями относительно невысоких гряд и хребтов. Кроме этого, для территории характерна высокая степень лесистости, из-за чего водные объекты в пределах дальней перспективы очень тяжело распознаются.

Для эстетической оценки количественного показателя «*обилие горных вершин*» в первую очередь было необходимо определиться с конфигурацией горных вершин. Идентификация горных вершин осуществлялась на основе ранее рассчитанного индекса ТРІ (рис. 3.15, 3.16). Выделение горных вершин в зоне видимости также проводилось с помощью инструмента пространственного пересечения объектов – инструмент «*Intersect*». Соответственно, входными объектами являлись выделенные зоны видимости и горные вершины (рис. 3.23).

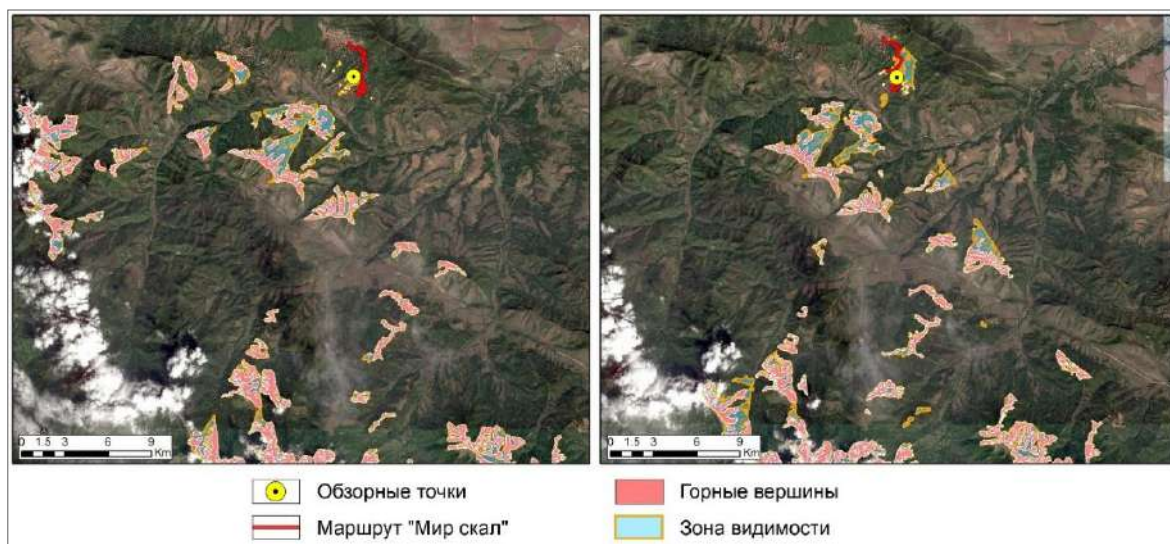


Рис. 3.23. Идентификация горных вершин в зоне видимости с обзорных точек 5 (слева) и 7 (справа)

В ходе сравнения полученных результатов оценки с данными полевых наблюдений было установлено, что в первом случае количество горных вершин значительно выше. Во-первых, это связано с использованием при анализе исходных данных с высоким пространственным разрешением, что позволило достаточно точно произвести количественную оценку горных вершин. Во-вторых, в процессе оценки важно учитывать особенности зрительного восприятия наблюдателей, поскольку горные вершины в пределах дальней перспективы тяжело идентифицировать, так как они теряют свое очертание и начинают сливаться.

Для того чтобы уменьшить влияние данных факторов было решено провести агрегирование горных вершин в небольшие, близко расположенные группы с помощью инструмента «*Aggregate Polygons*». Перед объединением горных вершин в группы было проведено извлечение пространственных объектов из входного слоя – инструмент «*Select*». Выборка проводилась в два подхода: сначала для средней перспективы ( $P\_id = Mid$ ), после для дальней перспективы ( $P\_id = Far$ ), где  $P\_id$  – столбец в атрибутивной таблице слоя с определенной зоной видимости, содержащий данные о наличии перспектив. При помощи инструмента «*Union*» данные выборки были объединены в единый выходной слой.

В процессе агрегации необходимо было учесть расстояние между горными вершинами внутри группы («Aggregation distance»), а также площадь отдельно стоящих горных вершин, не входящих ни в одну из групп («Minimum area»). Агрегирование горных вершин проводилось в соответствии с оптимальными условиями, подобранными вручную с учетом пространственного разрешения исходных данных отдельно для средней и дальней перспективы. Таким образом, значение расстояния между вершинами внутри группы для средней перспективы не должно было превышать 90-100 м, для дальней перспективы – 1500 м. Площадь отдельно стоящих горных вершин для средней перспективы должна быть не менее 1500 кв. м., а для дальней перспективы – не менее 25000 кв. м. (рис. 3.24).

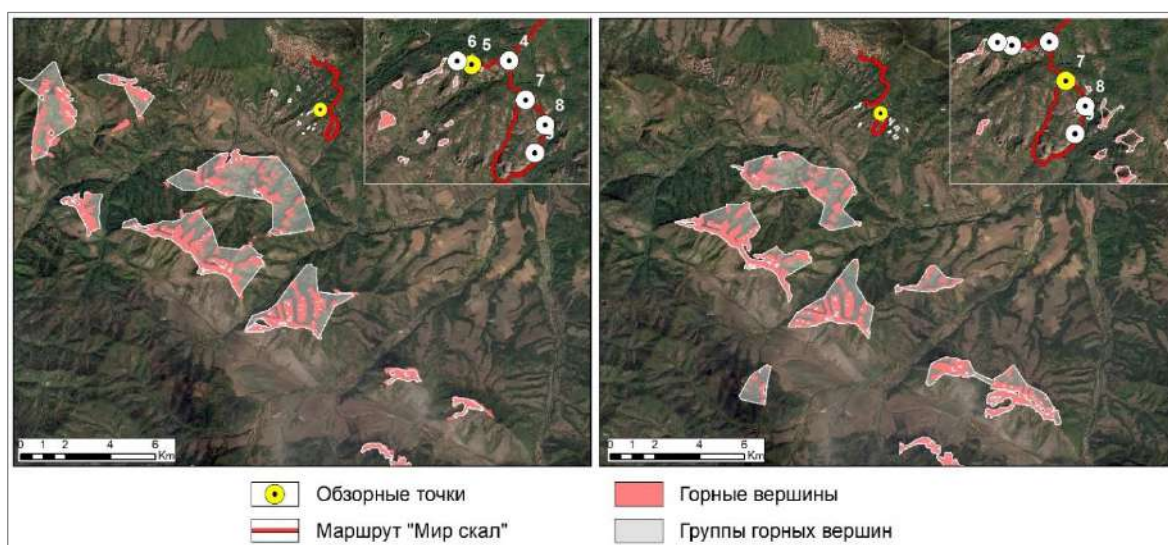


Рис. 3.24. Агрегирование горных вершин в группы в зоне видимости с обзорных точек 5 (слева) и 7 (справа)

Сравнивая результаты оценки показателя «обилие горных вершин», было установлено, что с обзорной точки 5 перед наблюдателем открывается 21 вершина, а в результате автоматизированной обработки – 24; для обзорной точки 7 эти показатели составляют 18 и 22 вершины, соответственно.

Несколько похожим по процессу оценки является показатель «*обилие горных вершин на линии горизонта*». В первую очередь для количественной оценки данного показателя необходимо было провести построение линии горизонта с каждой обзорной точки – инструмент «*Skyline*». Особенность инструмента в том, что он позволяет сгенерировать трехмерную линию небосвода, представляющую собой отрезок между точкой обзора и конечной точкой наблюдения с учетом поверхности рельефа. В этом случае конфигурация линии горизонта напрямую будет зависеть от положения обзорной точки на местности и высоты наблюдаемой точки. С помощью опции «*Extract Values to Points*» извлекались значения ячеек раstra, соответствовавшие высоте точечных объектов, а именно обзорных точек. К извлеченным значениям высот добавлялось по 2 м, которые были

характерны для примерной высоты наблюдения над поверхностью. На основе конечных значений высот атрибутов были созданы 3D-объекты – инструмент «*Feature To 3D By Attribute*». Данные объекты являлись входными точками наблюдений («Input observer point features»), которые в сочетании с входной поверхностью ЦМР («Input surface») использовались для построения линии горизонта.

С помощью инструмента пересечения «*Intersect*» построенные линии горизонта совмещались с ранее выделенными группами горных вершин, после чего был произведен подсчет количества вершин для каждой обзорной точки (рис. 3.25).

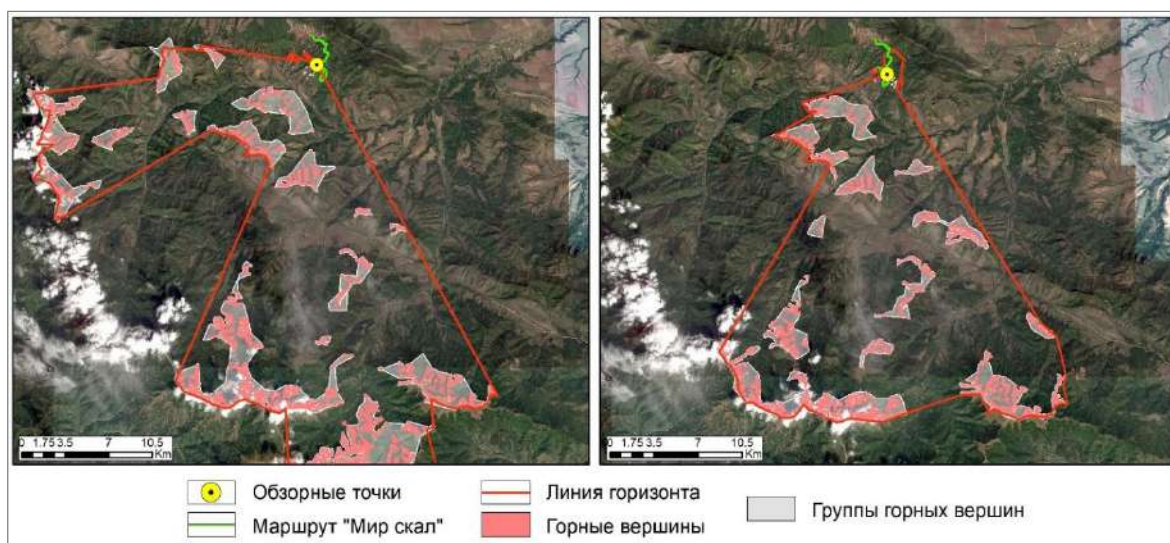


Рис. 3.25. Обилие горных вершин на линии горизонта в зоне видимости с обзорных точек 5 (слева) и 7 (справа)

Таким образом, с обзорной точки 5 перед наблюдателем на линии горизонта открывается 9 горных вершин, а при автоматизированной обработке данных количество увеличилось до 10. Для обзорной точки 7 данный показатель составляет 6 и 8 горных вершин на линии горизонта, соответственно.

Эстетический показатель «*обилие останцов*» оценивался на основе ранее рассматриваемого алгоритма оценки показателя общего обилия горных вершин. Количественный подсчет скальных останцов также осуществлялся на основе инструмента пространственного пересечения данных. Таким образом, в качестве входных данных выступали полигоны с границами зон видимости и выделенными останцами.

Во избежание погрешностей в подсчете все останцы объединялись в небольшие группы с учетом расстояния друг от друга – инструмент «*Aggregate Polygons*». В данном случае были несколько изменены входные параметры их объединения. Так, расстояние между скальными останцами внутри одной группы в пределах ближней и средней перспектив не должно было превышать 70 м, а для дальней – 1000 м. При этом площадь



отдельно стоящих останцов для средней перспективы должна быть не менее 1500 кв. м., а для дальней перспективы – не менее 10000 кв. м. (рис. 3.26).

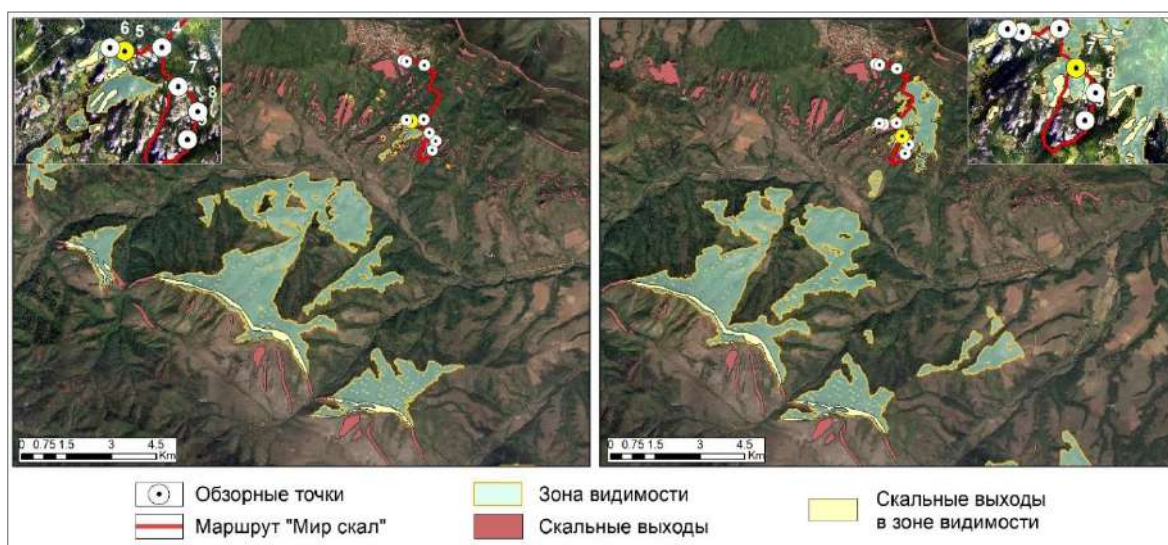


Рис. 3.26. Выделение останцов в зоне видимости с обзорных точек 5 (слева) и 7 (справа)

Как и при полевых наблюдениях, ГИС-анализ позволил максимально близко оценить обилие останцов со всех обзорных точек. В ходе сравнения результатов оценки было установлено, что с обзорной точки 5 перед наблюдателем открывается 10 групп останцов, в результате ГИС-оценки – 12; для обзорной точки 7 было определено 13 и 16 групп останцов, соответственно.

Показатель «*общая лесистость пейзажа*» определяется отношением залесенной площади к общей площади зоны видимости с определенной обзорной точки. Автоматизированная оценка позволяет нам рассчитать долю лесных насаждений в зоне видимости, поэтому было предложено присваивать оценочный балл следующим образом: при низкой степени лесистости территории, т.е. до 50 %, показатель получал 1 баллов, при средней степени лесистости – 50-75%, оценка составляла 2 балл, при высокой, т.е. более 75% – 3 балла.

В качестве основы для проведения оценки данного показателя мы использовали классификацию ландшафтного покрова на территорию исследования (Козлов, 2006; Пузаченко и др., 2014; Мерекалова и др., 2021; Horning, 2004; Cavur et al., 2019; Hermosilla et al., 2022; Zhao et al., 2022). Для ближней и средней перспективы классификация проводилась на основе созданного ранее ортофотоплана, полученного с БПЛА. Для дальней перспективы использовались безоблачные спутниковые снимки Landsat-8 с более низким пространственным разрешением за период 2017-2020 гг. (USGS, URL: <https://earthexplorer.usgs.gov/>).

Сначала классификация проводилась для территории, которая была охвачена аэрофотосъемкой с БПЛА с высоким пространственным разрешением. На этапе их обработки необходимо было избавиться от лишних шумов, затрудняющих проведение дальнейшей классификации. В данном случае использовались инструменты группы «*Spatial Analyst Tools → Segmentation and Classification*», со свойственным им объективно-ориентированным подходом к извлечению объектов из изображения. Подобные объекты создаются в процессе сегментации изображения, когда пиксели с аналогичными спектральными характеристиками объединяются в общую группу – сегмент (инструмент «*Compute Segment Attributes*»). Автоматическая классификация полученного изображения проводилась на основе сгруппированных в объекты сегментов с помощью инструмента «*Classify Raster*» (рис. 3.27). Таким образом, удалось сохранить высокую детальность залесенных территорий в пределах ближней и средней перспектив.

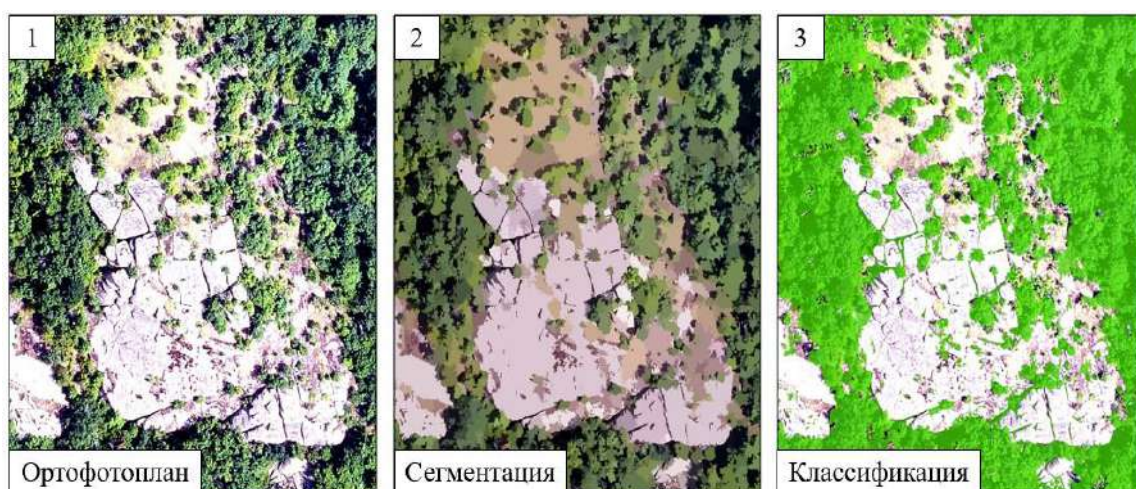


Рис. 3.27. Стадии классификации изображения на примере фрагмента ортофотоплана

Классификация ландшафтного покрова за пределами аэрофотосъемки проводилась на основе спутниковых снимков Landsat-8 (разрешение 30 м). В настоящее время спутниковые данные очень часто используются для количественной оценки проективного покрытия территории, что основывается преимущественно на выявлении эмпирических зависимостей между ними и их спектральными характеристиками (Carlson, Ripley, 1997; Li et al., 2005; Jimenez-Munoz et al., 2009; Johnson et al., 2012).

Состав и состояние растительного покрова можно оценивать по спектральной отражательной способности. На данный момент разработано более 150 показателей состояния растительности, для которых характерны большие различия в отражении излучения различных длин волн. Вычисление большей части вегетационных индексов основывается на двух наиболее стабильных участках кривой спектральной отражательной способности растений. В красной области спектра наблюдается максимальное поглощение солнечного излучения хлорофиллом (от 0,4 до 0,7 мкм). С другой стороны, клеточная

структура листьев сильно отражает ближний инфракрасный свет (от 0,7 до 1,1 мкм) (Черепанов, 2011; Катаев и др., 2017). Для нашего анализа мы использовали ряд наиболее популярных вегетационных индексов, таких как NDVI, EVI, TVI, NDWI и др. (таблица 3.8).

Таблица 3.8. Основные характеристики вегетационных индексов (Черепанов, 2011)

Вегетационные индексы, авторы	Формула расчета	Краткое описание
Нормализованный разностный ВИ (Normalized Difference VI, NDVI) (Rouse В.Л. и др., 1973; Krigler F.J. и др., 1969)	$NDVI = \frac{\rho_{NIR} - \rho_{RED}}{\rho_{NIR} + \rho_{RED}}$	Индекс может принимать значения от -1 до 1. Для растительности индекс NDVI принимает положительные значения, обычно от 0.2 до 0.8.
Усовершенствованный вегетационный индекс (Enhanced Vegetation Index, EVI) (Rouse J.W. и др., 1973; Tucker C.J., 1979; Huete A.R. и др., 1997)	$EVI = \left( \frac{\rho_{NIR} - \rho_{RED}}{\rho_{NIR} + C_1 \cdot \rho_{RED} - C_2 \cdot \rho_{BLUE} + L} \right) * (1 + L)$ Коэффициенты C1, C2 и L эмпирически установлены как равные 6.0, 7.5, и 1.0 соответственно.	Индекс может принимать значения от -1 до 1. Для зеленой растительности обычны значения от 0.2 до 0.8.
Трансформированный вегетационный индекс (Transformed Vegetation Index, TVI) (Tucker C.J. и др., 1979)	$TVI = \sqrt{NDVI + 0.5}$	Значение 0.5 прибавляется для исключения отрицательных значений под корнем. Функционально TVI и NDVI эквивалентны.
Нормализованный разностный водный индекс (Normalized Difference Water Index, NDWI) (Gao В.С., 1995)	$NDWI = \frac{\rho_{0.857} - \rho_{1.241}}{\rho_{0.857} + \rho_{1.241}}$	Индекс может принимать значения от -1 до 1. Для зеленой растительности обычно принимает значения от -0.1 до 0.4.
Относительный вегетационный индекс (Ratio Vegetation Index, RVI) (Birth и McVey, 1968; Rouse J.W. и др., 1973; Tucker C.J. и др., 1979)	$RVI = \left( \frac{\rho_{NIR}}{\rho_{RED}} \right)$	Значения индекса изменяются от 0 до бесконечности. Для зеленой растительности значения VI > 1 и растут с увеличением зеленой фитомассы, сомкнутости растительности (обычно принимают значения 2-8).
Почвенный вегетационный индекс (Soil Adjusted VI, SAVI) (Huete A.R. и Liu H., 1994)	$SAVI = \left( \frac{\rho_{NIR} - \rho_{RED}}{\rho_{NIR} + \rho_{RED} + L} \right) * (1 + L)$ где, L = [0;1], L = 0 для очень густого растительного покрова, L = 1 для очень разреженного, чаще всего используют значение L = 0.5.	Значения индекса изменяются от -1 до 1. Линия почв проходит через точку 0.

Так, например, наиболее используемый в практике вегетационный индекс *NDVI* (Normalized Difference Vegetation Index) для растительности принимает положительные значения, и чем больше зеленая фитомасса, тем он выше (Rouse et al., 1974; Jiang et al., 2006). Значения индекса *NDWI* (Normalized Difference Water Index) зависят от содержания влаги в листьях, а также от типа растительности и их проективного покрытия. Высокие значения индекса соответствуют высокому содержанию влаги и более сплошному растительному покрову (Gao, 1996; Сeccato et al., 2001). В данном случае анализ комбинаций вегетационных индексов вполне удовлетворяет требованиям для выявления крупных площадей лесной растительности на территории исследования (Мунзер, 2021) (рис. 3.28).

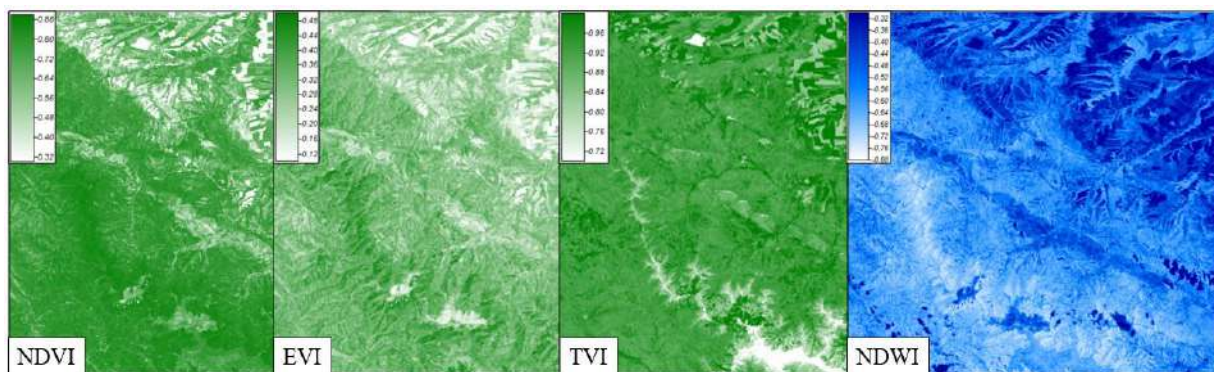


Рис. 3.28. Примеры рассчитанных вегетационных индексов NDVI, EVI, TVI и NDWI

При помощи метода главных компонент (PCA) была снижена размерность рассчитанных индексов до пяти компонент (Wilks, 2011; Jolliffe, Cadima, 2016). Этот метод представляет собой снижение размерности набора каналов растра с созданием одного многоканального растра – инструмент «*Principal components*». Выходной растр будет иметь такое же количество каналов, сколько изначально было задано компонент для анализа («*Number of Principal components*»). На основе выделенных компонент было проведено выделение типов ландшафтного покрова методом «*k-средних*».

С помощью инструмента «*Majority Filter*» итоговое растровое изображение прошло генерализацию для избавления от ошибочных данных, после чего он был векторизован – инструмент «*Raster to Polygon*». Для проведения дальнейшей оценки из общего векторного слоя был извлечен класс с лесными насаждениями. После проведенной классификации леса, выделенные в пределах съемки с БПЛА и за ее пределами, были объединены в общий слой – инструмент «*Union*» (рис. 3.29).

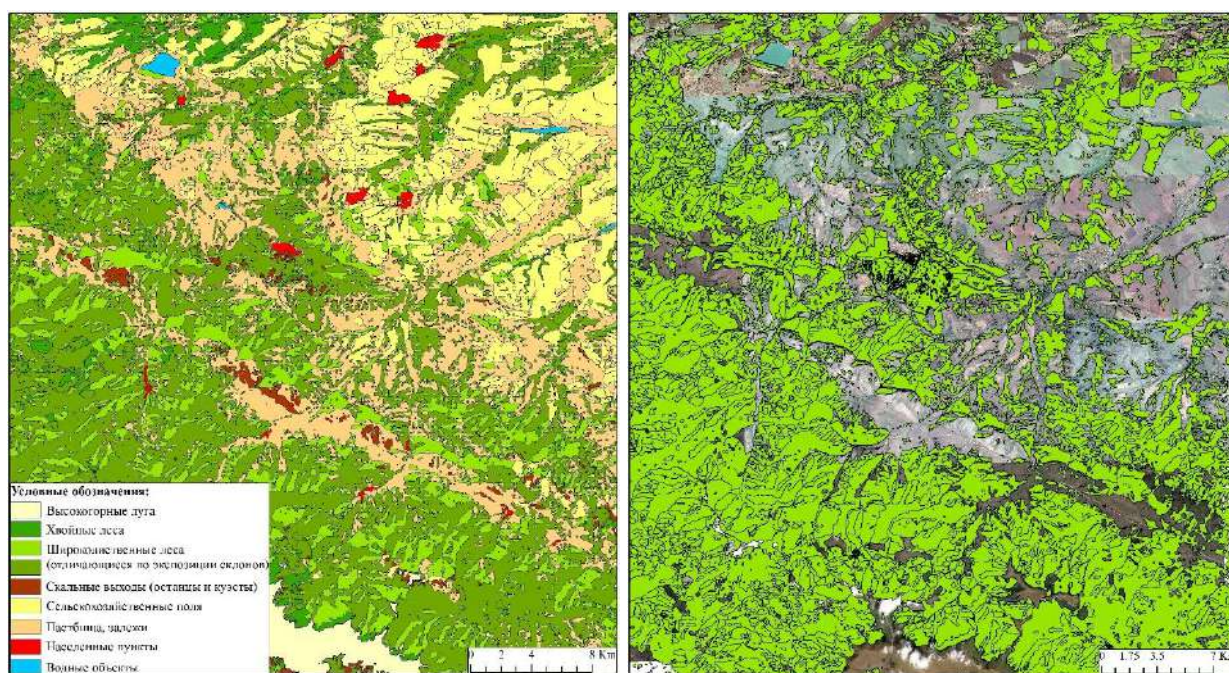


Рис. 3.29. Извлечение класса с лесными насаждениями из общей классификации методом PCA

Подобный алгоритм оценки уже рассматривался в процессе оценки девственности пейзажа. В случае оценки лесистости пейзажа проводилось пересечение объектов («*Intersect*») на основе зон видимости и выделенных полигонов с лесами. Площадной расчет интересующих нас полей осуществлялся при помощи калькулятора полей – инструмент «*Calculate Areas*». После операции слияния «*Dissolve*» был создан новый слой, содержащий поля с общей площадью определенной зоны видимости и площадью полигонов с лесами. На основе этих данных производился расчет доли лесных насаждений в каждой из зон видимости (рис. 3.30).

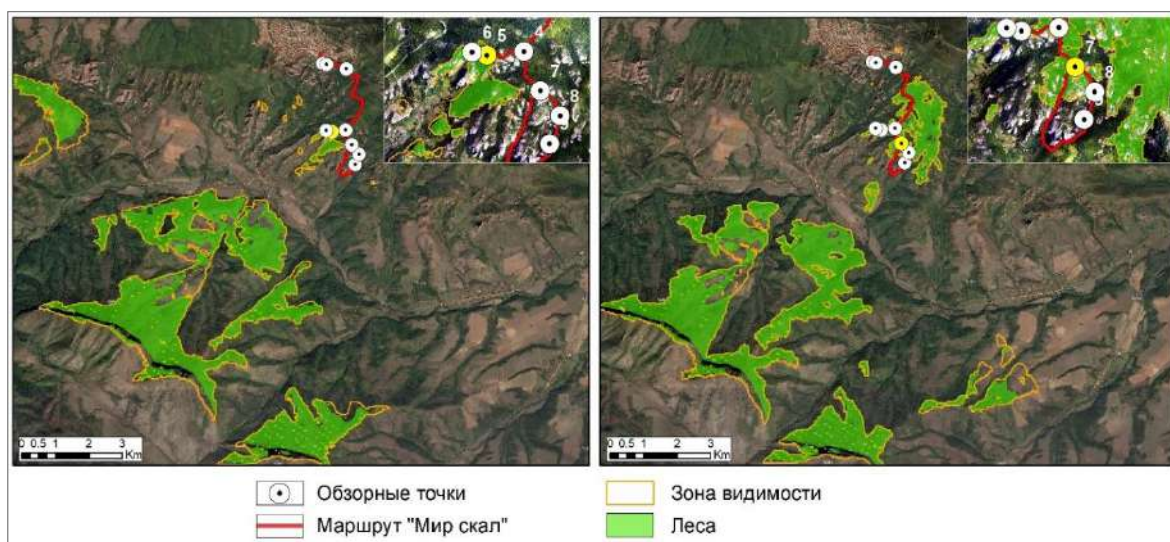


Рис. 3.30. Выделение залесенных территорий в зоне видимости для обзорных точек 5 (слева) и 7 (справа)

Сравнивая результаты оценки полевых наблюдений с данными автоматизированной обработки данных, можно констатировать, что оценки довольно близки. Так, степень лесистости для обзорной точки 5 составила 76,9 %, для обзорной точки 7 – 82,8 %. При оценке данного показателя в поле обе точки также получили максимальный балл.

Показатель *«обилие залесенных горных вершин»* оценивался при помощи инструмента пересечения, где горные вершины в зоне видимости совмещались с ранее выделенными лесными контурами. Таким образом, появилась возможность вычленить безлесные горные вершины и приступить к агрегированию оставшихся вершин в группы – инструмент *«Aggregate Polygons»*. Алгоритм объединения горных вершин в группы был рассмотрен ранее (рис. 3.31).

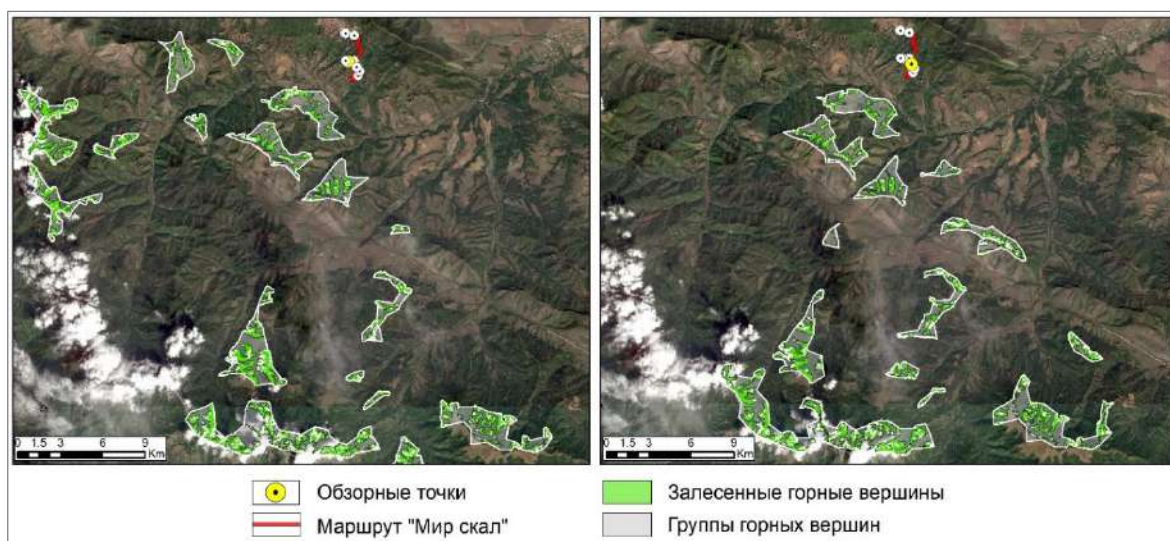


Рис. 3.31. Выделение залесенных горных вершин в зоне видимости с обзорных точек 5 (слева) и 7 (справа)

Сравнивая результаты оценки данного показателя, было установлено, что с обзорной точки 5 перед наблюдателями открывается 14 залесенных горных вершин, а в результате автоматизированной обработки – 17 вершин. Для обзорной точки 7 оценка составила 13 и 14 вершин, соответственно.

Выделение среди лесных массивов отдельных компонентов несколько усложняет открывающийся перед наблюдателем пейзажный вид. Одним из таких показателей является эстетический показатель «*оптимальное количество открытых пространств*». В данном случае в качестве открытых пространств мы рассматривали сельскохозяйственные угодья. С одной стороны, выделение подобных объектов в небольшом количестве повышает привлекательные качества пейзажа, а с другой – снижает, так как их чрезмерное количество может негативно сказаться на открывающемся пейзажном виде, а именно на степени его природной натуральности (девственности). Согласно методике К.И. Эрингиса и А.-Р.А. Будрюнаса (1975), в качестве открытых пространств должны рассматриваться участки не менее чем с трех сторон окруженные лесными массивами. В ближней и средней перспективе открытые пространства воспринимаются наблюдателем достаточно четко. В дальней перспективе, как и в случае с горными вершинами, они начинают сливаться.

В свою очередь ГИС-оценка позволяет достаточно точно оценить количество открытых пространств. В общих чертах алгоритм их выделения идентичен выделению горных вершин. Оценка данного показателя представляла собой пересечение («*Intersect*») выделенных полей с зонами видимости. Важно отметить, что объединялись они в соответствии с оптимальными условиями, которые были подобраны вручную с учетом природно-антропогенных особенностей территории и пространственного разрешения исходных данных, на основе которых осуществлялась оценка. Агрегирование объектов в группы – инструмент «*Aggregate Polygons*» – также проводилось с учетом расстояния между ними и минимальной площади отдельных объектов. Таким образом, расстояние между полями внутри группы («*Aggregation distance*») для средней перспективы не должно было превышать 100 м, для дальней перспективы – 500 м. Минимальная площадь отдельно расположенных полей («*Minimum area*»), не входящих ни в одну из групп, для средней перспективы должна быть не менее 3000 кв. м., а для дальней перспективы – не менее 70000 кв. м. (рис. 3.32).

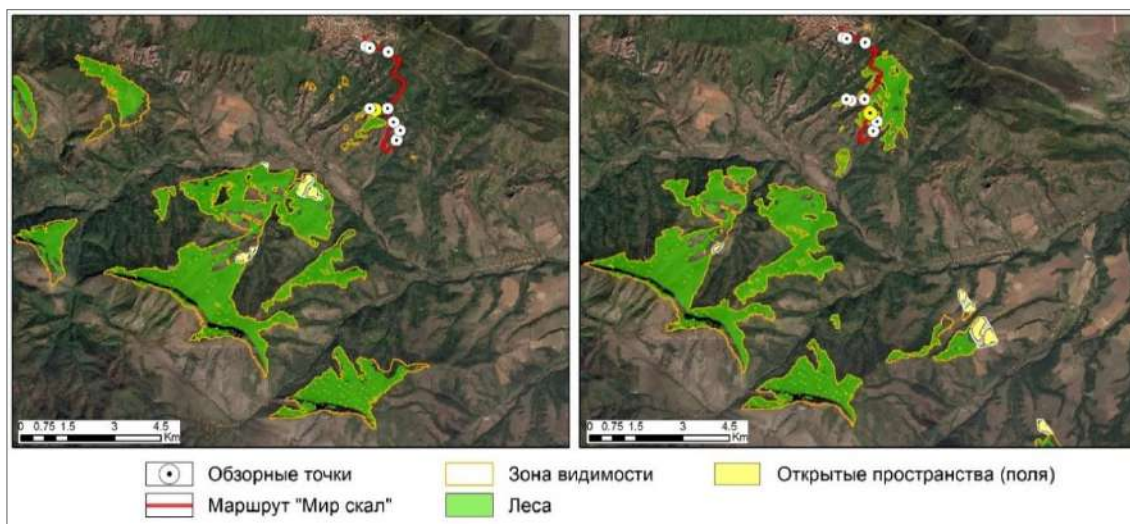


Рис. 3.32. Обилие открытых пространств в лесистом пейзаже в зоне видимости с обзорных точек 5 (слева) и 7 (справа)

При оценке обилия открытых пространств также отмечается высокая корреляция полученных результатов. С обзорной точки 5 наблюдателем было выделено 2 открытых участка, при автоматизированной обработке – 3; с обзорной точки 7 – 2 и 4 открытых участка, соответственно.

Показатель «неурбанизированность» пейзажа представляет собой долю четко воспринимаемой городской застройки в зоне видимости. В пределах территории исследования находится один относительно небольшой город Белоградчик, который по характеру городской застройки больше относится к категории поселка городского типа (рис. 3.33). Если говорить о внушительности городской застройки, тяжело судить о том, что она снижает привлекательность открывающегося пейзажа. Даже наоборот, город положительно сказывается на открывающемся пейзаже и вместе с тем является одним из эстетически притягательных объектов для туристов. В данном случае было решено оценивать неурбанизированность пейзажа в зоне видимости по двум очевидным критериям: выделяется городская застройка – 1 балл, отсутствует – 2 балла.



Рис. 3.33. Открывающийся вид на г. Белоградчик со смотровой площадки крепости «Калето»

Оценивался показатель при помощи инструмента пересечения, где входными объектами являлись зоны видимости и оцифрованные границы города (рис. 3.34).

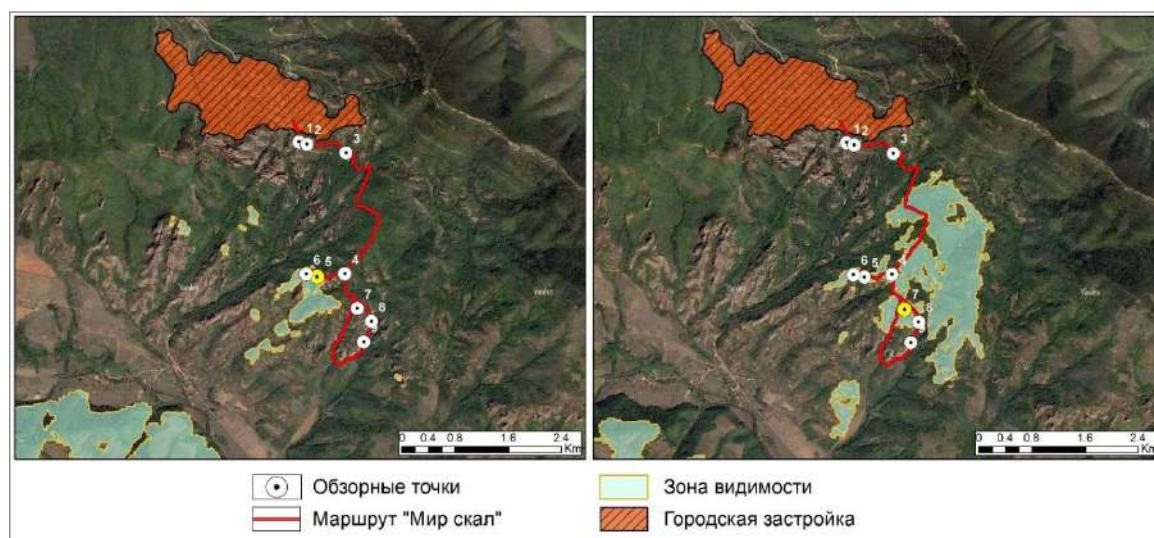


Рис. 3.34. Городская застройка в зоне видимости с обзорных точек 5 (слева) и 7 (справа)

Полученные результаты показали, что результаты ГИС-оценки полностью совпадают с данными полевых наблюдений. Так, в зоне видимости с обзорных точек 5 и 7 городская застройка полностью отсутствует, каждой из точек был присвоен максимальный балл.

Оценка эстетического показателя *«оптимальное количество антропогенных объектов»* представляет собой подсчет антропогенных объектов в зоне видимости. При помощи инструмента выборки *«Select»* из общего слоя со всеми антропогенными объектами были отобраны интересующие нас типы объектов, такие как населенные пункты, а также усадьбы и отдельные постройки. В процессе выборки важно было учесть особенности визуального восприятия подобного рода объектов, так как расположенные вдали небольшие по площади объекты распознаются тяжелее, чем вблизи. В данном случае вокруг обзорных точек были выделены три буферные зоны. Первая буферная зона выделялась от точки обзора до 2 км. В этой зоне населенные пункты и отдельные объекты воспринимаются с высокой степенью детальности. Во второй буферной зоне, от 2 до 5 км, начинает размываться облик отдельных объектов, таких как единичные постройки с приусадебными дворами, поэтому их площадь должна быть не менее 10000 кв. м. В третьей буферной зоне, от 5 км до линии горизонта, отдельные постройки не распознаются совсем, поэтому остаются только крупные населенные пункты. Подобная выборка позволила оставить наиболее распознаваемые антропогенные объекты в зоне видимости. При помощи инструмента пространственного пересечения выделенные объекты совмещались с зонами



видимости, внутри которых определялась их точная количественная характеристика (рис. 3.35).

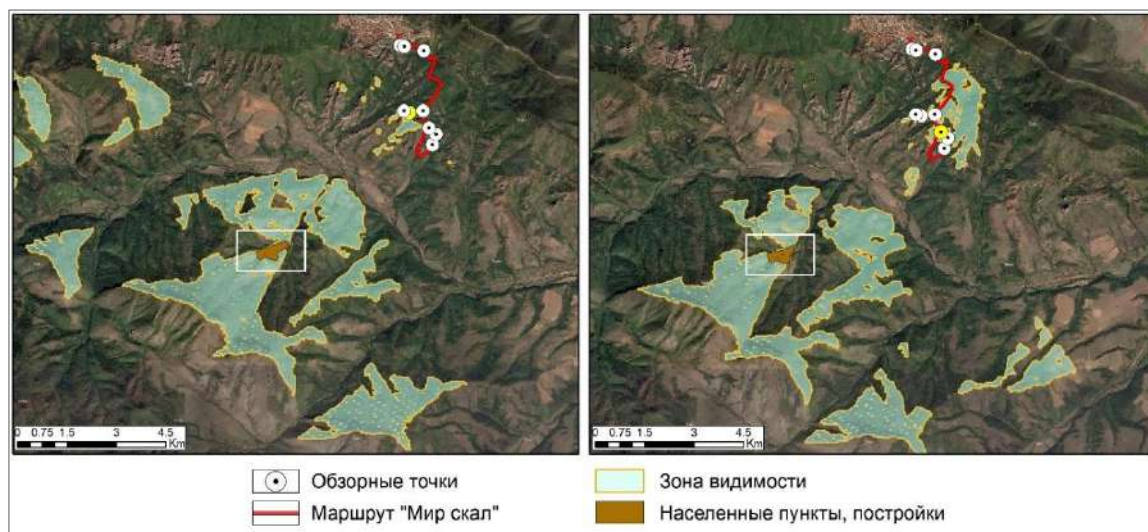


Рис. 3.35. Обилие населенных пунктов и отдельных построек в зоне видимости с обзорных точек 5 (слева) и 7 (справа)

В ходе сравнения полученных результатов оценки данного показателя было установлено, что в зоне видимости с обзорной точки 5 наблюдатель отчетливо воспринимает только 1 населенный пункт, чему соответствует ГИС-оценка. Такая же количественная оценка характерна и для обзорной точки 7.

Подобным образом проводилась оценка показателя *«силуэтность антропогенных объектов на линии горизонта»*. Этот показатель оценивался на основе ранее построенных линий горизонта с обзорных точек и выделенных антропогенных объектов, что в итоге позволило нам определить количество объектов на линии горизонта со всех обзорных точек – инструмент *«Intersect»*.

С учетом того, что линия горизонта представлена горной цепью, единственным объектом, выступающим над ней, является телебашня высотой 138 м. При этом в процессе полевых наблюдений с обзорных точек 5 и 7 данный объект в зоне видимости не выделяется, что подтверждает и ГИС-оценка.

### 3.3. Сравнение результатов полевых исследований с данными ГИС-оценки

Данная методика оценки эстетических показателей, предусматривающая синтез экспертных балльных оценок и ГИС-анализа, позволяет не только обрабатывать большой массив пространственных данных, но и верифицировать полученные результаты между собой. Полученные результаты ГИС-оценки с применением индивидуальных алгоритмов для каждого эстетического показателя подтвердили, что предложенный метод позволяет

производить расчеты многих из них с высоким уровнем точности, сопоставимым с данными полевых наблюдений.

Рассчитав все эстетические показатели и произведя подсчет общего балла эстетической привлекательности, была произведена верификация результатов оценки. В ходе сравнения полученных данных было установлено, что результаты автоматизированной оценки в некоторых случаях превышают результаты полевых наблюдений. Но расхождения значений итоговых баллов эстетической привлекательности пейзажных видов с обзорных точек минимальные (порядка 1-3 баллов), а для некоторых точек их и вовсе нет (рис. 3.36).

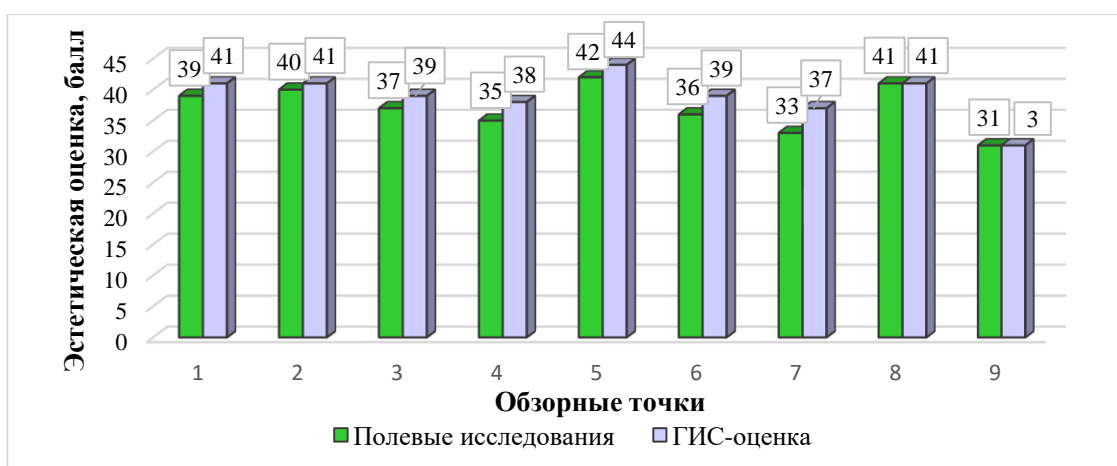


Рис. 3.36. Результаты эстетической оценки с обзорных точек туристско-рекреационного маршрута «Мир скал» (составлено автором на основе полевых исследований и ГИС-оценки)

Как отмечалось ранее, это можно связать с использованием в процессе расчетов данных более высокого пространственного разрешения, что повлияло на характер общей оценки эстетической привлекательности открывающегося пейзажа со всех обзорных точек. Несмотря на это, наиболее привлекательной по-прежнему остается обзорная точка 5 – 44 балла, несколько ниже результаты ГИС-оценки у обзорных точек 1,2 и 8 – по 41 баллу. Менее привлекательной остается обзорная точка 9 – 31 балл (прил. 2 и 3).

Сравнение результатов оценки на примере всех 9-ти обзорных точек по туристско-рекреационному маршруту «Мир скал» позволил нам удостовериться в том, что подобная методика оценки эстетических показателей с внедрением отдельных алгоритмов действительно работает. Большим достоинством предложенных алгоритмов оценки является их гибкая структура, включающая в себя ряд параметров, которые можно адаптировать под любую исследуемую территорию (Калуцкова, Лозбенева, 2022). Именно это позволяет не только оценить предложенные обзорные точки по маршруту, но и провести эстетическую оценку большей части природной достопримечательности Белоградчишские скалы.

## ГЛАВА 4. ЛАНДШАФТНО-ЭСТЕТИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ ПРИРОДНОЙ ДОСТОПРИМЕЧАТЕЛЬНОСТИ «БЕЛОГРАДЧИШСКИЕ СКАЛЫ»

Особенностью данного исследования является переход от маршрутной оценки к пространственной (площадной) оценке эстетических свойств территории с использованием дистанционных методов. При этом каждая точка в пространстве характеризуется своим качеством эстетических показателей, совокупность которых позволяет дать обобщенную оценку эстетической привлекательности исследуемой территории (подглава 4.1). Но эти точки можно также группировать в границах ПТК и, тем самым, придать ПТК определенные эстетические качества (подглава 4.2). Верификация данного подхода заключается в том, что каждый вид ПТК должен иметь собственную эстетическую оценку.

### 4.1. Пространственно-точечная оценка эстетических свойств территории на основе ГИС-технологий

Одной из поставленных перед нами задач являлось применение автоматизированной методики оценки эстетических свойств ландшафтов для территории природной достопримечательности Белоградчишские скалы. Для автоматизации процесса эстетической оценки мы использовали модуль *ArcGIS Model Builder*, что позволило не только осуществить оценку многих эстетических показателей, но и провести на основе полученных результатов комплексный ГИС-анализ исследуемой территории. Главное преимущество разработанных моделей оценки заключается в строгой последовательности всех предложенных инструментов геообработки, а также возможность их редактирования и управления в автоматическом режиме.

Первоначальный этап ГИС-оценки предполагает использование инструмента построения регулярной сетки: «*Data management tools* → *Feature class* → *Create fishnet*». В качестве шаблона («*Template Extent*») были заданы границы исследуемого участка площадью порядка 8 км<sup>2</sup>, который охватывает основную часть скального комплекса, в пределах которого в настоящее время функционируют туристско-рекреационные маршруты. Регулярная сетка представляла собой слой с точечными объектами – *модельными точками*, выступающими в качестве потенциальных обзорных точек при организации новых маршрутов. Положение каждой модельной точки обзора зависело от задаваемых значений ширины и высоты ячейки. Экспертным путем было установлено оптимальное расстояние между точками около 80 м, которое обеспечило максимальный охват аттрактивных геоморфологических объектов достопримечательности Белоградчишские скалы. В общей сложности автоматически было выделено около 1130 обзорных точек (рис. 4.1).



Рис. 4.1. Регулярная сетка с модельными точками обзора в пределах территории исследования

В процессе построения зон видимости с каждой модельной точки было установлено, что границы зон видимости напрямую зависят от местоположения. Наибольшую площадь охватывают точки в пределах вершинных поверхностей останцов и гряд, а наименьшую – точки, находящиеся при слиянии эрозионных форм.

На следующем этапе на основе построенных зон видимости с модельных точек производилась ГИС-оценка по 15 эстетическим показателям (прил. 5-19). Для того чтобы максимально автоматизировать работу всех алгоритмов, в каждую из моделей были включены специальные **итераторы** – циклические процессы, обеспечивающие неоднократный повтор заданных операций. В случае с моделью построения зон видимости и линий горизонта мы использовали *итератор выборки объектов* («Iterate feature selection»), так как в качестве входного объекта выступал слой с модельными точками. Во всех остальных случаях применялся *итератор классов объектов* («Iterate feature classes»), где в качестве рабочей области выбиралась папка с набором классов пространственных объектов.

Для многих эстетических показателей производилась количественная оценка, поэтому в атрибутивную таблицу записывалась информация о выделенных объектах отдельно для каждой модельной точки. В данном случае было решено сгенерировать результаты оценки и произвести точный количественный подсчет определенного рода объектов (прил. 20). В процессе количественной оценки в атрибутивную таблицу выходного слоя добавлялось новое поле – инструмент «Add Field», где каждой строке, соответствующей выделенным объектам, присваивалось значение «1». Использование операции слияния по атрибуту «Dissolve» позволило рассчитать общее количество строк. Таким образом, суммарное значение перезаписывалось в новое автоматически создаваемое поле. Итоговый слой содержал в атрибутивной таблице всего лишь одну строку с

порядковым ID-номером модельной точки и соответствующим ей количеством объектов в зоне видимости.

После завершения последовательной ГИС-оценки всех эстетических показателей необходимо было упорядочить полученные результаты по каждому из них. Данный шаг представлял собой операцию геометрического объединения пространственных данных – инструмент «Append». Эта операция позволила присоединить имеющийся набор входных данных к выбранному целевому набору. Таким образом, для каждого показателя создавался один независимый слой, который включал результаты количественной оценки со всех модельных точек.

На основе полученных результатов оценки эстетических свойств ландшафтов была определена эстетическая привлекательность территории, выражающаяся через совокупный (целостный) образ пространственных элементов ландшафта (Токарчук, 2014; Горбунова и др., 2017; Ладик, Прохорова, 2020; Горбунов и др., 2020; Терентьева, 2021; Андреева, 2021). На данном этапе осуществлялся перевод количественных характеристик ГИС-оценки в баллы, а также рассчитывался общий балл эстетической привлекательности пейзажных видов с потенциальных обзорных точек по ранее представленной методике оценки (таблица 3.2-3.5) (рис. 4.2а).

Визуальное представление общей эстетической привлекательности территории исследования осуществлялось на основе неравномерно распределенных пространственных данных эстетической оценки с обзорных точек с использованием широко распространенных методов интерполяции (рис. 4.2б).

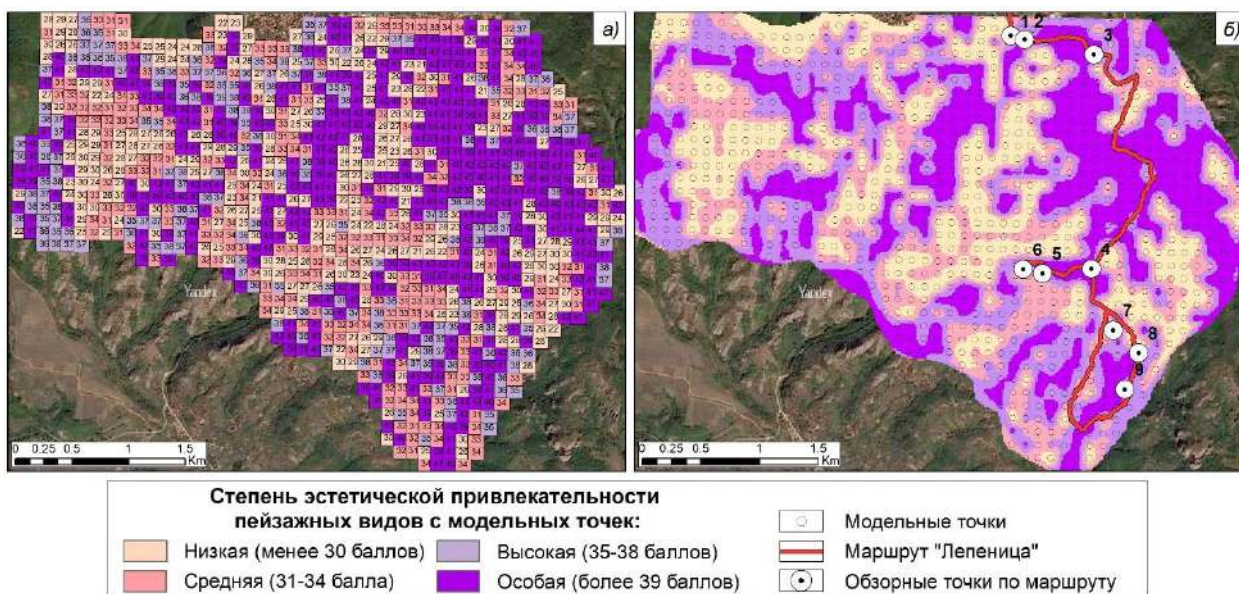


Рис. 4.2. Эстетическая привлекательности природной достопримечательности Белоградчишские скалы: а – общая оценка эстетических показателей с модельных точек; б – зонирование территории по степени эстетической привлекательности пейзажных видов

Среди них наиболее наглядными являлись методы обратных взвешенных расстояний (Inverse Distance Weighting/IDW) (Lu, Wong, 2008; Li et al., 2018) или естественной окрестности (Natural Neighbor/NN) (Sibson, 1981). Метод обратных взвешенных расстояний позволяет рассчитать искомое значение по квадратичной формуле, учитывающий дистанцию до известной точки. Суть метода естественной окрестности заключается в использовании весового подхода для расчета искомых значений: чем ближе точка, тем выше ее вес при расчете. Представленные методы позволили произвести расчет значений для каждой ячейки раstra путем усреднения значений опорных точек в указанной окрестности (Павлова, 2017).

#### **4.2. Эстетическая классификация ПТК исследуемой территории**

На основе ландшафтной карты природной достопримечательности Белоградчишские скалы была определена эстетическая привлекательность пейзажных видов с обзорных точек в пределах выделенных природных урочищ (рис. 2.11а, 2.11б). На первом этапе мы объединили 58 видов урочищ природной достопримечательности в 18 типов урочищ по геоморфологическим (вершинные поверхности, склоны и т.д.) и растительным (дубовые, грабовые и т.д.) характеристикам (рис. 4.3).

Отдельно для каждого типа урочищ выявлялись обзорные точки со свойственными для них результатами ГИС-оценки по 15 эстетическим показателям (рис. 4.4). Сначала рассчитывались средние значения общей эстетической привлекательности в баллах в пределах данного типа. Затем определялись обзорные точки особой, высокой, средней и низкой степени эстетической привлекательности в процентном соотношении (таблица 4.1).

Анализ таблицы показывает, что максимальную эстетическую привлекательность имеют пейзажные виды, открывающиеся с обзорных точек в пределах типов урочищ вершинных поверхностей гряд под золотобородниковыми лугами и дубовыми редколесьями (№ 4) – 39 баллов. Также высокие баллы получили типы урочищ вершинных поверхностей и склонов останцов с мохово-лишайниковым покровом и редкими дубами (№ 1 и 2) – 38 и 39 баллов, соответственно. Следует отметить, что в пределах этих типов урочищ около 90% обзорных точек обладают особой и высокой степенью эстетической привлекательности. С этих точек отчетливо воспринимаются открывающиеся пейзажные панорамы.

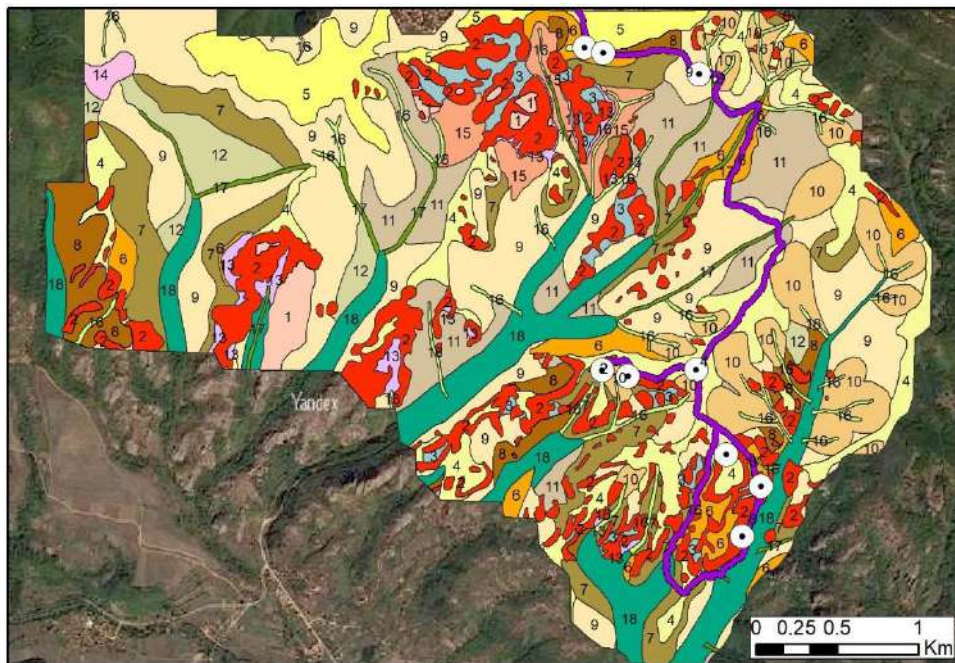


Рис. 4.3. Карта типов урочищ природной достопримечательности  
Белоградчишские скалы  
(№ типов урочищ указаны в таблице 4.1)

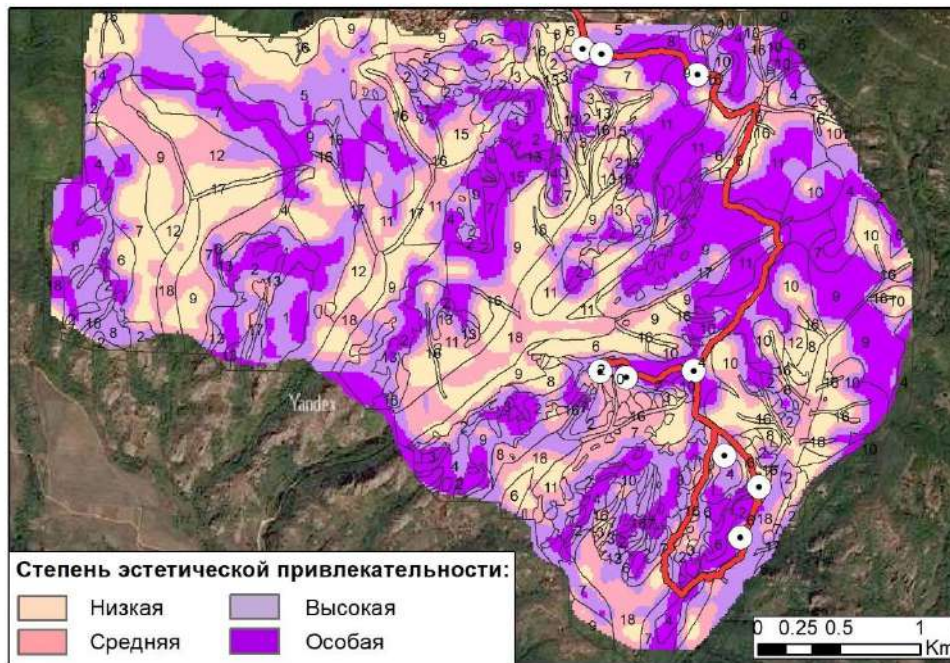


Рис. 4.4. Эстетическая привлекательность пейзажных видов с  
обзорных точек основных типов урочищ

Таблица 4.1. Оценка эстетической привлекательности пейзажных видов с обзорных точек (составлено автором)

№	Типы урочищ	Количество обзорных точек	Общая эстетическая привлекательность пейзажа, балл	Соотношение обзорных точек по степени эстетической привлекательности, %			
				Особая	Высокая	Средняя	Низкая
1	Плоские и пологонаклонные вершинные поверхности останцов с мохово-лишайниковым покровом и редкими дубами на горно-луговых маломощных почвах (№6)	15	38	34	60	6	0
2	Нерасчлененные комплексы склонов и вершинных поверхностей останцов с редким мохово-лишайниковым покровом на скелетных почвах (№7)	140	39	60	29	11	0

Продолжение таблицы 4.1.

№	Типы урочищ	Количество обзорных точек	Общая эстетическая привлекательность пейзажа, балл	Соотношение обзорных точек по степени эстетической привлекательности, %			
				Особая	Высокая	Средняя	Низкая
3	Теснины между останцов с дубовыми, дубово-грабовыми и буковыми лесами на неразвитых горных бурых лесных почвах (№8-11)	19	27	0	0	6	94
4	Вершинные поверхности гряд под золотобородниково-разнотравными лугами и дубовыми редколесьями на горно-луговых почвах (№12-13)	88	39	61	32	5	2
5	Вершинные поверхности гряд под дубово-грабовыми лесами и сосновыми посадками на горных бурых лесных почвах (№14-16)	50	33	12	38	36	14
6	Очень крутые склоны гряд под дубовыми, грабово- и ясенево-дубовыми лесами на литозёмах (№17-20)	38	33	39	3	34	24
7	Крутые склоны гряд под лесами из дуба скального на литозёмах (№21-22)	95	35	39	12	32	17
8	Крутые склоны гряд под грабово-дубовыми лесами и сосновыми посадками на литозёмах (№23-26)	40	34	28	40	15	17
9	Покатые склоны гряд (прямые) под дубовыми лесами, злаковыми лугами и виноградниками на горных бурых лесных почвах (№27-32)	260	33	37	12	23	28
10	Покатые склоны гряд (вогнутые) под дубовыми и грабово-дубовыми лесами на горных бурых лесных почвах (№33-35)	75	32	23	11	36	30
11	Пологие склоны гряд под дубовыми, дубово-грабовыми и дубово-сосновыми лесами на горных бурых лесных почвах (№ 36-38)	98	32	12	32	21	35
12	Пологие склоны гряд под зарослями из терна и ежевики на горных бурых лесных почвах (№ 39)	37	30	5	5	35	55
13	Делювиальные шлейфы под буковыми лесами на горных бурых лесных глеевых почвах (№40)	14	35	14	36	14	36






Продолжение таблицы 4.1.

№	Типы урочищ	Количество обзорных точек	Общая эстетическая привлекательность пейзажа, балл	Соотношение обзорных точек по степени эстетической привлекательности, %			
				Особая	Высокая	Средняя	Низкая
14	Седловины под злаково-клеверовыми лугами на горных бурых лесных намытых почвах (№41)	4	40	50	50	0	0
15	Слабонаклонные поверхности педиментации под буковыми лесами и злаково-высокотравными лугами с зарослями из терна и акации на бурых лесных почвах (№42-44)	25	31	32	0	20	48
16	Лощины под дубово-грабовыми, дубово-буковыми и буковыми лесами на дерновых маломощных слабощебнистых почвах (№45-47)	25	28	0	0	32	68
17	Комплексы днищ и склонов оврагов под дубово-грабовыми и дубово-буковыми мертвопокровными лесами на дерновых смыто-намытых почвах (№48-50)	10	29	0	0	40	60
18	Комплексы днищ и склонов балок под дубово-буковыми лесами и влажнотравными лугами на дерновых смыто-намытых почвах (№51-56)	96	30	4	14	49	33

Средняя степень эстетической привлекательности характерна для пейзажей с обзорных точек, приуроченных к покатым склонам гряд под дубовыми лесами, злаковыми лугами и виноградниками (№ 9) – 33 балла, а также пологим склонам гряд под дубовыми и дубово-грабовыми лесами (№ 11) – 32 балла.

Минимальный балл общей эстетической привлекательности был присвоен пейзажным видам с обзорных точек в пределах теснин между останцами под дубовыми и буковыми лесами (№ 3) – 27 баллов. Так как склоны останцов частично либо полностью перекрывают обзорную панораму, 94% обзорных точек обладают низкой степенью эстетической привлекательности. Кроме того, низкой аттрактивностью обладают обзорные точки в пределах пологих склонах гряд под зарослями из терна и ежевики (№ 12) – 30 баллов и урочищ овражно-балочного комплекса.

Таким образом, в ходе первого этапа был проведен анализ особенностей формирования общей эстетической привлекательности пейзажных видов с учетом **визуальных характеристик**. Углубленный анализ в таком случае осуществлялся для всех видов урочищ, в пределах которых был произведен расчет средних значений оценки по 15 эстетическим показателям (прил. 21). Для того чтобы уравнивать результаты неравномерной эстетической оценки (по балльной шкале от 0 до 4), для всех показателей было проведено преобразование оценочных значений в нормированные баллы от 0 до 1 (Воронцов, 2012, с. 60) (прил. 22).

На основе итоговых нормированных значений (прил. 22) оценивался вклад каждого эстетического показателя в формирование общей эстетической привлекательности пейзажных видов. Все показатели были сгруппированы по значимости их вклада в общий балл аттрактивности открывающихся пейзажей: первая группа показателей повышает общий балл («»), для второй группы показателей характерны нейтральные значения оценки («»), третья – снижает общий балл («») (таблица 4.2).

Анализ таблицы показал, что для каждого типа природных урочищ характерен определенный набор эстетических показателей с повышающими, снижающими и нейтральными эстетическими оценками.

Таблица 4.2. Вклад эстетических показателей в общую оценку эстетической привлекательности пейзажных видов  
(составлено автором на основе данных ГИС-оценки)

Типы урочищ, №	Вклад эстетических показателей*														
	П 1	П 2	П 3	П 4	П 5	П 6	П 7	П 8	П 9	П 10	П 11	П 12	П 13	П 14	П 15
1	–	–	↑	↓	↓	↑	↑	↑	↑	–	–	–	↓	↑	↑
2	–	–	↑	↓	↓	↑	↑	↑	↑	–	–	↑	↓	↑	↑
3	↓	↓	–	–	↓	↓	–	–	↓	↑	–	↑	–	↑	↑
4	–	–	↑	↓	↓	↑	↑	↑	↑	–	–	↑	↓	↑	↑
5	–	–	↑	↓	↓	↑	↑	–	↑	–	↑	↓	↓	–	↑
6	–	–	↑	–	↓	–	↑	↑	↑	↑	–	↑	↓	↑	↑
7	–	–	–	↓	↓	–	↑	↑	↑	–	–	↑	↓	↑	↑
8	–	–	↑	↓	↓	↑	↑	–	↑	–	↑	↑	↓	↑	↑
9	–	–	–	↓	↓	–	↑	↑	↑	–	–	↑	↓	↑	↑
10	–	–	–	–	↓	↓	–	↑	–	↑	–	↑	–	↑	↑
11	↓	–	–	–	↓	–	↑	↑	↑	↑	–	↑	↓	↑	↑
12	–	–	–	–	↓	↓	–	↑	↓	↑	–	↑	–	↑	↑
13	–	–	–	↓	↓	↑	↑	↑	↑	–	–	–	–	↑	↑
14	–	–	↑	↓	↓	↑	↑	–	↑	–	↑	–	–	↑	↑
15	↓	↓	–	–	↓	↓	↑	–	–	↑	–	↑	–	↑	↑
16	↓	↓	↓	–	↓	↓	–	–	↓	↑	–	↑	–	↑	↑
17	↓	↓	↓	–	↓	↓	–	–	–	↑	↓	↑	–	↑	↑
18	↓	↓	↓	–	↓	↓	–	–	–	↑	↓	↑	–	↑	↑

\*Эстетические показатели (см. полное описание в таблице 3.1), *Пn* – обозначение порядкового номера показателя

П1 – Глубина и разнообразие перспектив	П6 – Обилие горных вершин	П11 – Обилие различных древостоев
П2 – Многоплановость	П7 – Обилие горных вершин на ЛГ	П12 – Оптимальное количество открытых пространств
П3 – Поясность	П8 – Обилие останцов	П13 – Неурбанизированность
П4 – Ненарушенность	П9 – Обилие залесенных горных вершин	П14 – Оптимальное количество антропогенных объектов
П5 – Наличие водных объектов	П10 – Общая лесистость пейзажа	П15 – Силуэтность антропогенных объектов на ЛГ

Общую эстетическую привлекательность типов урочищ плоских и пологонаклонных вершинных поверхностей останцов с мохово-лишайниковым покровом и редкими дубами (№1) усилили показатели «поясность», «обилие горных вершин» и «обилие залесенных горных вершин». Для типов урочищ нерасчлененных комплексов вершинных поверхностей и склонов останцов (№ 2) наибольший вклад в аттрактивность внесли показатели «обилие горных вершин на линии горизонта» и «обилие останцов». Во многом это можно объяснить высоким положением ПТК (540-600 м н.у.м.), что позволило максимально охватить открывающиеся пейзажные виды.

На аттрактивность типа урочищ вершинных поверхностей гряд под золотобородниково-разнотравными лугами (№ 4), которые приурочены к высотам от 370 до 550 м н.у.м., максимально повлияли показатели «обилие горных вершин на линии горизонта» и «обилие залесенных горных вершин». При этом несколько снизили оценку показатели «ненарушенность» и «неурбанизированность» пейзажа.

В типах урочищ склоновых поверхностей гряд в оценке эстетической привлекательности отмечаются некоторые различия, которые зависят от характера крутизны и формы профиля склонов. Например, на аттрактивность типов урочищ крутых склонов гряд под лесами из дуба скального (№ 7) максимальное влияние оказали показатели «обилие горных вершин» и «обилие останцов», а также показатель «оптимальное количество открытых пространств» в пейзаже. В аттрактивность типа урочищ пологих склонов гряд под зарослями терна и ежевики (№ 12) наибольший вклад внес показатель «общая лесистость пейзажа», наименьший – показатель «обилие горных вершин».

Значительными отличиями результатов эстетических оценок обладают теснины между скальными останцами под дубовыми, дубово-грабовыми и буковыми лесами (№ 3), а также овражно-балочные комплексы (№ 16-18). Для большей части обзорных точек в пределах ПТК характерны зоны видимости с элементарными и секторными углами обзора. Это отразилось на низкой оценке показателей «глубина и разнообразие перспектив», «многоплановость» и «поясность» в пейзаже, что повлияло на оценку многих эстетических показателей. Так, наибольший вклад в аттрактивность ПТК внесли показатели «общая лесистость пейзажа» и «оптимальное количество открытых пространств». Наименьший вклад внес показатель «обилие горных вершин» в пейзаже.

Кроме того, из 15 эстетических показателей были выделены те показатели, которые внесли максимальный и минимальный вклад в оценку эстетической привлекательности всех природных урочищ. В данном случае повысили общую оценку эстетические показатели «оптимальное количество антропогенных объектов» и «силуэтность

антропогенных объектов на линии горизонта», снизил – показатель «наличие водных объектов».

В ходе анализа полученных эстетических оценок было отмечено, что для разных типов урочищ результирующие оценки могут значительно варьировать. Так, отдельно выделяются урочища с определенной эстетической оценкой, где варьирование между результатами оценок с разной степенью аттрактивности минимальное, и отдельно выделяются типы урочищ со значительным диапазоном варьирования эстетических оценок. Определенная оценка (с минимальным варьированием результатов оценок) получена для 9 из 18 типов урочищ. Так, например, к ним были отнесены типы урочищ вершинных поверхностей и склонов останцов с мохово-лишайниковым покровом (№ 1-2), вершинных поверхностей гряд под золотобородниково-разнотравными лугами и дубовыми редколесьями (№ 4), теснины между останцов с дубовыми, дубово-грабовыми и буковыми лесами (№ 3) и др.

Следующий этап исследования заключался в **анализе диапазона** полученных эстетических оценок. Было установлено, что для половины типов урочищ (для 9 из 18), полученные оценки обзорных точек очень близки, поэтому можно считать, что они дают однозначную оценку. Например, для типа урочищ нерасчлененных комплексов склонов и вершинных поверхностей останцов с редким мохово-лишайниковым покровом 60% обзорных точек имеют особую степень эстетической привлекательности. Или же лощины под дубово-грабовыми, дубово-буковыми и буковыми лесами, в пределах которых 68% обзорных точек обладают низкой степенью эстетической привлекательностью.

Для другой половины типов урочищ результирующие оценки показывают значительные расхождения. Например, для очень крутых склонов гряд под дубовыми, грабово- и ясенево-дубовыми лесами 39% обзорных точек характеризуются особой степенью эстетической привлекательности и 34% со средней степенью. Также в качестве примера можно привести делювиальные шлейфы под буковыми лесами, которые имеют 36% обзорных точек с высокой степенью эстетической привлекательности и 36% с низкой степенью.

Для таких типов урочищ был проведен анализ природных свойств, объясняющих эти расхождения в эстетических оценках. Главное предположение заключалось в том, что данные урочища могут быть разделены на подтипы, имеющие более однозначные оценки их эстетической ценности. Необходимо было найти основные параметры, на основании которых можно выделить такие подтипы. Статистический анализ эстетических оценок всех обзорных точек (около 1130) позволил определить три параметра – высотное положение,

характеристики растительного покрова (сомкнутость древостоя и породный состав) и положение относительно других комплексов.

Для оценки влияния **высотного положения** на аттрактивность обзорных точек в пределах ПТК было решено проследить разницу эстетических оценок в зависимости от изменения высотных уровней. Была применена шкала разделения высотных уровней с разницей в 30 м (от 340 до 650 м н. у. м.), что позволило определить доли обзорных точек с определенной степенью аттрактивности открывающихся пейзажных видов в пределах каждого высотного уровня. Так, например, для урочищ покатых склонов гряд (прямых) под дубовыми лесами около 90% обзорных точек с низкой эстетической привлекательностью находится на более низких высотных уровнях (от 340 до 460 м н. у. м.). По мере увеличения высоты наблюдается прямо пропорциональное повышение доли обзорных точек с особой степенью эстетической привлекательности (рис. 4.5).

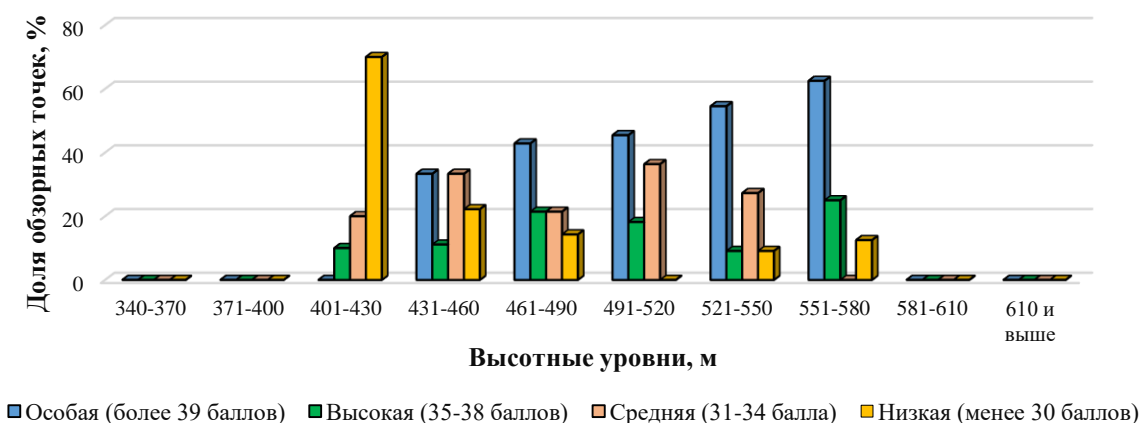


Рис. 4.5. Соотношение обзорных точек по высотным уровням, на примере покатых склонов гряд (прямых) под дубовыми лесами (№ 27)

**Характер растительного покрова** (сомкнутость древостоя и его породный состав) также оказывает существенное влияние на аттрактивность ПТК. Так, в пределах вершинных поверхностей гряд под дубово-грабовыми лесами (№ 14) для большей части обзорных точек с высокой эстетической привлекательностью значения сомкнутости древостоя не превышают 0,5. С увеличением сомкнутости древостоя возрастает доля обзорных точек с более низкой аттрактивностью открывающихся пейзажных видов (рис. 4.6а). Большое значение также имеет породный состав. К числу более привлекательных урочищ относятся вершинные поверхности гряд под однородными сосновыми посадками (№ 15). Преобладающее значение в пределах ПТК имеют обзорные точки с высокой эстетической привлекательностью. Тем не менее с увеличением сомкнутости древостоя их число начинает снижаться. Так, на участках со значениями сомкнутости древостоя от 0,75 наблюдается обратное увеличение доли обзорных точек со средней степенью эстетической привлекательности (рис. 4.6б).

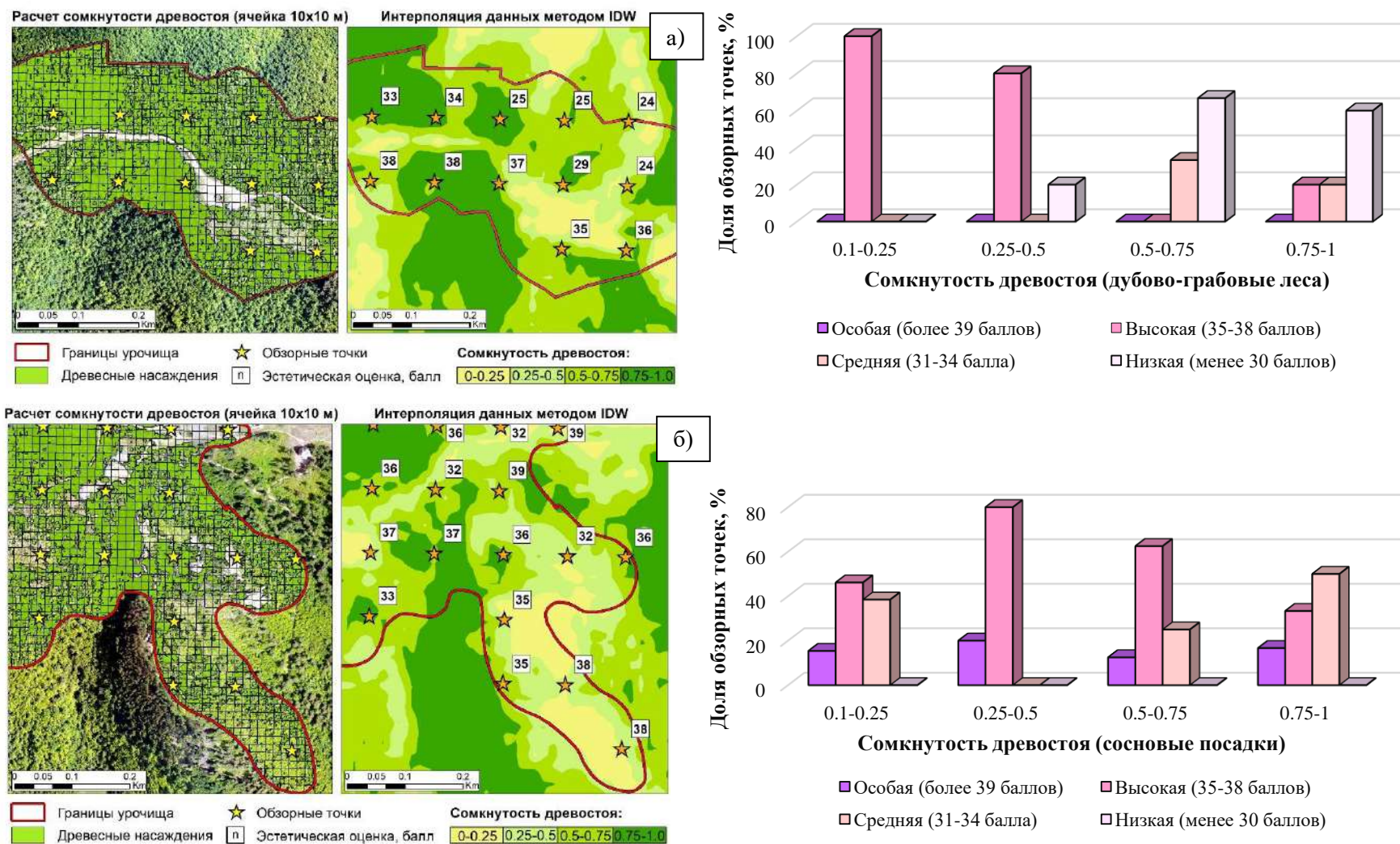


Рис. 4.6. Влияние характеристик растительного покрова на эстетические оценки с обзорных точек: *а* – на примере вершинных поверхностей гряд под дубово-грабовыми лесами (№ 14), *б* – вершинных поверхностей гряд под сосновыми посадками (№ 15)

На характер эстетических оценок также большое влияние оказывает **положение ПТК относительно соседних комплексов**. Соседние комплексы из-за близкого расположения могут полностью или частично закрыть тот или иной ПТК. Такое положение можно назвать «открытым» или «закрытым». Можно привести в качестве примеров делювиальные шлейфы и слабонаклонные поверхности педиментации. Наиболее высокие баллы эстетической оценки получили ПТК с открытыми панорамными видами. Гораздо меньшей степенью эстетической привлекательности обладают закрытые ПТК, «зажатые» между скальными останцами, которые ограничили свободное обозрение пейзажных видов (рис. 4.7а, 4.7б).

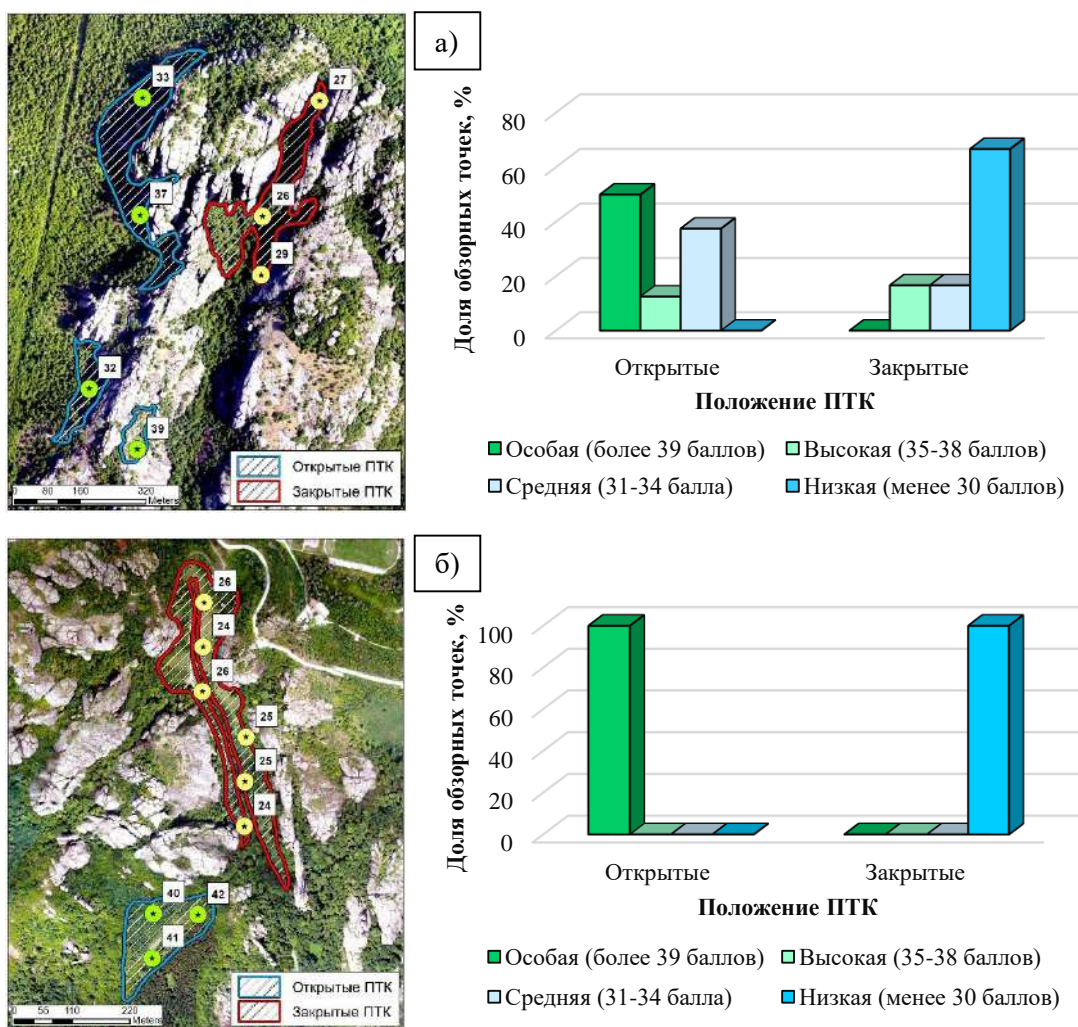


Рис. 4.7. Особенности эстетических оценок с обзорных точек в зависимости от положения ПТК: *а* – на примере делювиальных шлейфов под буковыми лесами (№ 40), *б* – слабонаклонных поверхностей педиментации под злаково-высокотравными лугами (№ 42)

Таким образом, в ходе анализа оценочных расхождений в пределах типов урочищ были выделены подтипы, в каждом из которых определялся основной параметр ответственный за эстетическую ценность (таблица 4.3).



Таблица 4.3. Выделение подтипов урочищ в зависимости от особенностей основных параметров (составлено автором)

ПТК, №	Эстетическая привлекательность	Высотный уровень		Сомкнутость древостоя		Положение ПТК	
		Верхний	Нижний	Разреженный	Сомкнутый	Открытые	Закрытые
<b>1</b>	Высокая	+	-	+	-	+	-
<b>2</b>	Особая	+	-	+	-	+	-
<b>3</b>	Низкая	-	+	-	+	-	+
<b>4</b>	Особая	+	-	+	-	+	-
<b>5</b>	(5а) Высокая	+	-	+	-	+	-
	(5б) Средняя	+	-	-	+	+	-
<b>6</b>	(6а) Особая	+	-	+	-	+	-
	(6б) Средняя	-	+	-	+	+	-
	(6в) Низкая	+	-	+	-	-	+
<b>7</b>	(7а) Особая	+	-	+	-	+	-
	(7б) Средняя	-	+	-	+	+	-
<b>8</b>	(8а) Высокая	+	-	+	-	+	-
	(8б) Низкая	+	-	+	-	-	+
<b>9</b>	(9а) Особая	+	-	+	-	+	-
	(9б) Средняя	-	+	+	-	+	-
	(9в) Низкая	-	+	-	+	+	-
<b>10</b>	(10а) Средняя	-	+	+	-	+	-
	(10б) Низкая	-	+	-	+	+	-
<b>11</b>	(11а) Высокая	+	-	-	+	+	-
	(11б) Низкая	-	+	-	+	+	-
<b>12</b>	Низкая	-	+	+	-	+	-
<b>13</b>	(13а) Высокая	+	-	+	-	+	-
	(13б) Низкая	-	+	-	+	-	+
<b>14</b>	Особая	+	-	+	-	+	-
<b>15</b>	(15а) Особая	-	+	+	-	+	-
	(15б) Низкая	-	+	-	+	-	+
<b>16</b>	Низкая	-	+	-	+	-	+
<b>17</b>	Низкая	-	+	-	+	-	+
<b>18</b>	Низкая	-	+	-	+	-	+

В результате ландшафтно-эстетическая классификация ПТК природной достопримечательности Белоградчишские скалы включает 29 типов и подтипов (в случае неоднозначности оценок) урочищ (рис. 4.8а, 4.8б). Аттрактивность каждого ПТК определялась исходя из преобладающей категории эстетической привлекательности обзорных точек (таблица 4.4).

Таблица 4.4. Особенности эстетической привлекательности ПТК  
(составлено автором)

ПТК, №*	Количество о обзорных точек	Общая эстетическая привлекательность пейзажа, балл	Соотношение обзорных точек по степени эстетической привлекательности, %			
			Особая	Высокая	Средняя	Низкая
1 (2)	140	39	60	29	11	0
2 (4)	88	39	61	32	5	2
3 (6а)	22	36	68	23	0	9
4 (7а)	51	37	55	20	16	9
5 (9а)	93	40	55	37	5	3
6 (14)	4	40	50	50	0	0
7 (15а)	14	36	52	20	14	14
8 (1)	15	38	34	60	6	0
9 (5а)	32	36	16	50	31	3
10 (8а)	30	37	23	67	10	0
11 (11а)	56	37	29	38	23	10
12 (13а)	8	38	25	63	12	0
13 (5б)	18	33	6	22	45	27
14 (6б)	13	30	0	8	69	23
15 (7б)	44	33	13	14	57	16
16 (9б)	37	34	18	21	50	11
17 (10а)	50	34	24	16	40	20
18 (6в)	3	28	0	0	0	100
19 (8б)	10	27	0	0	30	70
20 (9в)	130	30	6	10	27	57
21 (10б)	25	30	12	4	20	64
22 (11б)	42	30	9	5	24	62
23 (12)	37	30	5	5	35	55
24 (13б)	6	29	0	0	17	83
25 (15б)	11	27	9	0	9	82
26 (3)	19	27	0	0	6	94
27 (16)	25	28	0	0	32	68
28 (17)	10	29	0	0	40	60
29 (18)	96	30	4	14	49	33

\*(n) – описание типов и подтипов урочищ представлено в таблицах 4.1 и 4.3.

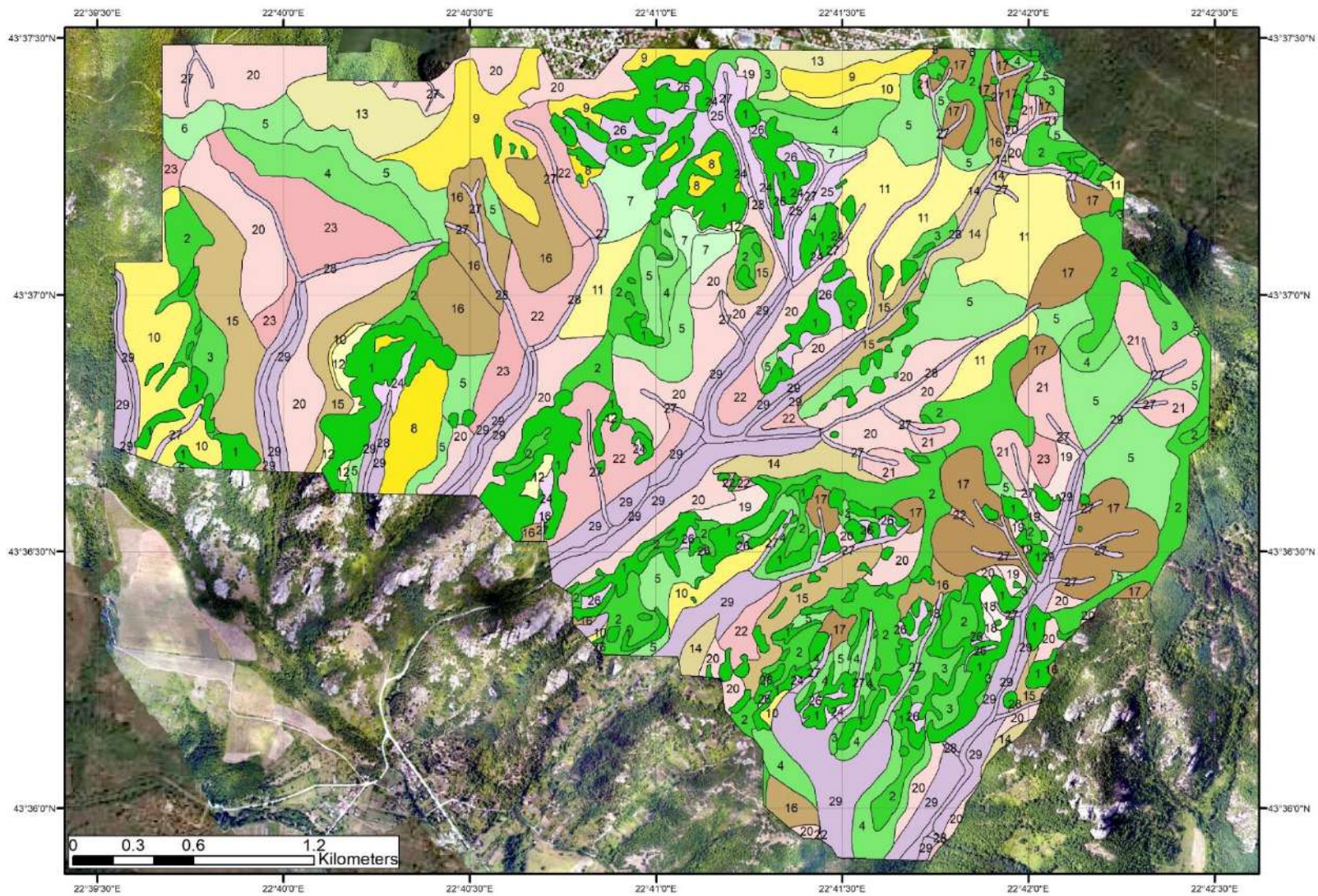


Рис. 4.8а. Визуально-эстетическая ценность ПТК природной достопримечательности Белоградчишские скалы (составлено автором)

## Условные обозначения

### I. ПТК ОСОБОЙ ВИЗУАЛЬНО-ЭСТЕТИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ

- 1 Нерасчлененные комплексы склонов и вершинных поверхностей останцов верхнего высотного уровня с редким мохово-лишайниковым покровом, открытые
- 2 Вершинные поверхности гряд верхнего высотного уровня под золотобородниково-разнотравными лугами и дубовыми редколесьями, открытые
- 3 Очень крутые склоны гряд верхнего высотного уровня под разреженными дубовыми лесами и сосновыми посадками, открытые
- 4 Крутые склоны гряд верхнего высотного уровня под разреженными лесами из дуба скального с грабинником, открытые
- 5 Покатые прямые склоны гряд верхнего высотного уровня под дубовыми и дубово-сосновыми разреженными лесами, открытые
- 6 Седловины верхнего высотного уровня под злаково-клеверовыми лугами, открытые
- 7 Слабонаклонные поверхности педиментации нижнего высотного уровня под злаково-высокотравными лугами и зарослями акации, открытые

### II. ПТК ВЫСОКОЙ ВИЗУАЛЬНО-ЭСТЕТИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ

- 8 Плоские и пологонаклонные вершинные поверхности останцов верхнего высотного уровня под мохово-лишайниковым покровом и редкими дубами, открытые
- 9 Вершинные поверхности гряд верхнего высотного уровня под сосновыми разреженными посадками, открытые
- 10 Крутые склоны гряд верхнего высотного уровня под разреженными грабово-дубовыми лесами и сосновыми посадками, открытые
- 11 Пологие склоны гряд верхнего высотного уровня под разреженными дубовыми лесами, открытые
- 12 Делювиальные шлейфы верхнего высотного уровня, под разреженными буковыми лесами, открытые

### III. ПТК СРЕДНЕЙ ВИЗУАЛЬНО-ЭСТЕТИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ

- 13 Вершинные поверхности гряд верхнего высотного уровня под сомкнутыми дубово-грабовыми лесами, открытые
- 14 Очень крутые склоны гряд нижнего высотного уровня, под дубовыми и ясеневыми-дубовыми сомкнутыми лесами, открытые
- 15 Крутые склоны гряд нижнего высотного уровня, под сомкнутыми лесами из дуба скального с грабинником, открытые
- 16 Покатые прямые склоны гряд нижнего высотного уровня под злаковыми лугами и разреженными дубовыми лесами, открытые
- 17 Покатые вогнутые склоны гряд нижнего высотного уровня под разреженными дубовыми лесами с грабинником, открытые

### IV. ПТК НИЗКОЙ ВИЗУАЛЬНО-ЭСТЕТИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ

- 18 Очень крутые склоны гряд верхнего высотного уровня под разреженными дубовыми и грабово-дубовыми лесами, закрытые
- 19 Крутые склоны гряд нижнего высотного уровня под разреженными грабово-дубовыми лесами, закрытые
- 20 Покатые прямые склоны гряд нижнего высотного уровня под сомкнутыми дубовыми лесами, открытые
- 21 Покатые вогнутые склоны гряд нижнего высотного уровня, под сомкнутыми дубовыми и грабово-дубовыми лесами, открытые
- 22 Пологие склоны гряд нижнего высотного уровня под разреженными дубовыми, дубово-грабовыми и дубово-сосновыми лесами, открытые
- 23 Пологие склоны гряд нижнего высотного уровня под разреженными зарослями из терна и ежевики, открытые
- 24 Делювиальные шлейфы нижнего высотного уровня под сомкнутыми буковыми лесами, закрытые
- 25 Слабонаклонные поверхности педиментации нижнего высотного уровня под разреженными буковыми лесами, закрытые
- 26 Теснины между останцов нижнего высотного уровня под сомкнутыми дубовыми, дубово-грабовыми и буковыми лесами, закрытые
- 27 Лощины нижнего высотного уровня под сомкнутыми дубово-буковыми и буковыми мертвопокровными лесами, закрытые
- 28 Комплексы склонов и днищ оврагов нижнего высотного уровня под сомкнутыми дубово-грабовыми и дубово-буковыми мертвопокровными лесами, закрытые
- 29 Комплексы склонов и днищ балок нижнего высотного уровня под сомкнутыми дубово-буковыми лесами и буковыми лесами, закрытые

Рис. 4.8б. Условные обозначения к карте визуально-эстетической ценности ПТК (составлено автором)

На основе анализа ландшафтно-эстетической классификации было установлено, что **особой визуально-эстетической ценностью** обладают 7 типов/подтипов урочищ, которые занимают около 34% территории исследования. Например, к наиболее ценным видам урочищ были отнесены нерасчлененные комплексы склонов и вершинных поверхностей останцов с редким мохово-лишайниковым покровом (№ 1), а также вершинные поверхности гряд под золотобородниково-разнотравными лугами (№ 2).

1. Преимущественно для всех видов урочищ особой эстетической оценки характерно высокое положение, что сказалось на максимальной открытости пейзажных видов (пейзаж не перекрывают соседние ПТК).
2. Для них также характерно полное отсутствие древесных насаждений (мохово-лишайниковый покров и разнотравные луга), либо это леса с максимально разреженным древостоем.
3. Для большей части ПТК характерны максимальные баллы эстетической привлекательности. На очень высокую оценку наибольшее влияние оказали показатели «поясность», «обилие горных вершин на линии горизонта» и «обилие останцов».

**Высокую визуально-эстетическую ценность** имеют 5 типов/подтипов урочищ (16% территории исследования). Например, плоские и пологонаклонные вершинные поверхности останцов под мохово-лишайниковым покровом и редкими дубами (№ 8) или крутые склоны гряд под грабово-дубовыми лесами и сосновыми посадками (№ 10).

1. Как и ПТК особой эстетической привлекательности занимают верхний высотный уровень, хотя и несколько ниже по высоте.
2. Преимущественно для всех видов урочищ характерен разреженный древостой.
3. За счет высотного положения все ПТК отличаются открытостью для наблюдателя.
4. Большая часть ПТК имеет высокую оценку эстетической привлекательности за счет таких показателей как «поясность», «обилие горных вершин на линии горизонта» и «обилие залесенных вершин».

Пять типов/подтипов урочищ имеют **среднюю визуально-эстетическую ценность**, которые занимают около 15% территории исследования. Например, к ним были отнесены очень крутые склоны гряд под дубовыми и ясеневыми дубовыми лесами (№ 14), а также крутые склоны гряд под дубовыми лесами с примесью грабинника (№ 15).

1. Основная часть таких ПТК находится в пределах нижнего высотного уровня.
2. Для большей их части характерен сомкнутый древостой (3 ПТК), остальные имеют разреженный древостой (2 ПТК).

3. На эстетической привлекательности сказались сниженные баллы по показателям «поясность», «обилие горных вершин» и «обилие останцов».

**Низкая визуально-эстетическая ценность** характерна для 12 типов/подтипов урочищ, занимающих около 35% территории исследования. Самой низкой аттрактивностью обладают делювиальные шлейфы под буковыми лесами, а также теснины между останцов под дубовыми, дубово-грабовыми и буковыми лесами.

1. Основная часть ПТК находится в пределах нижнего высотного уровня и отличается преимущественно сомкнутым древостоем.
2. Склоновые поверхности гряд разной крутизны – открытые; делювиальные шлейфы, поверхности педиментации и эрозионные формы – все закрытые.
3. Для большей части ПТК характерна низкая степень эстетической привлекательности из-за показателей «глубина и разнообразие перспектив», «многоплановость», «поясность» и «обилие горных вершин».

## ГЛАВА 5. ОПТИМИЗАЦИЯ ТУРИСТСКО-РЕКРЕАЦИОННЫХ МАРШРУТОВ БЕЛОГРАДЧИШСКИХ СКАЛ

Эстетическая оценка, проведенная на основе дистанционных методов, позволила выявить наиболее привлекательные обзорные локации не только на существующих туристических маршрутах, но и на всей территории Белоградчишских скал. Потенциально это дает возможность провести новые маршруты, которые будут иметь более высокие эстетические характеристики по сравнению с существующими тропами. Однако новые маршруты должны также обеспечивать и комфортность туристам, которая зависит от проходимости маршрута, его длительности, доступности и максимального (по возможности) охвата ценных природных объектов – геоморфологических объектов и примечательных ландшафтных комплексов. Такого рода комплексная задача предполагает применение методов моделирования (рис. 5.1).

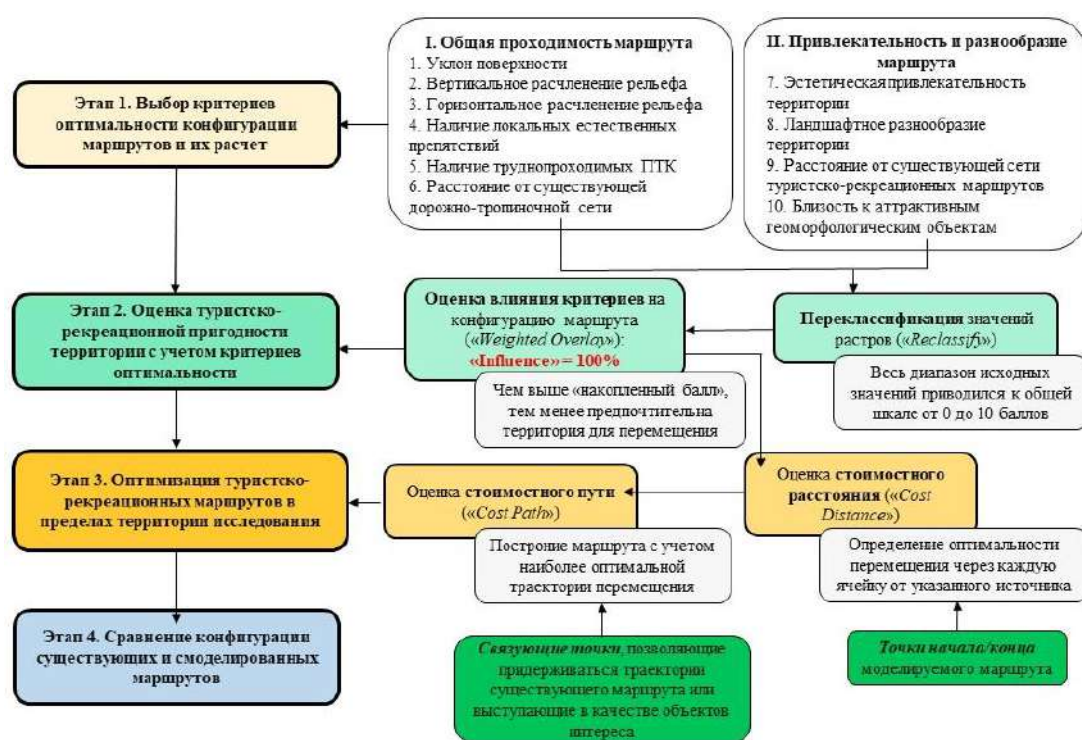


Рис. 5.1. Последовательная схема методики оптимизации туристско-рекреационных маршрутов (составлено автором)

В качестве основы для построения геоинформационной модели использовалась цифровая модель DTM, полученная при аэрофотосъемке с БПЛА, ландшафтная карта на территорию ядра Белоградчишских скал, а также данные с открытых интернет-сервисов OpenStreetMap и др. Анализ пространственных данных, расчет ландшафтных метрик и разработка моделей для оценки конфигурации туристско-рекреационных маршрутов проводились в программных комплексах ArcGIS 10.6/10.8, SAGA 7.8.2.

### 5.1. Подбор критериев для оптимальной организации туристско-рекреационных маршрутов

Для формализации процесса оценки оптимальности конфигурации туристско-рекреационных маршрутов использовался ряд критериев, которые были объединены в две группы. Первая группа критериев позволила описать **общую проходимость** маршрутов, а именно легкость и комфортность перемещения по ним. В данном случае учитывались следующие критерии:

1. *Уклон поверхности*, характеризующий крутизну склонов неровностей рельефа.
2. *Вертикальное расчленение рельефа*, описывающее колебание высот на местности.
3. *Горизонтальное расчленение рельефа*, описывающее развитость эрозионной сети.

Кроме того, в процессе оценки конфигурации маршрутов необходимо было учесть препятствия и барьеры, которые могут сказаться как на траектории перемещения по маршруту, так и на особенностях открывающейся обзорной панорамы. В качестве наиболее показательных были определены такие критерии, как:

4. *Наличие локальных естественных препятствий*, которые необходимо будет обогнуть при следовании по маршруту, но при этом они не будут отрицательно сказываться на attractiveness тропы.
5. *Наличие труднопроходимых ПТК*, для которых характерна достаточно сложная морфологическая структура и структура растительного покрова.
6. *Расстояние от существующей дорожно-тропиночной сети*.

Вторая группа критериев описывает **привлекательность и разнообразие** туристско-рекреационных маршрутов. В данную группу вошли следующие критерии:

7. *Эстетическая привлекательность (ценность) территории*, которая позволила оценить, насколько эстетически привлекательные ПТК можно наблюдать при следовании по определенному маршруту.
8. *Ландшафтное разнообразие территории*, позволяющее оценить степень разнообразия ПТК по маршруту и в его окрестности.
9. *Расстояние от существующей сети туристско-рекреационных маршрутов*.
10. *Близость к аттрактивным геоморфологическим и иным объектам*.

Таким образом, представленные критерии позволяют оценить оптимальность выбранной конфигурации туристско-рекреационных маршрутов, а также учесть их пейзажную выразительность и установить наиболее благоприятные условия для развития определенных видов туризма с учетом предпочтений и возможностей различных категорий туристов.



### 5.1.1. Оценка общей проходимости туристско-рекреационных маршрутов

Как было отмечено ранее, важной составляющей при планировании туристско-рекреационной деятельности является оценка рельефа, который является структурным элементом природного ландшафта. Во-первых, рельеф является основным объектом показа, выступая в роли природного и информационного ресурса. Во-вторых, рельеф позволяет определить выразительность открывающегося пейзажного вида с учетом эстетических предпочтений туристов. Таким образом, от морфометрических показателей рельефа будут зависеть потенциальные возможности организации различных видов туризма и необходимой туристско-рекреационной инфраструктуры (Бредихин, 2008; Кириллова, 2012).

Одним из основных критериев проходимости туристических маршрутов является крутизна земной поверхности – **уклон поверхности**, от величины которого будет зависеть сложность прохождения туристических маршрутов. Кроме того, уклон поверхности отвечает и за безопасность разрабатываемых маршрутов, так как данный критерий отвечает за интенсивность распространения различных типов склоновых процессов (обвалы, осыпи и др.) (Бредихин и др., 2017).

Уклон поверхности представляет собой угол наклона в точке пересечения между горизонтальной плоскостью и плоскостью касательной (тангенциальной) к земной поверхности на основе высотных данных цифровых моделей. Рассчитывается уклон на основе методики усредненного максимума при помощи инструмента: «*Spatial Analyst Tools* → *Surface* → *Slope*», который позволяет зафиксировать максимальную степень изменения значения  $z$  между конкретной ячейкой и соседними с ней ячейками (ArcGIS Desktop, URL: <https://desktop.arcgis.com/>). В данном случае, чем ниже значение уклона, тем более плоской является поверхность; чем выше значение, тем более крутые склоны выделяются на поверхности (рис. 5.2).

Среднее значение уклона поверхности рассчитывалось с помощью инструмента зональной статистики: «*Spatial Analyst Tools* → *Zonal* → *Zonal Statistics as Table*». Для анализа уклона поверхности была создана регулярная сетка с точечными отметками – инструмент «*Create Fishnet*», предназначенная для уменьшения неоднородности данных внутри каждой ячейки. В данном случае мы использовали сетку размером 100x100 метров на область аэрофотосъемки с БПЛА, так как главным объектом исследования являлась территория Белоградчишских скал, в пределах которой разработана сеть туристических маршрутов.

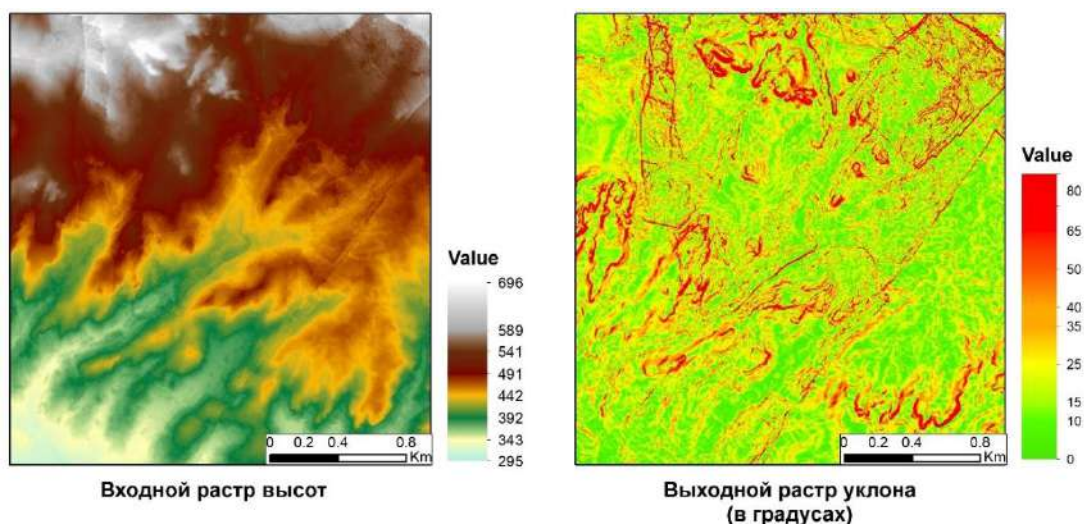


Рис. 5.2. Расчет уклона поверхности на основе данных ДТМ с БПЛА

Итоговые усредненные значения присоединялись к точкам регулярной сетки посредством функции «*Join Data*». На основе этих данных было произведено преобразование пространственных данных посредством группы инструментов интерполяции «*Spatial Analyst Tools* → *Interpolation*»: метод обратных взвешенных расстояний (IDW), метод естественной окрестности (Natural Neighbor) или метод простого кригинга (Simple Kriging). Так, например, в процессе интерполяции методом естественной окрестности оценка переменной  $z$  в определенной точке исследования определяется как усредненное взвешенное значений данной переменной в выборочных точках, фактически в ближайших к ней (Sibson, 1981) (рис. 5.3).

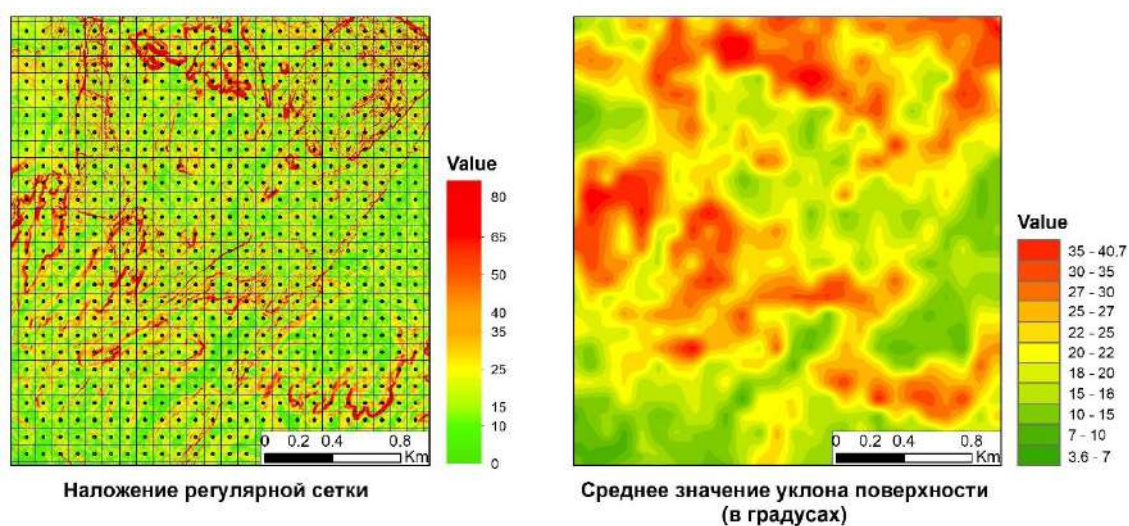


Рис. 5.3. Среднее значение уклона поверхности в пределах территории исследования, в градусах

Более наглядное представление о морфометрии исследуемой территории можно получить в ходе анализа глубины и густоты расчленения рельефа, которые оказывают большое влияние на развитие эрозионных процессов, а также регулирование многих видов

хозяйственной деятельности, включая туризм и рекреацию. **Вертикальное расчленение рельефа** представляет собой глубину эрозионного расчленения, показателем которого выступает амплитуда колебания высот земной поверхности (Симонов, 1998; Анисимов, 1999). Таким образом, вертикальное расчленение рассчитывается через разность между абсолютными максимальными и минимальными отметками высот на местности.

Анализ вертикального расчленения рельефа проводился на основе ранее предложенной регулярной сетки, где каждая ячейка является операционной территориальной единицей (Антипцева, Думит, 2009; Курлович, 2012, 2013; Полякова, Гофаров, 2014; Михайлов, 2015; Мунтян, 2015; Мехбалиев, 2015; Позаченюк, Петлюкова, 2016; Лось, 2017; Табунщик, 2020; Тарихазер, 2022; Florinsky, 2016). Значения глубины рассчитывались с помощью инструмента зональной статистики – «*Zonal Statistics as Table*»: отдельно определялось максимальное значение высоты, затем минимальное. Полученные значения извлекались в точки, привязанные к каждой расчетной ячейке, для которых вычислялась амплитуда значений на основе модели ДТМ. Полученный точечный слой преобразовывался в грид-модель посредством группы инструментов интерполяции пространственных данных. Итоговая модель позволила провести визуальный анализ глубины расчленения поверхности, тем самым подтвердить максимальный перепад высот в пределах куэст и скальных останцов (рис. 5.4).

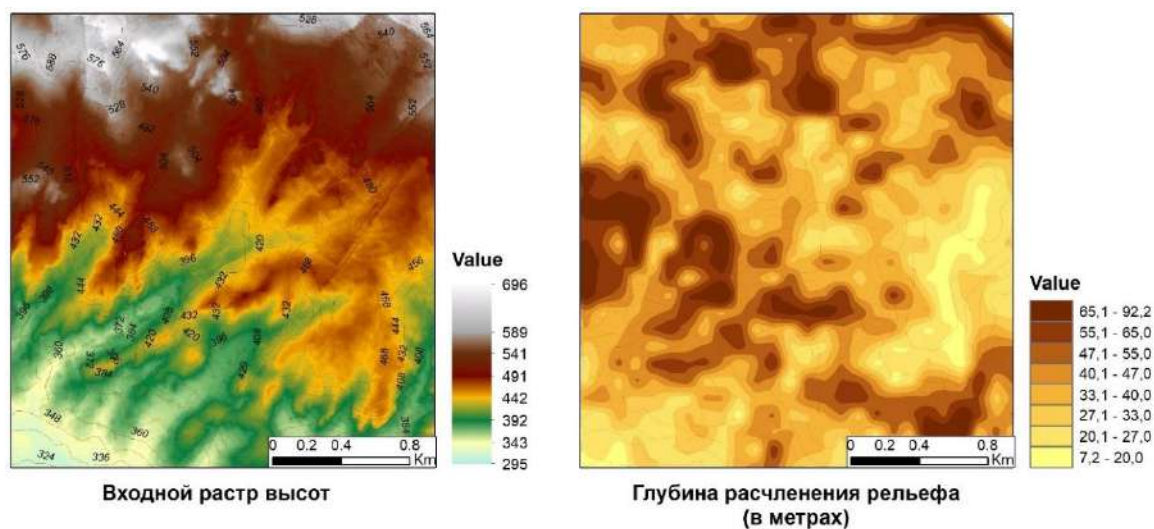


Рис. 5.4. Вертикальное расчленение рельефа в пределах территории исследования, м/10 000 кв.м.

**Горизонтальное расчленение рельефа**, или густота эрозионного расчленения – это морфометрический показатель, равный отношению длины тальвегов (водототков) эрозионных форм к единице площади (Симонов, 1998; Анисимов, 1999).

Для того чтобы заполнить локальные понижения исходного растра и избавиться от ошибок исходных данных, использовался инструмент заполнения: «*Spatial Analyst Tools* →

*Hydrology* → *Fill*». На основе полученного слоя была проведена классификация направлений стока для каждого пикселя модели DTM – инструмент «*Flow Direction*», после чего рассчитывался растровый слой суммарного стока – инструмент «*Flow Accumulation*». Идентификация водотока осуществлялась путем подбора количественного значения суммарного стока («*Raster Calculator*»), представляющего переход от плоскостного стока в линейный. При помощи инструмента «*Stream Link*» данные были преобразованы в растр постоянных и временных водотоков с определением порядка (Анализ речных систем..., 2020).

Расчлененная растровая модель сети водотоков, полученная на данном этапе анализа густоты расчленения рельефа, позволила определить пространственное размещение овражно-балочной сети в пределах исследуемой территории (рис. 5.5). Это дало возможность учитывать количество пересекаемых постоянных и временных водотоков, которые существенным образом могут сказаться как на конфигурации маршрутов, так и на сложности перемещения по ним.

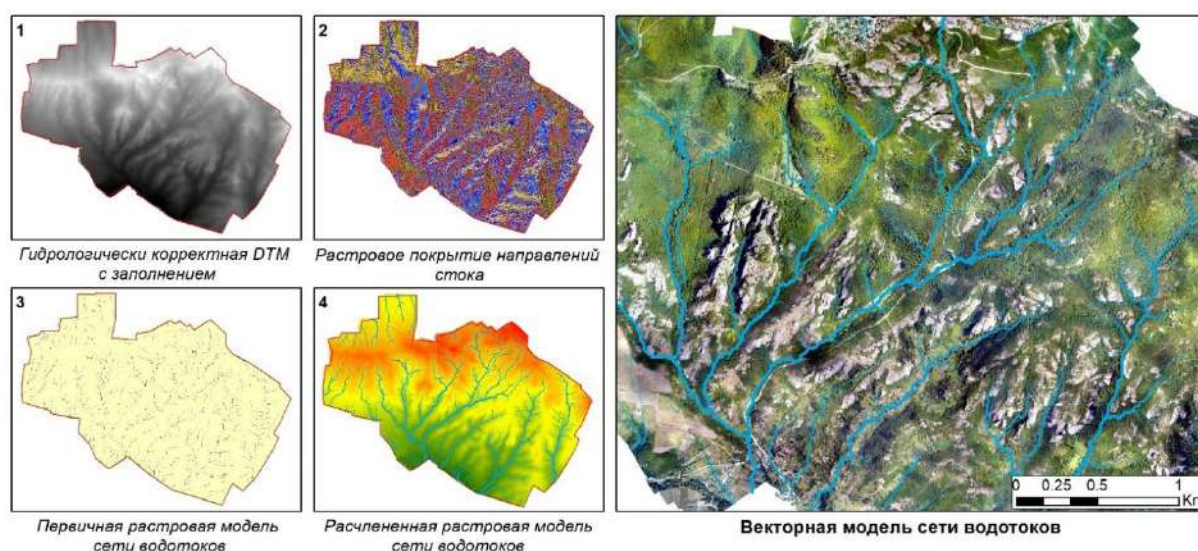


Рис. 5.5. Создание векторной модели сети постоянных и временных водотоков

Для последующего анализа данные растра конвертировались в векторный формат – инструмент «*Stream to Feature*». При помощи инструмента генерализации векторные данные были объединены в общий слой: «*Data Management Tools* → *Generalization* → *Dissolve*». Длина полилиний эрозионной сети оценивалась на основе регулярной сетки. При помощи функции пересечения объектов – инструмент «*Intersect*» – было проведено геометрическое пересечение векторного слоя водотоков с полигональными объектами сетки, что в дальнейшем позволило нам вычислить суммарную длину водотоков внутри расчетных ячеек и импортировать результат в точки (Антипцева, Думит, 2009; Курлович, 2013; Михайлов, 2015; Мунтян, 2015; Позаченюк, Петлюкова, 2016; Табунщик, Петлюкова,

2019; Дуброва и др., 2020; Тарихазер, 2022). Итоговая модель горизонтального расчленения рельефа была получена в процессе интерполяции пространственных данных ранее рассмотренными методами (рис. 5.6).

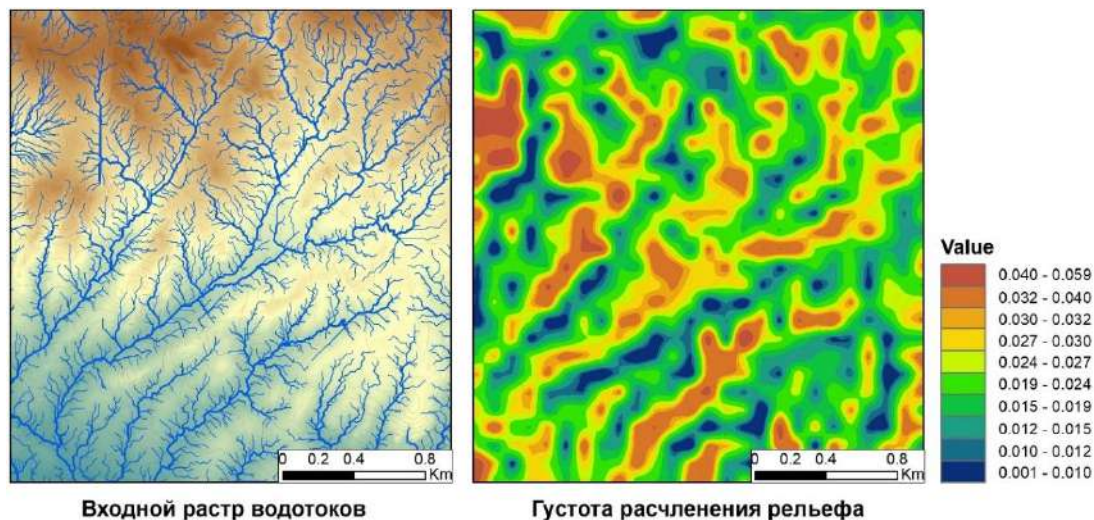


Рис. 5.6. Горизонтальное расчленение рельефа в пределах территории исследования, в м/10 000 кв.м.

Как было отмечено ранее, на конфигурацию и проходимость маршрутов большое влияние оказывают **естественные препятствия**, или **барьеры**. Их характер может значительно различаться для туристско-рекреационных маршрутов в пределах горных и равнинных территорий, так как естественными препятствиями в основном выступают сами элементы рельефа. С одной стороны, преодоление обязательного набора препятствий является важным качеством для многих активных видов туризма – горного, спортивного и т. д., наличие которых мотивирует и побуждает туристов заниматься данным видом деятельности. С другой стороны, наоборот, они могут создать дополнительные неудобства при прохождении троп эколого-просветительского и лечебно-оздоровительного характера, тем самым сказываясь на сложности, комфортности и безопасности самого маршрута (Понятие естественных препятствий..., URL: <https://studfile.net/>). Кроме того, важно учитывать и экологические факторы, так как в процессе прохождения по маршруту с препятствиями может возникнуть необходимость их обхода, а это, в свою очередь, сказывается на увеличении рекреационной нагрузки на территорию из-за образования дополнительных ответвлений от основной траектории маршрута (Масилевич, 2010).

В первую очередь учитывались *локальные естественные препятствия*, для которых характерен небольшой площадной охват. В качестве основных труднопроходимых барьеров в пределах природной достопримечательности Белоградчишские скалы рассматривались скальные останцы. Несмотря на то, что большая часть подобных объектов

практически не доступна для прохождения, они являются привлекательными объектами, которые необходимо будет обогнуть при следовании по маршруту (рис. 5.7).

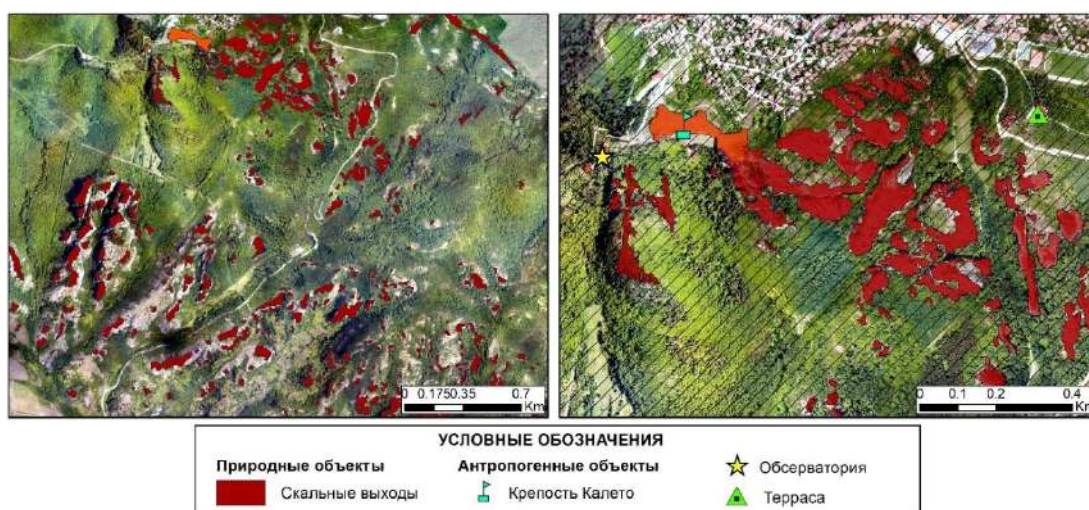


Рис. 5.7. Выделение локальных естественных препятствий в пределах территории исследования

В качестве *протяженных естественных препятствий* выступали труднопроходимые ПТК, выделенные в пределах территории исследования на основе ландшафтной карты (рис. 2.11а, 2.11б). Во-первых, они могут отличаться достаточно сложной морфологической структурой, а во-вторых, специфическим видовым составом растительного покрова. Эти качества усложняют передвижение и ориентир на местности, а также ограничивают открывающийся пейзажный вид.

Для того чтобы классифицировать выделенные урочища по степени сложности проходимости, было предложено их ранжирование от 0 до 5 баллов. Так, 0 баллов присваивалось ПТК с очень низкой сложностью проходимости, 5 баллов – с особо высокой (рис. 5.8) (таблица 5.1).

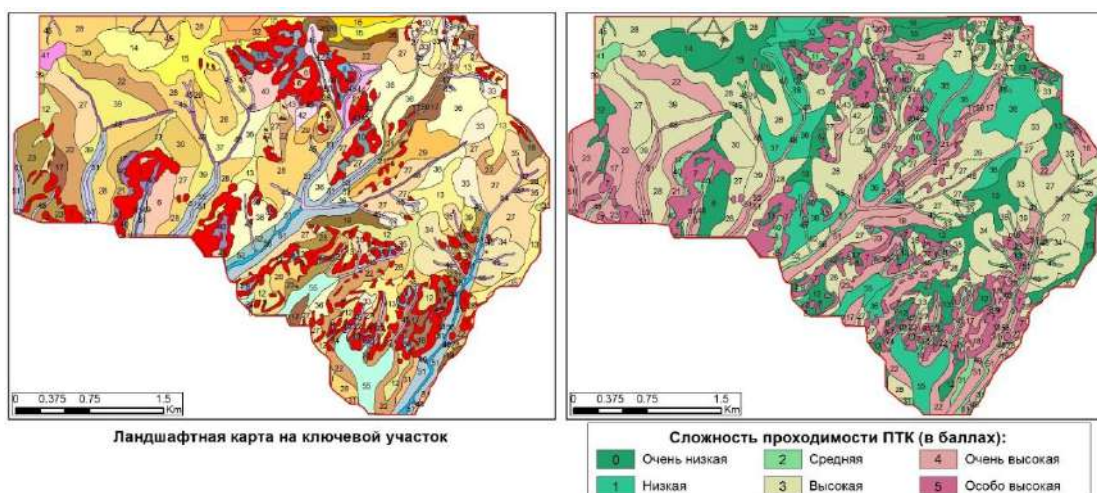


Рис. 5.8. Оценка ПТК по степени сложности проходимости в пределах территории исследования

Таблица 5.1. Классификация ПТК по степени сложности проходимости, в баллах  
(составлено автором)

Балл	ПТК
0	Слабонаклонные вершинные поверхности куэст, преимущественно под дубовыми лесами
	Плоские и пологонаклонные вершинные поверхности останцов, под мохово-лишайниковым покровом и редкими дубами
	Вершинные поверхности гряд, преимущественно под дубовыми и дубово-грабовыми лесами, местами с сосновыми посадками, и золотобородниково-разнотравными лугами
	Надпойменные террасы, преимущественно под сенокосами и садово-огородными земельными участками
1	Пологие склоны гряд, преимущественно под дубовыми и дубово-грабовыми лесами, местами с сосновыми посадками
	Крупные балки с широкими днищами и короткими пологими склонами, преимущественно под виноградниками
2	Теснины между останцами, преимущественно под дубовыми и дубово-грабовыми лесами с подлеском из грабинника
	Волнистые делювиальные шлейфы, преимущественно под буковыми лесами
	Лощины, преимущественно под дубово-буковыми и буковыми мертвопокровными лесами
	Перевальные седловины, преимущественно под злаково-клеверовыми лугами
	Поймы ручьев, вложенные в балки, преимущественно под влажнотравными лугами
3	Покатые склоны куэст, преимущественно под грабово-кленовыми лесами
	Пологие склоны гряд, преимущественно под густыми зарослями из ежевики и терна
	Покатые склоны гряд, преимущественно под дубовыми и грабово-дубовыми лесами с подлеском из грабинника
	Слабонаклонные поверхности педиментации, преимущественно под буковыми лесами и зарослями из акации и терна
	Покатые склоны крупных балок, преимущественно под акациевыми зарослями
	Поймы рек, преимущественно под ивняковыми зарослями и разнотравными лугами
4	Крутые и очень крутые осыпные склоны гряд, преимущественно под смешанными грабово-дубовыми и ясенево-дубовыми лесами
	Нерасчлененные комплексы днищ и склонов оврагов, с редкими дубово-грабовыми и дубово-буковыми мертвопокровными лесами
	Крутые склоны крупных балок, с оплывинами, с редкими дубово-буковыми мертвопокровными лесами
	Днища оврагов, вложенные в балки, с редкими буковыми и дубово-буковыми мертвопокровными лесами
5	Скальные выходы известняков, лишенные растительного покрова
	Крутые и очень крутые осыпные склоны куэст (скально-осыпные), преимущественно под скальнодубово-ясеневыми лесами
	Нерасчлененные комплексы остроконечных вершин и склонов останцов, под редким мохово-лишайниковым покровом

К важным критериям оптимальной организации маршрутов относится учет их **удаленности от дорожно-тропиночной сети и существующих туристско-рекреационных маршрутов** в пределах территории исследования. Близость к дорожно-тропиночной сети позволит снизить сложность туристического маршрута, а также сократит физическую нагрузку и продолжительность прохождения всего маршрута. В ходе организации новых маршрутов вблизи функционирующих туристических троп ситуация обратная. Конфигурация моделируемого маршрута может частично совпадать с некоторыми участками тропы, но не на протяженном расстоянии, что несколько снизит его ценность.

Рассматриваемые критерии оценивались через простое или Эвклидово расстояние, которое представляет собой расстояние по прямой между двумя точками с координатами  $x$  и  $y$  и рассчитывается из центра ячеек источников до центра каждой окружающей их ячейки. Расстояние рассчитывалось с помощью инструмента «*Spatial Analyst Tools* → *Distance* → *Euclidian Distance*». Данные на выходе представляют собой непрерывный растр, который содержит уникальные значения расстояния от каждой ячейки (пикселя) в пределах одного цвета (рис. 5.9).

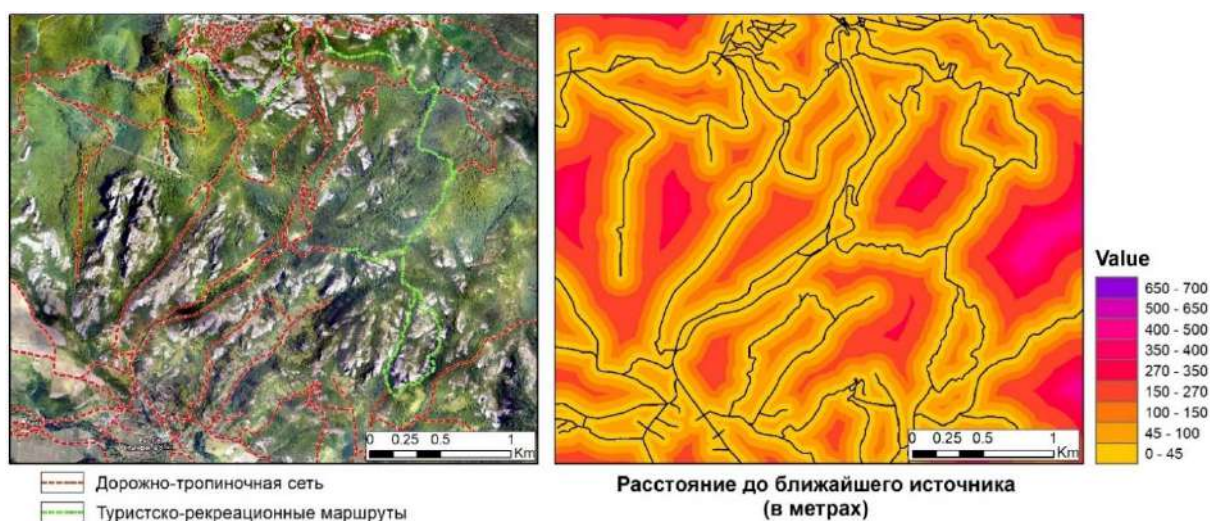


Рис. 5.9. Расстояние до существующей дорожно-тропиночной сети и туристско-рекреационных маршрутов, в метрах

### 5.1.2. Оценка ландшафтного разнообразия и эстетической привлекательности туристско-рекреационных маршрутов

Вторая группа критериев направлена на повышение познавательной и информативной ценности маршрутов, которая возрастет в ходе объединения эстетически привлекательных локаций, отличающихся высоким ландшафтным разнообразием.

**Ландшафтное разнообразие территории** вдоль маршрутов играет большое значение для развития туризма в геопарках, так как их основная задача заключается в



повышении уровня естественнонаучных и экологических знаний посетителей (Слепокуров, 2000). Для территории природной достопримечательности Белоградчишские скалы характерна сложная ландшафтная структура, зависящая от особенностей геолого-геоморфологического строения, мозаичности почвенно-растительного покрова, а также некоторой выраженности высотной поясности и изрезанности рельефа постоянными и временными водотоками.

Данный критерий оценивался с помощью интегрального индекса ландшафтного разнообразия на основе ландшафтной карты на территорию ядра Белоградчишских скал (см. рис. 2.11а, 2.11б). Для оценки ландшафтного разнообразия использовалась регулярная сетка, необходимая для снижения неоднородности полигональных объектов неправильной формы, какими и являются контура выделенных ПТК. Регулярная сетка может состоять из равносторонних контуров, таких как треугольник, квадрат или шестиугольник, полигональная геометрия которых позволяет создавать мозаичное замощение – покрытие всей области совокупностью одинаковых фигур без пробелов. В ходе оценки было решено использовать гексагональную сетку из правильных шестиугольников, которая довольно часто используется в современных отечественных (Дунец и др., 2011; Крупочкин и др., 2016; Занозин и др., 2020) и зарубежных (Juraskinski, Beierkuhnlein, 2006; Birch et al., 2007; Nathan et al., 2018; Pasquale, Livia, 2022; Torlay et al., 2022) географических исследованиях. Главным преимуществом использования регулярной сетки из шестиугольников-гексагонов является то, что:

- гексагоны уменьшают смещение выборки из-за краевых эффектов, которые могут быть вызваны геометрией сетки;
- поиск соседств с помощью гексагональной сетки более эффективен, так как ребро и длина контакта каждой стороны одинаковы, а центры равноудалены;
- при работе с большой по площади областью гексагональная сетка вносит меньше искажений, которые могут быть вызваны из-за кривизны земной поверхности и др. (Birch et al., 2007).

В процессе подбора оптимального размера отдельных гексагонов был исключен размер ячейки примерно равный минимальной площади ПТК, а также исключены крупные размеры ячеек, покрывающие большое количество ландшафтных выделов (контуров). Кроме того, учитывая относительно небольшую площадь территории исследования (около 8 км<sup>2</sup>), было решено создать регулярную сетку с площадью ячеек 4540 м<sup>2</sup> (или 0,004 км<sup>2</sup>) (рис. 5.10).

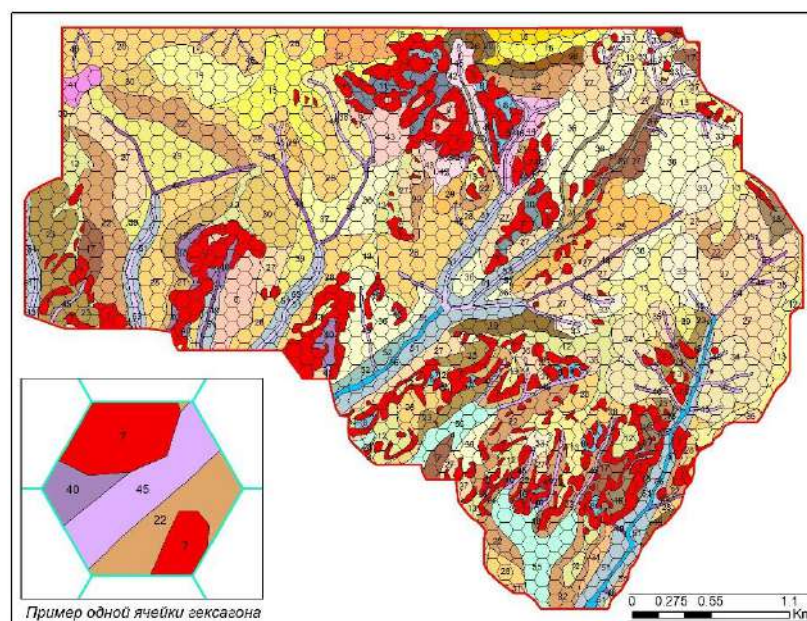


Рис. 5.10. Покрывание территории исследования регулярной гексагональной сеткой

Для каждой ячейки гексагональной сетки производился расчет простых числовых показателей, таких как: общая площадь ячейки, общее количество ландшафтных выделов и видов ПТК внутри ячеек, средняя площадь ландшафтных выделов внутри ячейки и др. Для более полного количественного анализа ландшафтной структуры территории осуществлялся расчет сложных показателей, которые были взяты за основу из работ по оценке ландшафтного разнообразия различных регионов (Пузаченко и др., 2002; Марцинкевич, Счастлиная, 2005; Пурдик и др., 2008; Черных, 2011; Ганзей, Иванов, 2012; Викторов, 2014; Токарчук, 2014; Соколов, 2014, 2016; Занозин и др., 2020) (таблица 5.2).

Таблица 5.2. Показатели для оценки ландшафтного разнообразия территории

Индексы	Формула вычисления	Обозначения
		$S_{n \text{ ср.}} = S/n$
Индекс ландшафтной дробности	$L_{\text{др.}} = n/s$	
Индекс ландшафтной сложности	$L_{\text{сл.}} = n/S_{n \text{ ср.}}$	
Индекс ландшафтной раздробленности	$L_{\text{раздр.}} = S_{n \text{ ср.}}/s$	
Индекс ландшафтной мозаичности	$L_{\text{моз.}} = m/n$	
Индекс относительного богатства	$L_{\text{бог.}} = m/M$	
Индекс Шеннона	$L_{\text{Шен.}} = -\sum \frac{S_i}{S} \ln \frac{S_i}{S}$	
Индекс Менхиника	$L_{\text{Мх.}} = m/\sqrt{S}$	

Первый простейший показатель ландшафтного разнообразия – это средняя площадь ландшафтных выделов в пределах ячейки. Чем меньше средняя площадь, тем больше небольших контуров расположено в ячейке, а значит и выше разнообразие. Обратный этому показателю – индекс ландшафтной дробности, который оценивает среднее количество ландшафтных выделов в пределах ячейки. Индекс ландшафтной сложности определяется отношением общего количества выделом к средней площади ландшафтных выделом внутри ячейки. Индекс ландшафтной раздробленности отражает долю средней площади конкретного выдела от общей площади ячейки. Индекс ландшафтной мозаичности позволяет рассчитать среднее количество выделов на одну группу ПТК в пределах ячейки. Индекс относительного богатства оценивает долю числа видов ПТК в пределах ячейки от числа видов ландшафтов в пределах всей исследуемой территории (рис. 5.11).

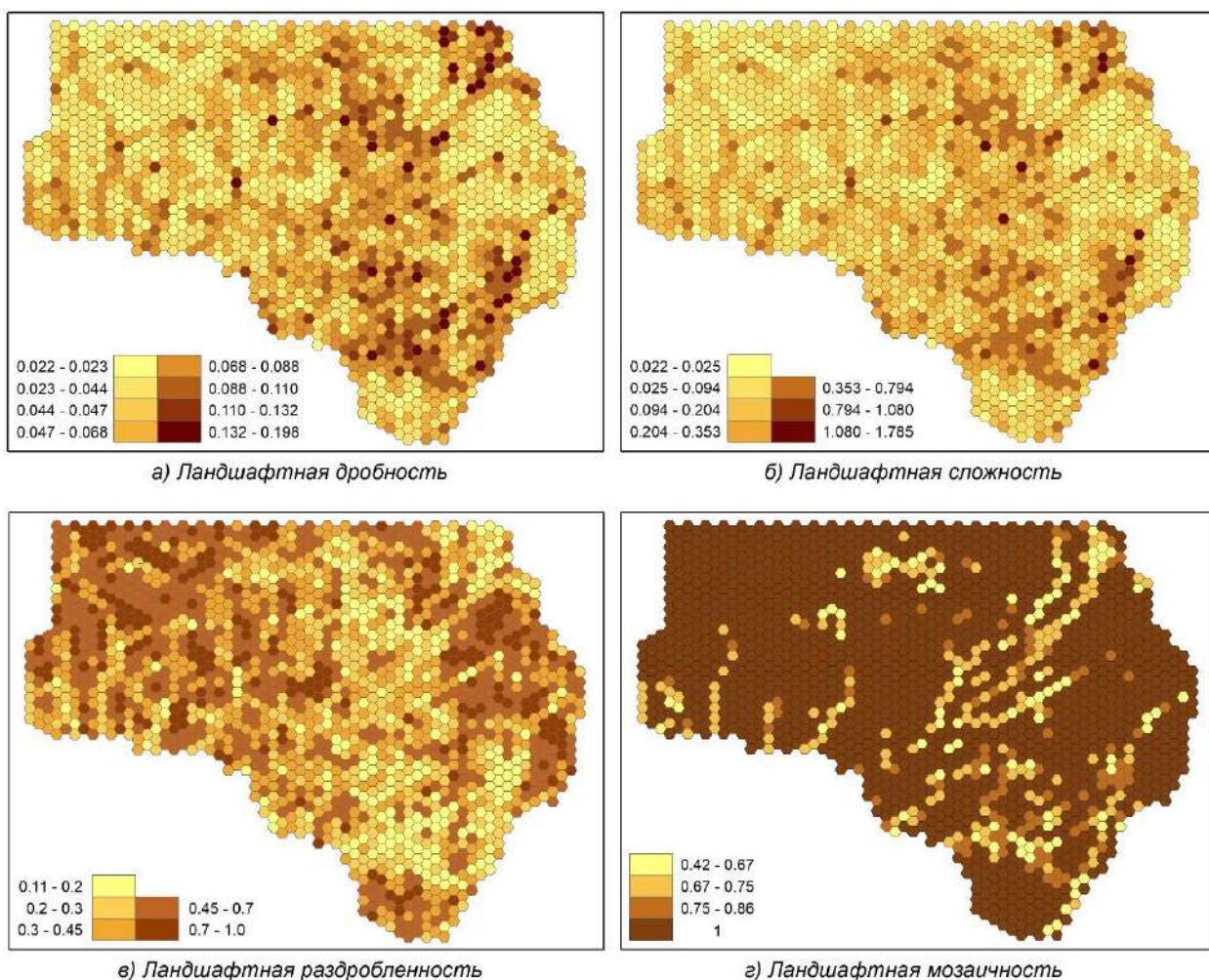


Рис. 5.11. Оценка показателей ландшафтного разнообразия территории

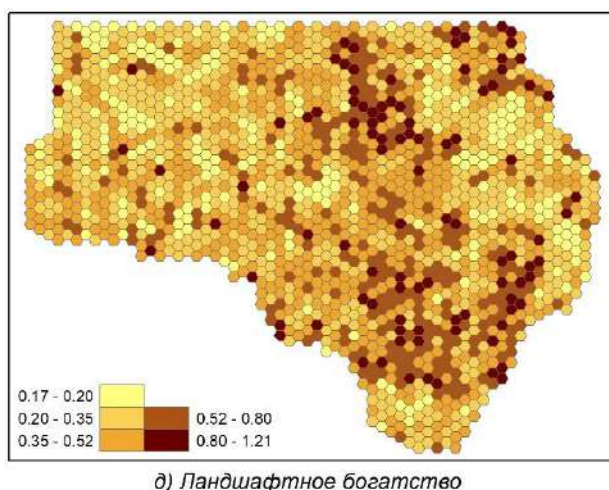


Рис. 5.11. (продолжение)

Более сложные показатели – индекс Шеннона (1948) и индекс Менхиника (1964), которые пришли в ландшафтоведение из биологических наук. Индекс Шеннона в данном исследовании рассчитывается через соотношение средней площади ландшафтных контуров в данной ячейке к средней площади контуров всей области исследования. Возрастание значения индекса связано с пропорциональным увеличением числа контуров (Shannon, 1948; Shannon, Weaver, 1964). Данный индекс можно трактовать как показатель энтропии или как меру неопределенности. Высокое значение индекса Шеннона показывает высокое ландшафтное разнообразие в конкретной ячейке. Если показатель равен или близок к нулю, то в пределах ячейки встречается только один ландшафтный выдел (Ewers et al., 2005; Walz, 2011; Ramezani, 2012; Chmielewski et al., 2014; Popelkova, Dusek, 2017; Peng et al., 2018; Ханина и др., 2016; Цибульский и др., 2021). Расчет индекса Шеннона производился в SAGA GIS в скользящем окне (“kernel grid”) 2x2 пикселя.

Индекс Менхиника позволяет измерить разнообразие видов ПТК в пределах каждой ячейки. Таким образом, чем выше значения индекса, тем выше видовое разнообразие (Davari et al., 2011; Justus, 2011; Mulya et al., 2021) (рис. 5.12).

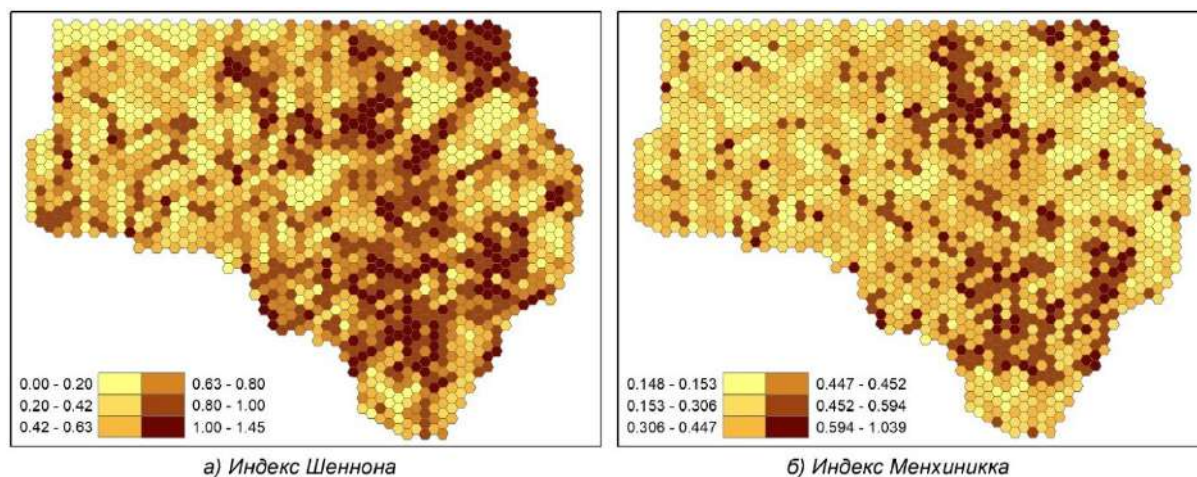


Рис. 5.12. Оценка индексов разнообразия Шеннона и Менхиника

На основе вышерассмотренных показателей был произведен расчет интегрального индекса ландшафтного разнообразия. Для того чтобы избежать разброса значений всех показателей, было произведено линейное масштабирование, позволившее преобразовать все натуральные значения в нормированные баллы по шкале от 0 до 1, где 0 баллов присваивалось самому низкому значению показателя, 1 балл – самому высокому значению. Процесс разбалловки осуществлялся через соотношение максимальных и минимальных значений (Воронцов, 2012, с. 60):

$$z_i = (x_i - \min_x) / (\max_x - \min_x),$$

где  $z_i$  – i-е значение нормированного балла,  $x_i$  – i-е значение показателя,  $\min_x$  – минимальное значение показателя,  $\max_x$  – максимальное значение показателя.

По существу, расчет интегрального индекса ландшафтного разнообразия производился путем суммирования пересчитанных значений всех показателей и вычисления среднего значения от их общего числа. Так, рассчитанный индекс позволил провести зонирование территории исследования по степени ландшафтного разнообразия (рис. 5.13).

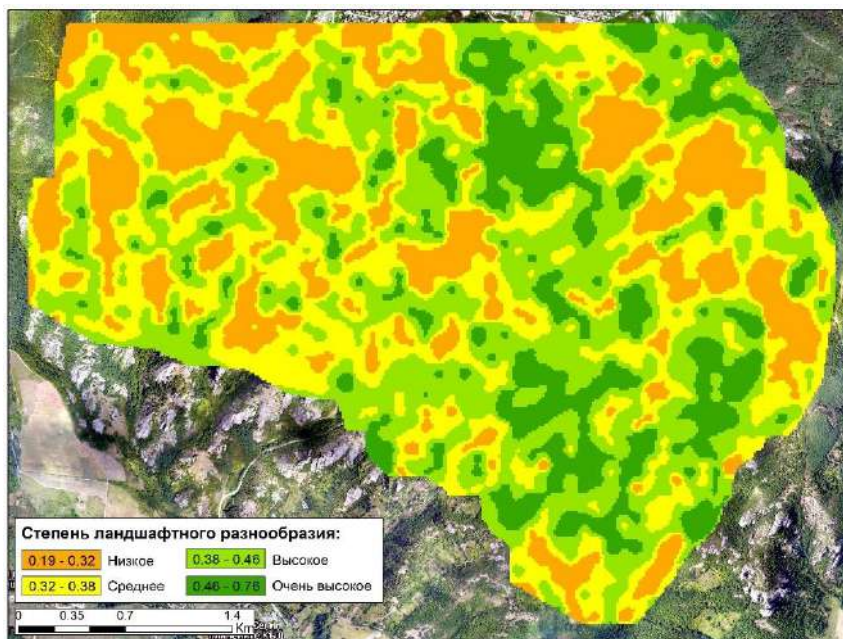


Рис. 5.13. Ландшафтное разнообразие территории природной достопримечательности Белоградчишские скалы

Основное назначение геопарков – формирование научного и образовательного интереса у посетителей, так как большинство из них не имеют специального образования и могут обладать только поверхностными знаниями о геологической истории планеты (Мартынова, 2007; Сеница, Вильмова, 2013; Колесникова, Хуусконен, 2015; Корф, 2014; Чижова, Набережная, 2017; Зайцева, 2020). Особый интерес для туристов представляют

геоморфологические объекты, которые значительно повышают эстетическую привлекательность территории.

Помимо оценки эстетической привлекательности территории, представленной ранее, в процессе оптимизации маршрутов важно учитывать их **приуроченность к аттрактивным геоморфологическим и иным объектам**. В пределах природной достопримечательности Белоградчишские скалы выделяется порядка 30 ценных объектов, которые служат визитной карточкой планируемого геопарка (Sinnyovsky, 2012). Большая часть из них (около 25) представлена геоморфологическими объектами – красноцветными останцами, которые имеют высокую эстетическую ценность благодаря своему уникальному внешнему облику и причудливой форме (Калуцкова и др., 2019) (прил. 4).

Таким образом, оптимизация новых маршрутов должна проводиться с учетом того, что на всем своем протяжении они будут охватывать как можно больше аттрактивных объектов. Для того чтобы учесть близость потенциального маршрута до определенного объекта, был произведен расчет прямого расстояния (инструмент «*Euclidean Distance*») от каждой точки (пикселя) до ближайшего объекта. Выходные данные представляли собой непрерывный растр, который содержал уникальные значения расстояния до каждого объекта интереса (рис. 5.14).

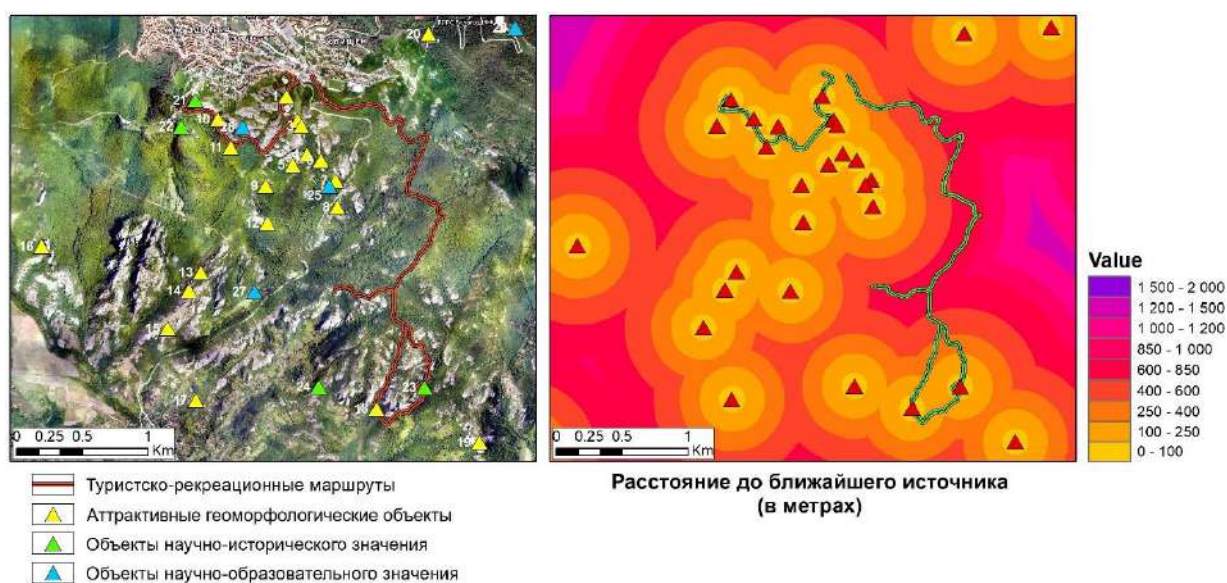


Рис. 5.14. Близость к привлекательным объектам в пределах территории исследования, в метрах

## 5.2. Автоматизация построения туристско-рекреационных маршрутов с применением ДЗ

Для оценки оптимальности конфигурации туристско-рекреационных маршрутов была предложена комплексная модель, разработанная в модуле *ModelBuilder*. Как отмечалось ранее, данная модель включает последовательные рабочие процессы, связанные

между собой инструментами геообработки, которые позволяют передавать данные на выходе от одного инструмента в качестве входных данных следующему инструменту. Разработанная модель оптимизации маршрутов состоит из двух блоков. Первый блок представляет собой оценку туристско-рекреационной пригодности, или «общей стоимости перемещения» в пределах территории исследования, второй блок – процесс построения маршрутов с учетом выбора наиболее оптимальной конфигурации между связующими точками (рис. 5.15).

В ходе оценки территории исследования было определено, что на итоговую конфигурацию маршрута существенное влияние могут оказывать уклон поверхности, глубина и густота расчленения рельефа, разного рода препятствия и др. Таким образом, на начальном этапе был произведен **расчет критериев оптимальности**, каждый из которых выражался посредством характерного для него показателя.

Все предложенные показатели количественно измеримы и имеют индивидуальную систему изменения. Так, например, уклон поверхности оценивается в градусах, эстетическая привлекательность – в баллах и т. д. На данном этапе проблема заключалась в различии единиц и диапазона шкал измерения, из-за чего предложенные показатели не было рекомендовано использовать напрямую для проведения интегральной оценки туристско-рекреационной пригодности территории. Для этого все значения были приведены к общей системе безразмерных величин при помощи процедуры **переклассификации значений** раstra: «*Spatial Analyst Tools* → *Reclass* → *Reclassify*». Инструмент переклассификации позволил привести весь диапазон исходных значений к общей шкале, в данном случае в рамках 10-балльной шкалы.

В качестве входных данных «*Input raster*» использовались растровые слои с полями переклассификации, которые соответствовали значениям каждого показателя (*Reclassified = Value*). В рабочем поле «*Reclassification*» рассчитанные значения показателей (*Old Values*) преобразовывались в значения от 1 до 10 (*New Values*). Детальная настройка классов осуществлялась через поле «*Classify/Classification*», которое позволило подобрать наиболее подходящий метод классификации значений и установить число равных классов. Так, количество классов можно было увеличить либо снизить: если картинка получается недостаточно детальной, т.е. разные по своим характеристикам участки территории исследования попадают под один балл, то шкалу необходимо увеличить; если, наоборот, избыточно детальная, т.е. участки территории достаточно одинаковые, но отличаются по баллам, то шкалу необходимо сократить. Таким образом, чем выше балл, тем сложнее территория для организации маршрута с учетом характера передвижения, его эстетической привлекательности, культурно-образовательной ценности и т.д.

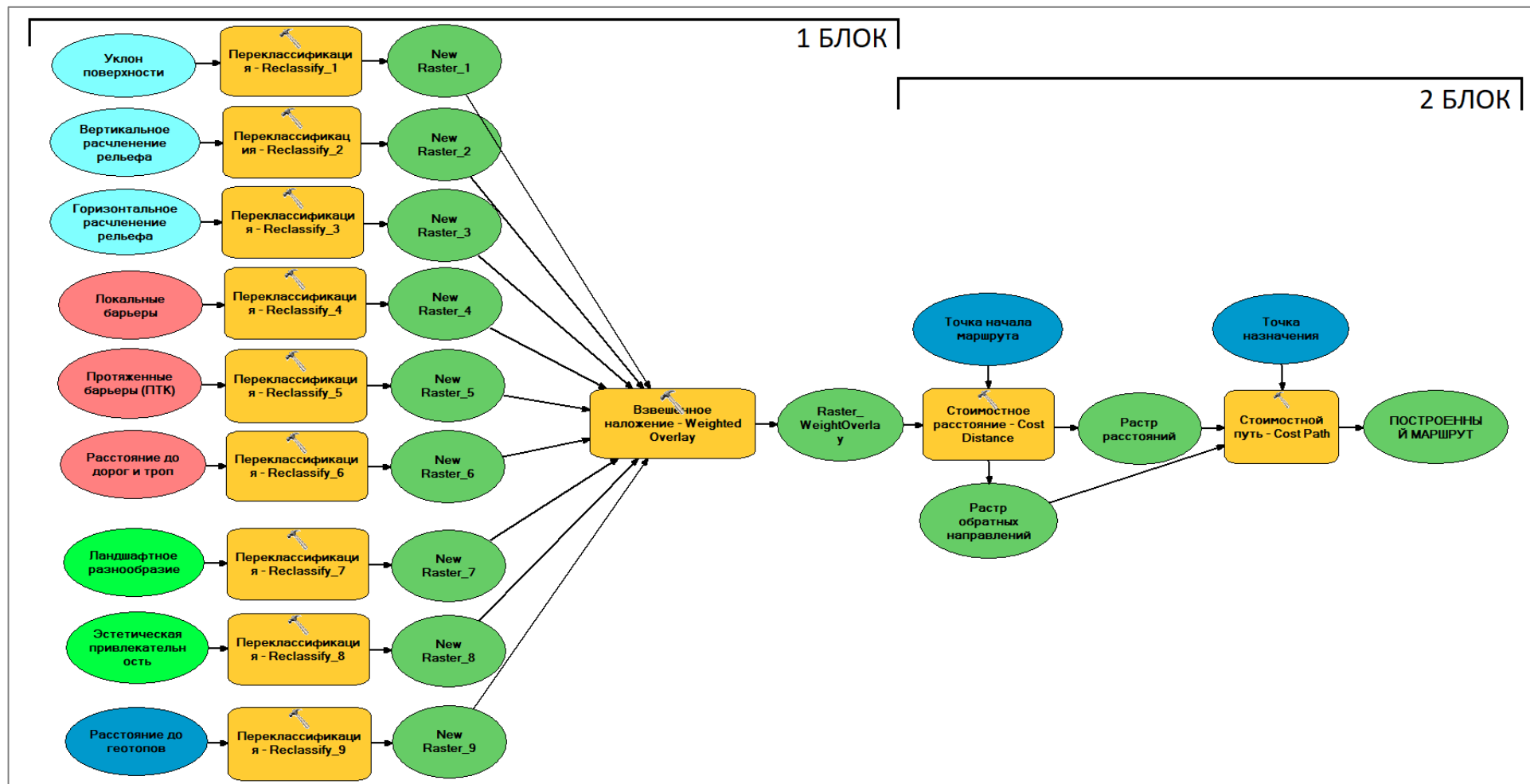


Рис. 5.15. Геоинформационная модель для организации маршрутов с наиболее оптимальной конфигурацией передвижения (авторская модель)



Для каждого показателя проводилась переклассификация значений путем подбора наиболее подходящего метода классификации (рис. 5.17). Так, например, для показателей уклона поверхности, вертикального и горизонтального расчленения рельефа был установлен метод естественных интервалов – Natural Breaks (Jenks). Он позволил не только минимизировать дисперсию внутри всех классов, но и максимизировать отличия между ними (рис. 5.16).

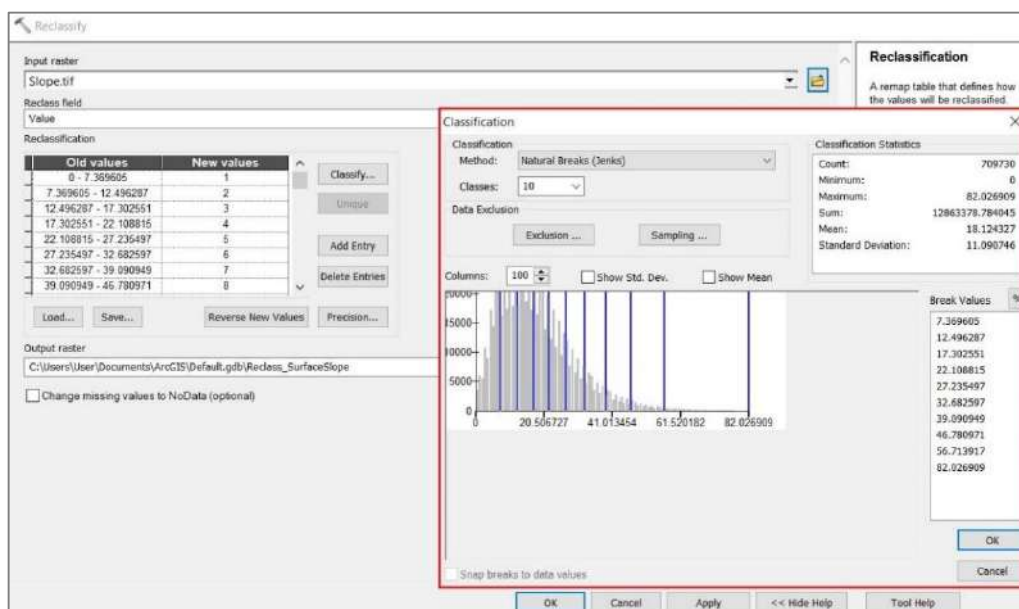


Рис. 5.16. Рабочее окно переклассификации значений на примере показателя уклона поверхности

В ходе переклассификации значений показателей расстояния до дорожно-тропиночной сети, расстояния до привлекательных объектов использовался метод геометрических интервалов – Geometric Intervals, позволяющий сконцентрировать наиболее выгодные участки на относительно небольшой дистанции от выделенных линейных и точечных объектов. Переклассификация оставшихся показателей осуществлялась на основе методов регулируемых и равных интервалов – Manual и Equal Interval, соответственно. Так, регулируемый интервал позволяет задать собственные параметры, тем самым определить диапазон классов, наиболее подходящий для характеристики выбранных показателей. Метод равных интервалов автоматически разбивает весь диапазон значений на равные части.

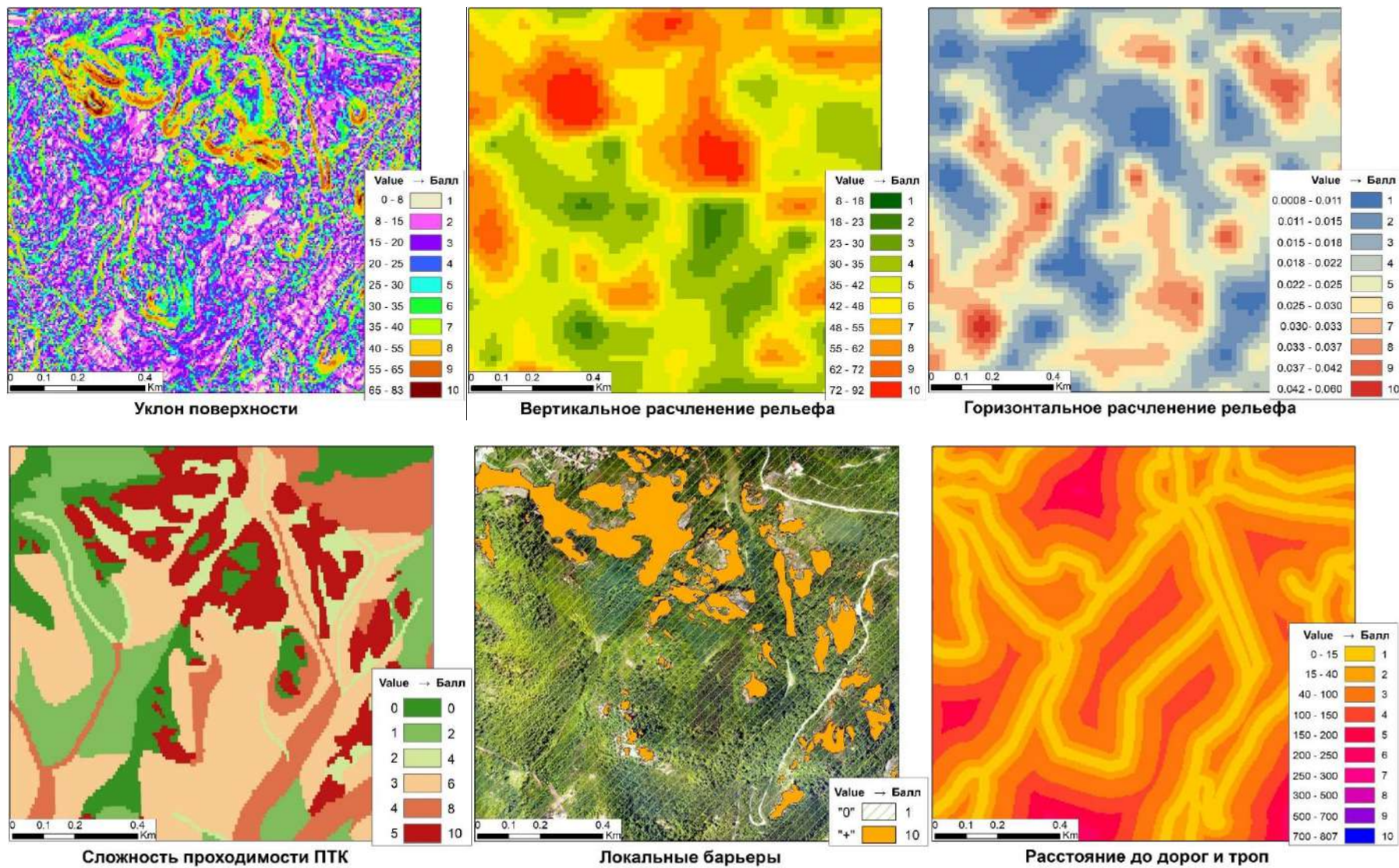


Рис. 5.17. Переклассификация исходных значений критериев оптимальности

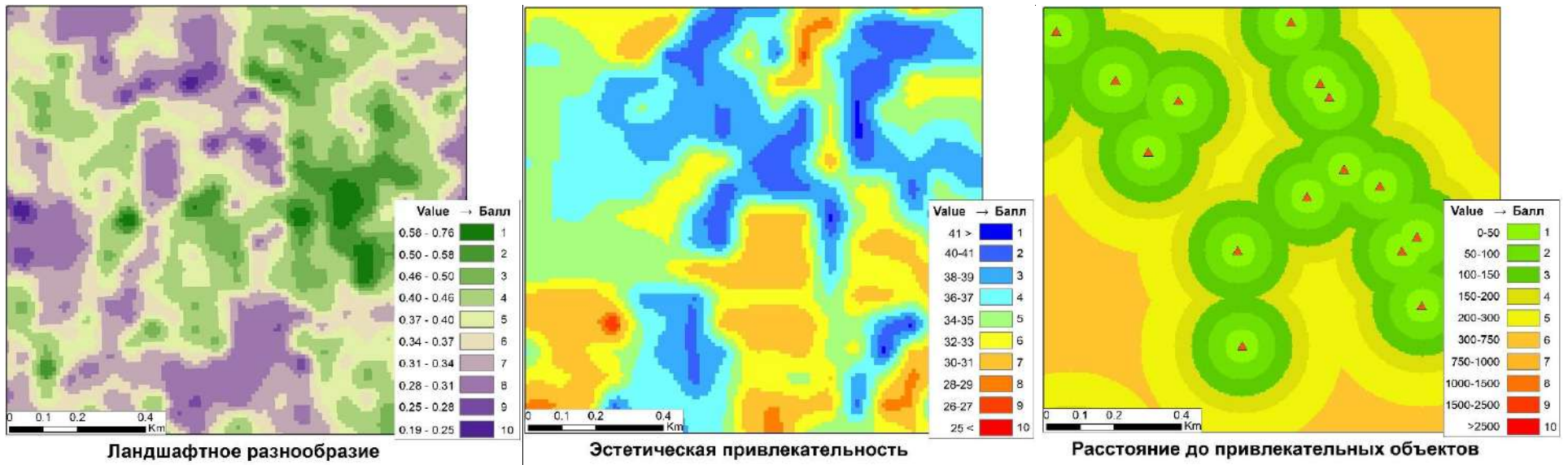


Рис. 5.17. (продолжение)

После процесса переклассификации физических единиц в баллы возникла необходимость учета значимости, или веса, предложенных критериев, так как каждый из них может в определенной степени оказывать влияние на конфигурацию маршрута. Для **оценки туристско-рекреационной оптимальности передвижения** по территории – оценка «стоимости перемещения» – использовался инструмент взвешенного наложения: «*Spatial Analyst Tools* → *Overlay* → *Weighted Overlay*». Данный инструмент объединяет растровые данные при помощи оверлейного анализа, тем самым позволяя произвести интегральную оценку с учетом задаваемых весовых коэффициентов для каждого критерия. Таким образом, чем выше значение «накопленного» балла в ячейке по всем критериям, тем менее предпочтительна данная территория для передвижения. Наиболее оптимальной для передвижения будет считаться территория с минимальным «накопленным» баллом.

Одним из основных регулируемых параметров в рабочем поле взвешенного наложения является шкала ранжирования значений итоговой оценки (Evaluation Scale), где значение «From» описывает минимальный балл (=1), «To» – максимальный балл (=10), а «By» – равный шаг между баллами (=1). Кроме того, в таблице приводятся два столбца значений. В одном из них содержались ранее переклассифицированные значения (Field), а во втором – значения, которые при необходимости можно оптимизировать для дальнейшей весовой оценки (Scale Value). Этот рабочий процесс позволяет исключить менее благоприятные для передвижения участки с учетом индивидуальных характеристик критериев, заложенных в модель. Так, например, в соответствии с многими классификациями крутизны склонов, участки с уклоном поверхности более 35° – очень крутые и крутые склоны – в основном непреодолимы многими категориями туристов (Прокаев, 1975; Жучкова, Раковская, 2004; Рычагов, 2006; Николаев и др., 2008). Поэтому для всех труднопроходимых участков с крутизной более 35° присваивался максимальный балл (=10). Для того чтобы исключить при следовании по маршруту все непроходимые участки по умолчанию устанавливалось значение «No data», представляющее запрет на передвижения. При учете лимитирующих свойств подобных участков на местности (например, останцы) не стоит забывать о том, что они могут выигрывать по многим другим противоположным характеристикам.

На заключительном этапе стоимостной оценки было необходимо экспертным путем оценить влияние (Influence) каждого критерия на конфигурацию моделируемого маршрута. Итоговый растр «стоимости перемещения» представлял собой единый набор данных, который рассчитывался на основе ряда количественных характеристик критериев оптимальности. Главным условием являлось то, чтобы в сумме все весовые коэффициенты составляли 100% (рис. 5.18).

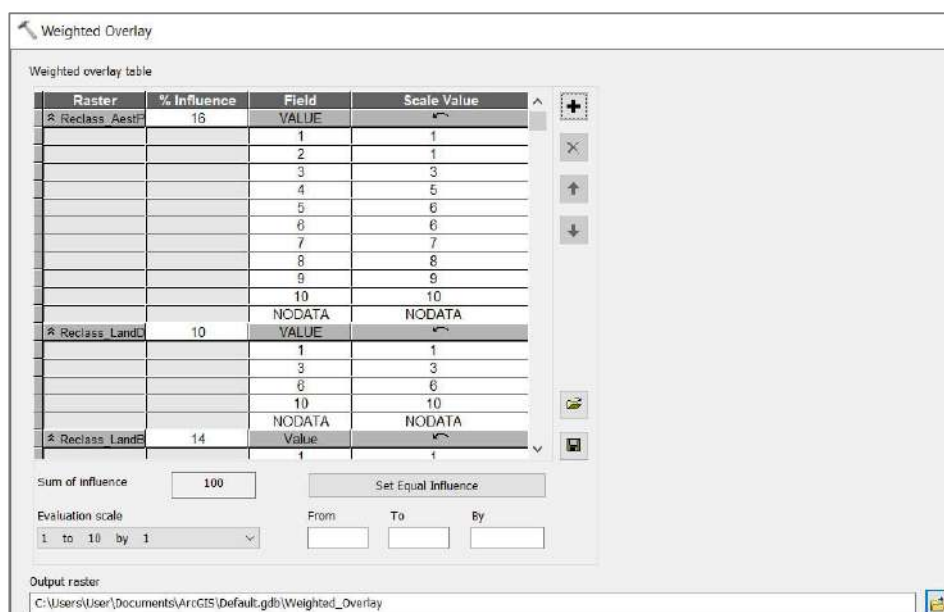


Рис. 5.18. Рабочее поле «взвешенного наложения» растровых данных

Второй блок модели представлял собой подбор более оптимальной конфигурации передвижения по маршруту. Процесс расчета «**стоимостного расстояния**» осуществлялся с помощью инструмента «*Cost Distance*», который оценивает оптимальность передвижения, или наименьшую суммарную стоимость перемещения, для каждой ячейки растра. Рассчитывается расстояние не по прямой, а с учетом минимально «накопленного» балла.

В качестве входного растра (Input cost raster) был задан растр оптимальности перемещения через каждую ячейку. Основным параметром для оценки «стоимостного расстояния» служили источники – точки начала и конца маршрута (Input raster or feature source data). На выходе был получен растр расстояний (Output distance raster), который позволил определить для каждой ячейки минимальное стоимостное расстояние до указанных источников. Вторым растром на выходе являлся растр обратных направлений (Output backlink raster), задающий наиболее удобное направление для перемещения из каждой ячейки.

На основе двух выходных продуктов с помощью инструмента «*Cost Path*» производился расчет «**стоимостного пути**». Данный инструмент позволил смоделировать наиболее оптимальную траекторию маршрута из указанной точки в точку назначения (Input raster or feature destination data).

Таким образом, на основе модели оптимизации туристско-рекреационных маршрутов появляется возможность разрабатывать новые тропы с учетом характеристик многих критериев, а также с минимальными затратами на проведение полевых исследований.

### 5.3. Сравнение конфигурации функционирующих и смоделированных туристско-рекреационных маршрутов

На заключительном этапе было проведено сравнение конфигурации существующих и смоделированных маршрутов с учетом функциональной пригодности территории исследования (на примере туристско-рекреационных маршрутов «Белоградчишские скалы» и «Мир скал»). Учитывая то, что предложенные маршруты существенно отличаются друг от друга, характер организации каждого из них зависит от предпочтений различных категорий туристов, препятствий и особенностей их преодоления, наличия объектов притяжения и др.

Маршрут «Белоградчишские скалы» находится в пределах южной границы г. Белоградчик. Он имеет небольшую протяженность и ориентирован на то, чтобы туристы могли пройти весь путь за относительно короткий промежуток времени. Для маршрута характерна линейная конфигурация – туристы выходят из одной точки, а возвращаются в другую. Главная особенность маршрута в том, что он позволяет ознакомиться с привлекательными геоморфологическими объектами, при этом не приложив к прохождению маршрута особых физических усилий. Таким образом, конфигурация существующего маршрута является максимально оптимальной и доступной для многих категорий туристов (рис. 5.19).



Рис. 5.19. Характерные особенности туристско-рекреационного маршрута «Белоградчишские скалы»

На этапе взвешенного наложения для данного маршрута была проведена калибровка весовых коэффициентов предложенных критериев оптимальности, каждый из которых в определенной степени оказывает влияние на итоговую конфигурацию передвижения. Для функционирующего маршрута «Белоградчишские скалы» характерны единичные варианты

передвижения, поэтому подбор весовых коэффициентов осуществлялся до тех пор, пока смоделированный вариант не оказался максимального близок к реальному.

В первую очередь необходимо было определить влияние каждого критерия на итоговую стоимость перемещения с учетом особенностей реальной конфигурации маршрута, после чего внести некоторые изменения в балльную систему стоимостной оценки. В результате больший вес в наборе критериев был присвоен таким показателям, как уклон поверхности (18%), эстетическая привлекательность (15%), сложность проходимости через ПТК (14%), а также близость к аттрактивным объектам (13%).

Так как основная часть маршрута проложена вдоль останцов с довольно крутыми и обрывистыми склонами, было решено присвоить 10 баллов всем участкам с уклоном поверхности более 35-40°. Наличие вблизи маршрута причудливых останцов оказывает большое влияние на общую аттрактивность территории, а также на его научно-образовательную ценность. В данном случае было важно охватить участки с высокой эстетической привлекательностью (более 36 баллов), тем самым оценить стоимость перемещения через них в 1-2 балла. Кроме того, конфигурация существующего маршрута проложена с учетом близости к аттрактивным геоморфологическим объектам, поэтому для притяжения моделируемых маршрутов к объектам интереса было установлено наиболее оптимальное расстояние (в районе 150 метров), которое оценивалось в 1-2 балла.

Чуть меньший вес был присвоен ландшафтному разнообразию территории (12%), так как весь маршрут охватывает довольно однотипные природные урочища. При этом больший приоритет отдавался участкам с ландшафтным разнообразием более 0,46 – 1 балл, участки с разнообразием менее 0,28 оценивались в 10 баллов. На конфигурацию маршрута особое влияние оказывает и степень сложности проходимости через ПТК. Довольно протяженные участки маршрута проходят через извилистые теснины между останцами, поэтому было решено несколько снизить балл оптимальности перемещения через них.

Наименьший весовой коэффициент был присвоен вертикальному и горизонтальному расчленению рельефа (10%), а также близости к дорожно-тропиночной сети (8%). В первом случае из-за ориентира данного маршрута на то, чтобы его конфигурация проходила вблизи останцов, местами через узкие теснины, было важно учесть резкие перепады высот на местности. Таким образом, было проведено обратное преобразование (инвертирование) балльной шкалы в положительную сторону, тем самым присвоив участкам с резкими перепадами высот меньший балл стоимости перемещения. В случае с горизонтальным расчленением рельефа маршрут должен был охватывать как можно меньше эрозионных форм, поэтому для участков с высокими значениями густоты расчленения присваивались максимальные баллы. Локальным объектам в данном случае было присвоено 0%, так как в

классификатор значений для всех непроходимых участков было заложено значение по умолчанию No data, которое полностью исключало и блокировало передвижение через них.

В качестве основных источников были заданы точки начала и конца пути, а также связующая точка, позволяющая избежать сильного отклонения от реального маршрута. Сначала производилось построение отрезка от начальной точки до связующей, а после от связующей точки до конечной (рис. 5.20).

В итоге у нас появилась возможность моделирования новых маршрутов в пределах всей территории исследования. В качестве примера было предложено несколько вариантов смоделированных маршрутов, траектория которых изменялась посредством изменения локального положения связующей точки или определенного объекта интереса. Красным цветом выделен существующий маршрут, желтым – смоделированные варианты маршрутов с учетом оптимальной конфигурации передвижения (рис. 5.21). Первый вариант являлся результатом калибровки данных, так как связующая точка была заложена в пределах существующей тропы.

Автоматизированная модель позволила смоделировать маршрут практически полностью идентичный реальному, при этом с гораздо меньшей стоимостью перемещения по нему. На основе откалиброванных данных было разработано несколько пробных вариантов маршрутов, каждый из которых мог бы охватить максимально привлекательные участки с наиболее выгодной стоимостью перемещения.



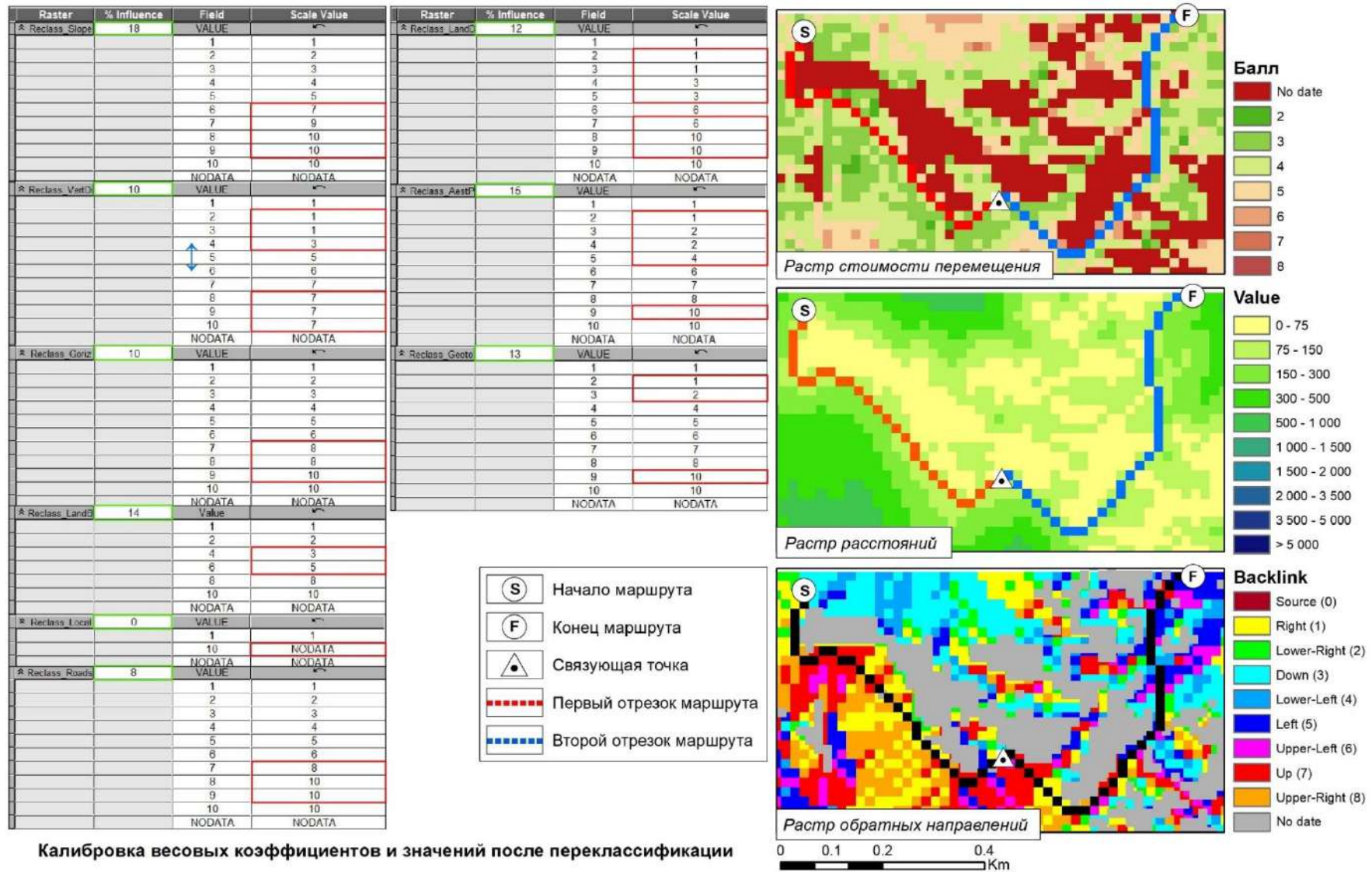


Рис. 5.20. Процесс моделирования маршрута «Белоградчишские скалы» на основе комбинирования критериев оптимальности

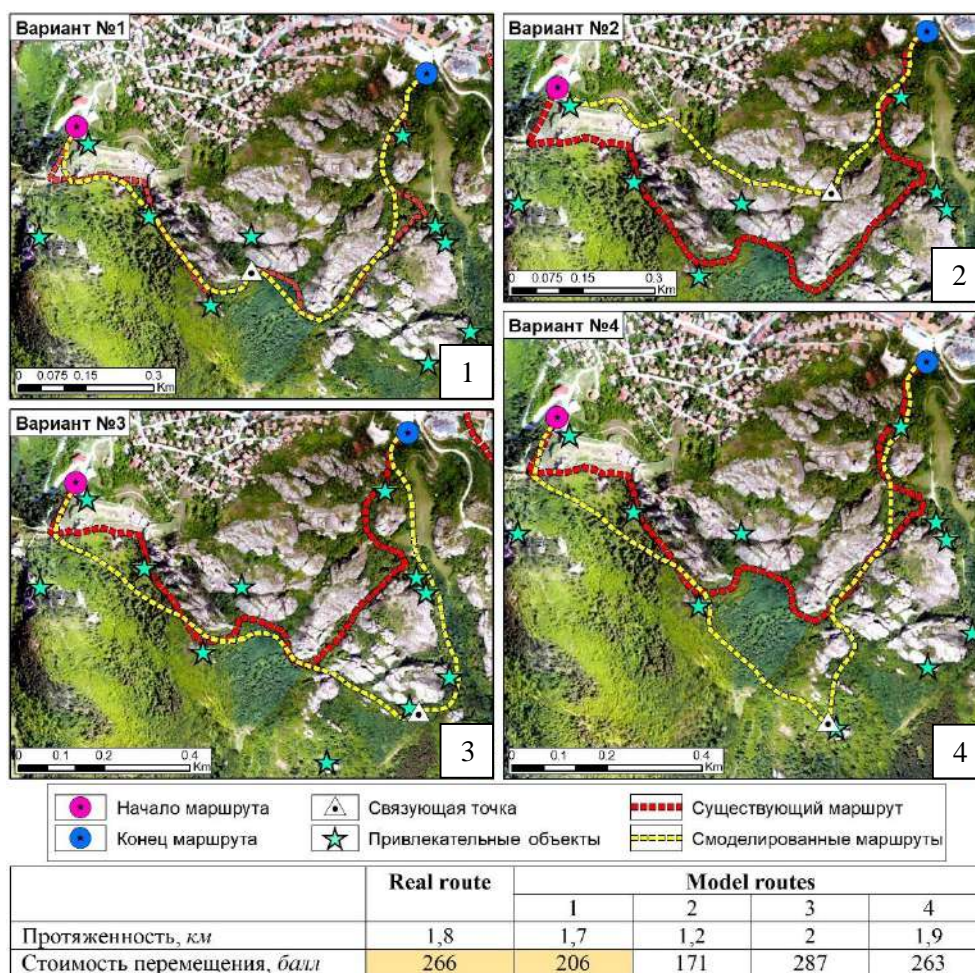


Рис. 5.21. Моделирование маршрутов с учетом туристско-рекреационной оптимальности передвижения (на примере маршрута «Белоградчишские скалы»)

Туристско-рекреационный маршрут «Мир скал» значительно отличается от предыдущего маршрута. Его протяженность составляет около 6 км с характерной комбинированной конфигурацией, так как основная тропа имеет кольцевые и линейные ответвления. К основным объектам туристического интереса относится уникальная пещера Лепеница, а также смотровые площадки в пределах наиболее доступных вершинных поверхностей останцов, с которых открываются привлекательные пейзажные виды. Кроме того, маршрут охватывает контрастные и разнообразные урочища, многие из которых представляют собой сложные естественные препятствия, такие как перевалы, теснины между останцами, балки и др. Данный маршрут ориентирован на более активную категорию туристов, нацеленную на прохождение разных по сложности участков маршрута (рис. 5.22).

Учитывая предпочтения туристов и особенности конфигурации функционирующего маршрута, в процессе взвешенного наложения была проведена калибровка весовых коэффициентов. В данном случае максимальный вес в наборе критериев, оказывающих влияние на конфигурацию маршрута, был присвоен следующим показателям: уклон

поверхности (18%), эстетическая привлекательность (16%), близость к дорогам (14%), а также ландшафтное разнообразие (14%).

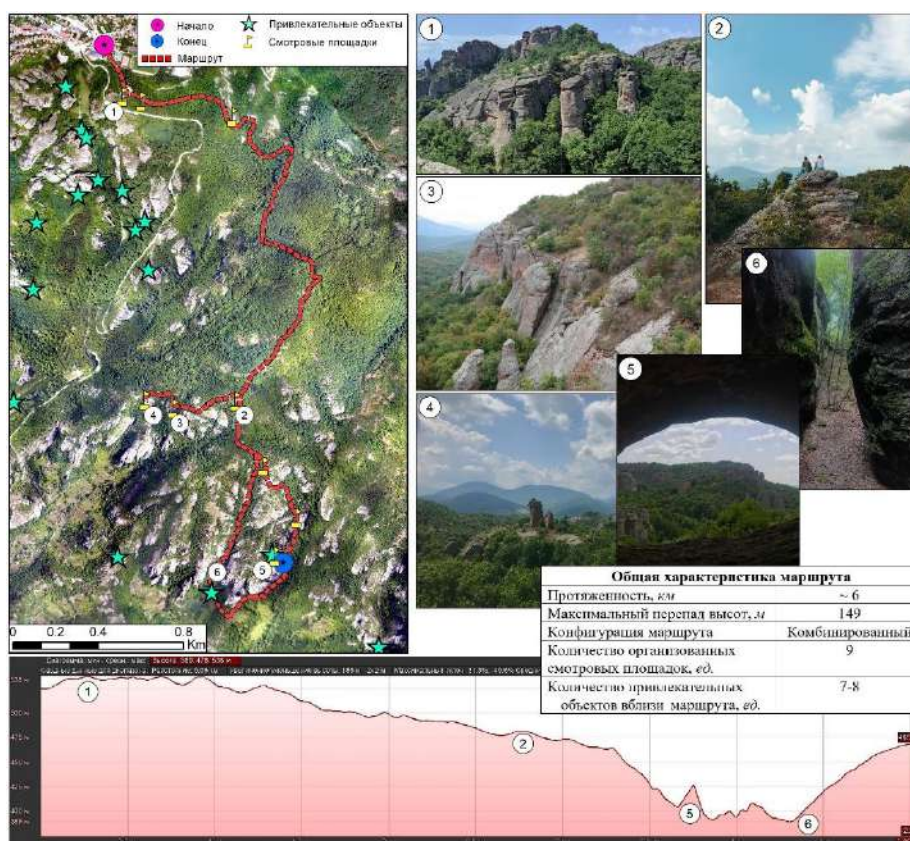
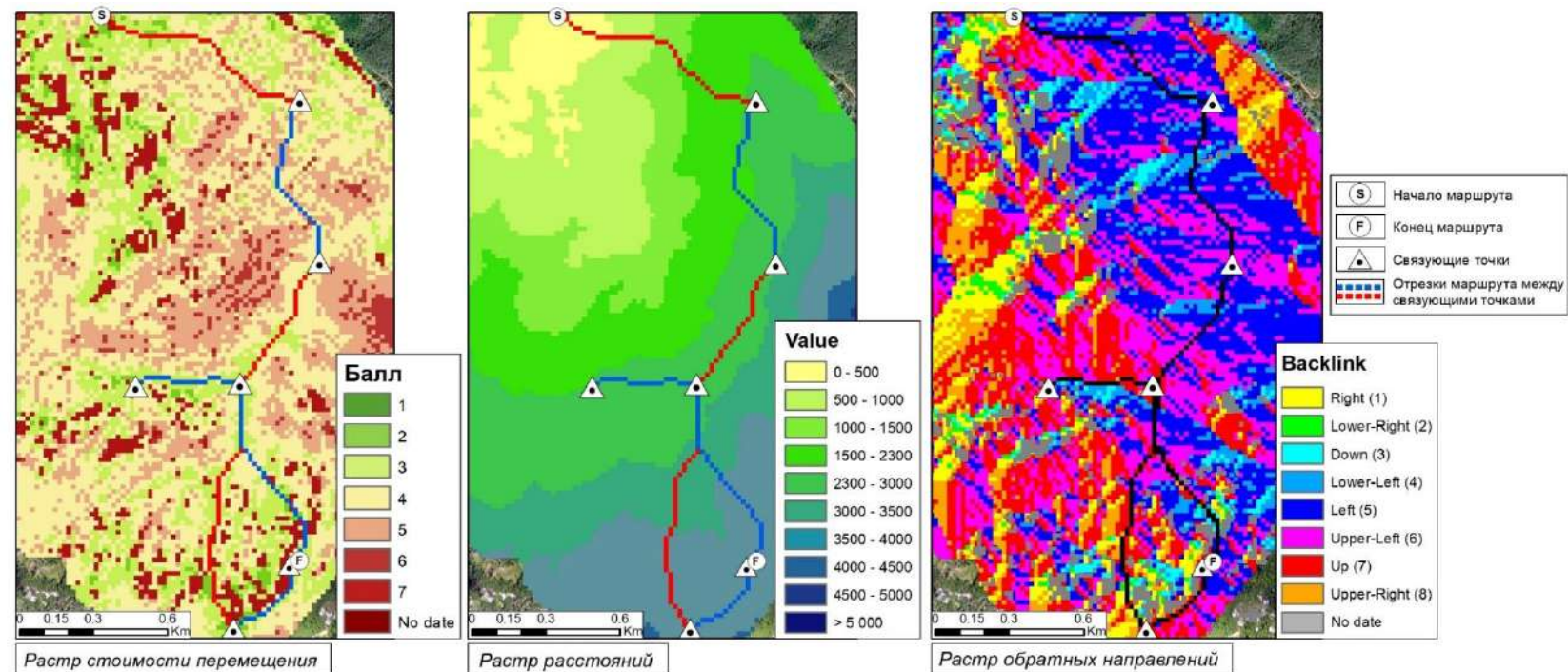


Рис. 5.22. Характерные особенности туристско-рекреационного маршрута «Мир скал»

Посещение эстетически привлекательных обзорных точек требует преодоления участков со значительным уклоном поверхности (более  $35^\circ$ ). Такие участки имеют высокий уровень сложности прохождения, но учитывая то, что в пределах некоторых отрезков маршрута имеются уникальные объекты, для них был несколько снижен балл стоимости перемещения. В процессе моделирования было важно охватить участки с очень высокой степенью аттрактивности открывающихся пейзажных видов (более 38 баллов), оценивая стоимость перемещения через них в 1 балл. Учитывая то, что существующий маршрут проходит через большое количество ПТК, было важно охватить участки с высоким ландшафтным разнообразием. Кроме того, в процессе моделирования учитывалась и близость к дорожно-тропиночной сети (максимальное отклонением 250 м), что позволило несколько снизить физическую нагрузку в ходе прохождения маршрута.

Меньший весовой коэффициент был присвоен вертикальному (11%) и горизонтальному расчленению рельефа (9%), а также сложности проходимости через протяженные естественные препятствия (10%). Существующий маршрут имеет довольно извилистую конфигурацию, так как туристам приходится обходить сложные участки пути, особенности которых важно учитывать в процессе моделирования (рис. 5.23).



Raster	% Influence	Field	Scale Value	Raster	% Influence	Field	Scale Value	Raster	% Influence	Field	Scale Value	Raster	% Influence	Field	Scale Value
* Reclass_Slope	18	VALUE	↔	* Reclass_Geol1	9	VALUE	↔	* Reclass_Roads	14	VALUE	↔	* Reclass_AestP	16	VALUE	↔
		1	1			1	1			1	1			1	1
		2	1			2	1			2	2			2	1
		3	2			3	1			3	3			3	1
		4	3			4	5			4	4			4	3
		5	5			5	5			5	6			5	5
		6	6			6	6			6	8			6	5
		7	7			7	7			7	9			7	8
		8	7			8	6			8	9			8	8
		9	10			9	9			9	10			9	9
		10	10			10	10			10	10			10	10
		NODATA	NODATA			NODATA	NODATA			NODATA	NODATA			NODATA	NODATA
* Reclass_VertQ	11	VALUE	↔	* Reclass_Land1	10	Value	↔	* Reclass_Land2	14	VALUE	↔	* Reclass_Geol2	8	VALUE	↔
		1	1			1	1			1	1			1	1
		2	1			2	3			2	1			2	1
		3	1			4	3			3	1			3	2
		4	3			6	5			4	3			4	3
		5	5			8	5			5	3			5	6
		6	5			10	10			6	3			6	6
		7	7			NODATA	NODATA			7	6			7	7
		8	8			NODATA	NODATA			8	8			8	8
		9	9		* Reclass_Ecol1	Value	↔			9	9			9	9
		10	10			1	1			10	10			10	10
		NODATA	NODATA			10	NODATA			NODATA	NODATA			NODATA	NODATA
		NODATA	NODATA			NODATA	NODATA			NODATA	NODATA			NODATA	NODATA

Калибровка весовых коэффициентов и значений после переклассификации

Рис. 5.23. Процесс моделирования маршрута «Мир скал» на основе комбинирования критериев оптимальности

Входными данными в процессе моделирования являлись точки начала и конца маршрута, а также несколько связующих точек. Несмотря на то, что автоматизированная модель позволила смоделировать практически идентичный маршрут, он имеет некоторые отличия от существующего маршрута. Во-первых, маршрут оказался несколько короче; во-вторых, он проходит с учетом меньшей стоимости перемещения. Кроме того было выделено три наиболее четких отклонения по маршруту. Первое отклонение наблюдается в центральной части маршрута, что связано с тем, что более проходимые по сложности и разнообразные ПТК находятся чуть севернее от текущей конфигурации маршрута. Второе отклонение, в пределах линейного ответвления, связано с тем, что эстетическая ценность смоделированного отрезка несколько выше. Третье отклонение наблюдается в южной части, в пределах замкнутого кольцевого отрезка маршрута. Смоделированный отрезок позволил обогнуть наиболее сложный участок пути, проходящий через теснины останцов.

Два дополнительных маршрута были смоделированы на основе откалиброванного варианта, при этом в качестве связующих точек были заданы наиболее доступные и потенциально привлекательные геоморфологические объекты (рис. 5.24).

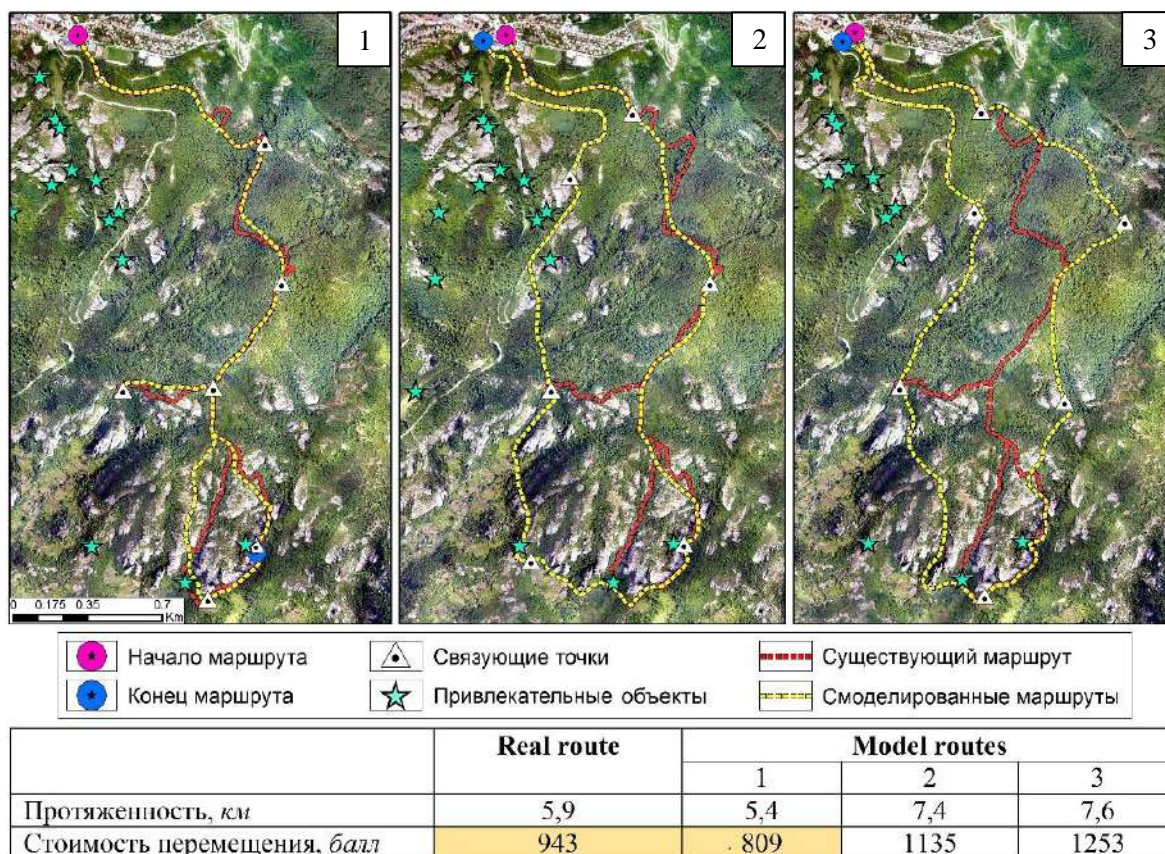


Рис. 5.24. Моделирование маршрутов с учетом туристско-рекреационной оптимальности передвижения (на примере маршрута «Мир скал»)

В процессе верификации оптимальности конфигурации существующих и смоделированных маршрутов у нас появилась возможность учитывать влияние каждого

критерия оптимальности. Регулирование весовых коэффициентов в данном случае осуществлялось согласно целевому ориентиру туристов. В данном случае разработанная модель позволила корректировать конфигурацию маршрутов, основываясь на интересах и предпочтениях туристов. Так, например, маршрут «Белоградчишские скалы» ориентирован на посещение аттрактивных геоморфологических объектов, до которых легко и удобно добираться. В основном маршрут предназначен для экскурсионных групп туристов, которые посещают г. Белоградчик из-за его главной достопримечательности – римской крепости «Калето». По предложенным маршрутам смогут пройти без особой сложности практически все категории туристов, для которых важно ознакомиться с большим числом привлекательных объектов за относительно короткое время. В этом случае конфигурация маршрутов учитывала все возможные естественные препятствия, а также стремилась охватить участки с более высокой эстетической привлекательностью и ландшафтным разнообразием исследуемой территории.

Маршрут «Мир скал» ориентирован на более активную категорию туристов. Основная цель прохождения маршрута – посещение пещеры «Лепеница», при следовании к которой маршрут проходит через участки с максимально привлекательными пейзажными видами. Именно поэтому в пределах маршрута выделяются различные по сложности прохождения участки, отличающиеся между собой степенью распределения физической нагрузки.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное исследование позволяет сделать следующие **выводы**:

1. В современных ландшафтно-рекреационных исследованиях пейзаж рассматривается как свойство самого ландшафта, что обуславливает возможность научного изучения его визуальных характеристик, имеющих эстетическую ценность. Главная особенность ландшафтов в том, что они отличаются друг от друга способностью формирования разнообразных или однообразных пейзажных видов. Для каждого пейзажа свойственно наличие специфических сочетаний эстетических свойств, под которыми понимается совокупность объективных свойств ландшафтов. В качестве основы для проведения комплексной эстетической оценки использовалась детальная методика К.И. Эрингиса и А.-Р.А. Будрюнаса, которая была адаптирована для территории природной достопримечательности Белоградчишские скалы.

2. Было выяснено, что из 26 эстетических показателей, оцененных нами в полевых условиях в ходе маршрутов, 15 показателей можно определить с использованием ГИС-технологий на основе комбинирования ДДЗ и данных аэрофотосъемки с БПЛА более высокого пространственного разрешения. Показано, что результаты ГИС-оценки эстетических свойств ландшафтов соответствуют результатам полевых наблюдений на местности. Таким образом, предлагаемый метод оценки позволяет определить эстетическую привлекательность любой обзорной точки территории исследования.

3. Особое научное и эстетическое значение имеют выразительные скальные останцы в ядре планируемого геопарка Белоградчишские скалы, сложенные красноцветными конгломератами и песчаниками триасового возраста. Была составлена карта визуально-эстетической ценности ПТК. В результате было выделено 18 типов урочищ и оценена их эстетическая привлекательность с помощью статистического анализа обзорных точек в их границах. Были определены основные параметры, объясняющие существенные расхождения в эстетических оценках некоторых типов урочищ – высотное положение, характеристики растительного покрова (полнота древостоя и породный состав) и положение относительно других комплексов. Это дало основание выделить подтипы урочищ. Преобладают как ПТК особой эстетической ценности (34%), так и комплексы низкой эстетической ценности, находящиеся в «визуально-эстетической тени» (35%).

4. Использование автоматизированной модели оптимизации рекреационно-туристических маршрутов позволило учесть сбалансированное влияние каждого из десяти критериев (уклон поверхности, наличие естественных препятствий, эстетическая привлекательность и др.) в зависимости от цели маршрута и возможностей туристов. В ходе

моделирования туристско-рекреационного маршрута «Белоградчишские скалы» траектория передвижения строилась с учетом сложности преодоления возможных естественных препятствий и близости к аттрактивным геоморфологическим объектам. Маршрут «Мир скал» ориентирован на максимальный охват обзорных точек с привлекательными пейзажными видами и высоким ландшафтным разнообразием с учетом сложности его прохождения. В целом существующая сеть маршрутов отвечает критериям оптимальности, заложенных в модели, но нуждается в некоторой корректировке.



## Список литературы

1. Акиндинова Т.А. Образ природы в творчестве И.В. Гёте и его значение для экологической эстетики // Вестник Санкт-Петербургского университета. — 2013. — Т. 29, Вып. 3(17). — С. 58–63.
2. Анализ речных систем с использованием цифровых моделей рельефа. Курс практических занятий для подготовки аспирантов. — М.: ИВП РАН, 2020. — 49 с. — URL: <https://www.iwrp.ru/upload/medialibrary/9cb/9cbeeacc0b0cd4c51cce2252f2f079a3.pdf> (дата обращения: 18.11.2022).
3. Андреев Н., Анчев М., Кожухаров С., Маркова М., Пеев Д., Петрова А. Определител на висшите растения в България. — София: Наука и изкуство, 1992. — 787 с.
4. Андреева В.Л. Аналитический обзор оценки потенциала эстетической привлекательности ландшафтов // Лесное хозяйство: материалы 85-й научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов. — Минск: БГТУ, 2021. — С. 251–252.
5. Анисимов В.И. Морфометрический анализ рельефа. — Сочи: СГУТиКД, 1999. — 321 с.
6. Антищева Ю.О., Думит Ж.А. Морфометрический анализ рельефа с использованием ГИС-технологий при оценке рекреационного потенциала Лагонакского нагорья (Северо-Западный Кавказ) // Геоморфология. — 2009. — № 1. — С. 45–50.
7. Анчев М. Обща характеристика на българската флора и флористично райониране на страната // Червена книга на Република България. Т. 1. Растения. — София: БАН и МОСВ, 2011. — С. 12–14.
8. Ардисламов Ф. Р., Лукашина Н. А., Третьякова Е. А. Геопарк «Торатау»: геологическое наследие как объект экологического туризма // Труды Кольского научного центра РАН. — 2019. — Т. 10. — № 6(1). — С. 25–32.
9. Арманд Д.Л. Наука о ландшафте. — М.: «Мысль», 1975. — 288 с.
10. Асьов Б., Петрова А. Конспект на висшата флора на България. Хорология и флорни елементи. — София: Издательство БФБ, 2006. — 454 с.
11. Атанасов И., Пенков М. Природа и свойства на почвите. — София: Наука и изкуство, 1971. — 136 с.
12. Аткина Л.И., Жукова М.В. Эстетика ландшафта: учебное пособие [Электронный ресурс]. — Екатеринбург: Уральский государственный лесотехнический университет, 2017. — 75 с. — URL: <http://docplayer.ru/34945510-Elektronnyy-arhiv-ugltu-l-i-atkina-m-v-zhukovaestetika-landshafta.html> (дата обращения: 25.11.2021).

13. Атлас на Народна Република България. Карта на растителността /Бондев И.А.// Главное управление по геодезия и картография. — София: Издателство на БАН, 1973. — С. 85–89.
14. Атлас на Народна Република България. Почвена карта / Йолевски М., Калоянова Р., Койнов В., Трашлиев Х. // Главное управление по геодезия и картография. — София: Издателство на БАН, 1973. — С. 80–81.
15. Атлас на Народна Република България. Хидроложка карта // Главное управление по геодезия и картография. — София: Издателство на БАН, 1973. — С. 64–65.
16. Берг Л.С. География и ее положение в ряду других наук // Вопросы страноведения. — М.-Л.: Изд-во Московское Акционерное издательское общество, 1925. — С. 3–17.
17. Бёрк Э. Философское исследование о происхождении наших идей возвышенного и прекрасного. — М.: Искусство, 1979. — 237 с.
18. Бибаева А.Ю. Особенности формирования эстетических свойств прибрежных ландшафтов: дис. ... канд. геогр. наук: 25.00.23/ Бибаева Анна Юрьевна. — Иркутск, 2015. — 206 с.
19. Бибаева А.Ю., Макаров А.А. Применение ГИС для расчёта комплексных показателей эстетической оценки ландшафтов // Известия Иркутского государственного университета. Серия: Науки о Земле. — 2018. — Т. 24. — С. 17–33.
20. Блаш де ла П.В. Географические картины Франции / пер. Д.А. Войнова. — М.: ООО «ВАШ ФОРМАТ», 2021. — 566 с.
21. Бондев И. Растителността на България. Карта в М. 1:600 000 с обяснителен текст. — София: Издателство на БАН, 1991. — 182 с.
22. Бончев Е. Геология на България. — С.: Наука и Изкуство, 1960. — Ч. 2. — 164 с.
23. Браумгартен А. Фрагменты по эстетике // История эстетики / отв. ред. М.Ф. Овсянников. — М., 1964. — Т. 2. — С. 453–465.
24. Бредихин А. В., Большов С. И., Еременко Е. А. Методические подходы к оценке геоморфологической безопасности природопользования горных территорий // Эколого-географические проблемы развития регионов и городов Республики Казахстан. — М.: Географический факультет МГУ, 2017. — С. 75–88.
25. Бредихин А.В. Организация рекреационно-геоморфологических систем: автореф. дис. ... д-ра. геогр. наук: 25.00.25/Бредихин Андрей Владимирович. — М., 2008. — 43 с.
26. Бредихин А.В. Рельеф как рекреационное условие и ресурс туризма // Вестник Московского университета. Серия 5. География. — 2004. — № 4. — С. 23–28.
27. Бредихин А.В. Эстетическая оценка рельефа при рекреационно-геоморфологических исследованиях // Вестник Московского университета. Серия 5. География. — 2005. — № 3. — С. 7–13.

28. Бучацкая Н.В. Геоэкологические подходы к оценке эстетических ресурсов ландшафтов: На примере Республики Мордовия: дис. ... канд. геогр. наук: 25.00.36/Бучацкая Наталья Вячеславовна. — Саранск, 2002. — 223 с.
29. Бучацкая Н.В., Кочуров Б.И. Эстетика ландшафтов как современный раздел географии // Проблемы региональной экологии. — М., Смоленск: Маджента, 2004. — № 6. — С. 14–18.
30. Быковская О.П. Методы оценки эстетических свойств ландшафтов // Производственная ландшафтно-исследовательская практика: организационное и методическое обеспечение. — Воронеж, 2016. — С. 45-55.
31. Вдовюк Л.Н., Мотошина А.А. Методические приемы оценки эстетических свойств ландшафтов Тюменской области // Вестник Тюменского государственного университета. — 2013. — № 4. — С. 58–66.
32. Веденин Ю.А. Очерки по географии искусства. — М.: Российский научно-исследовательский институт культурного и природного наследия, 1997. — 224 с.
33. Веденин Ю.А., Преображенский В.С. Теоретические основы рекреационной географии. — М.: Наука, 1975. — 224 с.
34. Велчев А., Пенин Р., Тодоров Н., Контева М. Ландшафтна география на България /Природна география на България. — София: Булвест-2000, 2011. — 236 с.
35. Велчев В., Кожухаров С., Анчев М. Атлас на ендемичните растения в България. — София: Издателство на БАН, 1992. — 203 с.
36. Викторов А.С. Рисунок ландшафта: анализ геометрических свойств ландшафта и его практическое применение. Изд. 2-е. — М.: ЛЕНАНД, 2014. — 184 с.
37. Водните ресурси на България и тяхното комплексно използване. — София: Земиздат, 1966. — 322 с.
38. Воронцов К.В. Эвристики для улучшения градиентных методов обучения: Нормализация данных // Математические методы обучения по прецедентам (теория обучения машин). — 141 с. — URL: <http://www.machinelearning.ru/wiki/images/6/6d/voronml-1.pdf> (дата обращения: 24.10.2022).
39. Воскресенский С.Г., Уставщикова С.В. Ландшафт и пейзаж: общность и различия как объектов географии // Структура, функционирование, эволюция природных и антропогенных ландшафтов. — М.; СПб.: Русское географическое общество, 1997. — С. 265–267.
40. Ганзей К.С. Оценка ландшафтного разнообразия вулканически активных островов // Известия РАН. Серия географическая. — 2014. — № 2. — С. 61–70.

41. Ганзей К.С., Иванов А.Н. Ландшафтное разнообразие Курильских островов // География и природные ресурсы. — 2012. — № 2. — С. 87–94.
42. Ганчев И., Бондев И., Ганчев С. Растительност на ливадите и пасищата в България. — София: Издателство на БАН, 1964. — 259 с.
43. Гегель Г.В. Введение в историю философии. Лекции по эстетике. Наука логики. Философия природы. — М.: Эксмо, 2018. — 560 с.
44. Гегель Г.В. Эстетика / пер. Б.Г. Столпнера, под отв. ред. М. Лифшица. — Москва: Искусство, 1968. — Т. 1. — 312 с.
45. Геоложка карта на България. Масштаб 1:500000 // Комитет по геология. Предприятия за геофизични проучвания и геолошко картиране / под ред. И. Кънчева, Г. Чешитева. — 1989.
46. Геоложка карта на България. Лист К-34-022 (Белоградчик). Масштаб 1:100000 // Комитет по геология. Предприятия за геофизични проучвания и геолошко картиране / под ред. И. Хайдутова. — 1995.
47. Герасимов И.П. Геоморфологические наблюдения в Болгарии // Проблемы физической географии. — 1949. — № 14. — С. 10–22.
48. Герасимов И.П., Антипов-Каратаев И.Н., Еников К.Х., Танов Е.Н. Почвы Болгарии. — М.: Издательство АН СССР, 1959. — 397 с.
49. Гёте И. Избранные философские произведения. — М.: Наука, 1964. — 520 с.
50. Гёте И. Собрание сочинений. Том 10. Максимы и рефлексии / пер. с нем. Н. Ман, Е. Закс, С. Герье, М. Левиной и К. Богатырева. — М.: Издательство «Художественная литература», 1980. — 430 с.
51. Геттнер А. География. Ее история, сущность и методы. — М.; Л.: Государственное издательство, 1930. — 416 с.
52. Гибсон Дж. Экологический подход к зрительному восприятию. — М.: Прогресс, 1988. — 464 с.
53. Голд Дж. Психология и география: Основы поведенческой географии. — М.: Прогресс, 1990. — 304 с.
54. Голубева Е.И., Король Т.О. Эстетика и дизайн ландшафта. Учебное пособие. — М.: Издательство «КноРус», 2010. — 448 с.
55. Горбунов Р.В., Табунщик В.А., Горбунова Т.Ю. Нерешенные теоретические и методологические вопросы при эстетической оценке ландшафтов // Географический вестник. — 2020. — № 3(54). — С. 6–22.
56. Горбунова Т.Ю., Горбунов Р.В., Ключкина А.А. Оценка пейзажно-эстетической ценности ландшафтов Юго-Восточного Крыма // Ученые записки Крымского федерального

- университета имени В.И. Вернадского. Серия: География. Геология. — 2017. — Т. 3(69), № 2. — С. 237–249.
57. Гумбольдт А.Ф. Картины природы / пер. с нем. Т.И. Коншина. — М.: Географгиз, 1959. — 269 с.
58. Гумбольдт А.Ф. Космос. Опыт физического мироописания: Часть 1 / пер. с нем. Н. Фролова. — М.: Тип. А. Семена, 1862. — 410 с.
59. Гуревич П.С. Эстетика: учебное пособие. — М.: КНОРУС, 2011. — 456 с.
60. Гълъбов Ж. География на България. Физическа география. — София: Издателство на БАН, 1982. — 513 с.
61. Гюров Г., Артинова Н. Почвознание. — Пловдив: Макрос, 2001. — 474 с.
62. Данов Г., Бетовски П., Райков И. Стара Планина. Пътеводител. — София: Изд-во Медицина и физкултура, 1958. — 180 с.
63. Девдариани Н.В., Рубцова Е.В. Культурный код как способ формирования эстетического вкуса // Карельский научный журнал. Социологические науки. — 2019. — Т. 8., № 1(26). — С. 51–53.
64. Делипавлов Д., Чешмеджиев И. Определител на растенията в България. — Пловдив: Академичното издателство на Аграрния университет, 2011. — 591 с.
65. Джамирзоев Г. С., Идрисов И. А., Атаев З. В. Природные предпосылки создания геопарка ЮНЕСКО «Сарыкум и Нарат-Тюбе» // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. — 2017. — Т. 11. — № 4. — С. 26–34.
66. Дишин Д.А. Пейзажно-эстетические ресурсы горных территорий: оценка, рациональное использование и охрана (монография). — Барнаул: Издательство «АзБука», 2005. — 258 с.
67. Дишин Д.А. Оценка пейзажно-эстетических ресурсов горных ландшафтов в целях оптимизации рекреационного природопользования (на примере Усть-Коксинского района Республики Алтай): автореф. дис. ... канд. геогр. наук: 25.00.36/Дишин Денис Александрович. — Барнаул, 2006. — 19 с.
68. Дишин Д.А., Попов Е.С. Оценка пейзажно-эстетической привлекательности ландшафтов: методологический обзор // Известия Алтайского государственного университета. — 2010. — № 3. — С. 120–124.
69. Дишин Д.А., Попов Е.С., Полковникова Е.В. Факторы пейзажно-эстетической привлекательности горных ландшафтов // География и природопользование Сибири. — 2010. — № 12. — С. 54–61.
70. Донов В. Горско почвознание. — София: Издателство Мартилен, 1993. — 435 с.

71. Дуброва Ю.Н., Мыслыва Т.Н., Ткачева Т.Н. Комплексный морфометрический анализ территории Горецкого района с использованием данных дистанционного зондирования земли // Мелиорация. — 2020. — № 3(93). — С. 43–54.
72. Дунец А.Н., Крупочкин Е.П., Тельцова А.А. Оценка туристско-рекреационного потенциала для целей территориального планирования // Известия Алтайского государственного университета. Серия: Науки о Земле. — 2011. — № 3-2. — С. 108–113.
73. Егоров В.В., Иванова Е.Н., Фридланд В.М., Розов Н.И. Классификация и диагностика почв СССР. — М.: Колос, 1977. — 225 с.
74. Жучкова В.К., Раковская Э.М. Методы комплексных физико-географических исследований. — М.: Издательский центр «Академия», 2004. — 368 с.
75. Загорчев И., Дабовски Х., Николов Т. Геология на България. Том II. Мезозойска геология. — София: Академично издателство «Проф. Марин Дринов», 2009. — 765 с.
76. Зайцева А.И. Роль геологических парков в развитии геологического туризма // Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. Серия: География. Геология. — 2020. — Т. 6(72), № 3. — С. 62–69.
77. Занозин В.В., Бармин А.Н., Ямашкин С.А., Ямашкин А.А. Методы и алгоритмы оценки ландшафтного разнообразия в морфологическом аспекте на примере центральной части дельты реки Волги // Геоинформационное обеспечение устойчивого развития территорий: Материалы Международной конференции ИнтерКарто. ИнтерГИС. — М: Издательство Московского университета, 2020. — Т. 26, Ч. 4. — С. 114–130.
78. Захариев Б. Горско-растително райониране на НРБ. — София: «Земиздат», 1979. — 195 с.
79. Зонн С.В. Горно-лесные почвы хвойных и буковых лесов Болгарии. — София: Издательство БАН, 1961. — 156 с.
80. Зонн С.В. Лесные почвы Болгарии. — М.: АН СССР, 1957. — 89 с.
81. Исаченко Г.А. Функции и образ ландшафтов в истории: Приладожье и Карельский перешеек // Структура, функционирование, эволюция природных и антропогенных ландшафтов. — 1997. — С. 147–149.
82. Исаченко Г.А. Образное восприятие в географическом познании мира // Известия РГО. — 2001. — Т. 133, Вып. 3. — С. 24–33.
83. Йорданов Д., Кожухаров С.И., Кузманов Б. Флора на Република България. — София: Академично издателство «Проф. Марин Дринов», 1995. — Т. 10. — 429 с.
84. Йорданова М., Дончев Д. География На България. — София: Академично издателство «Проф. Марин Дринов», 1997. — 729 с.

85. Йорданова М., Чубриева М. Речни води. Подземни води. Хидроложко райониране. Река Дунав // География на България. — София: Академично издателство «Проф. Марин Дринов», 1997. — С. 156–208.
86. Калуцкова Н.Н., Лозбенева Э.А. Оценка эстетических свойств равнинных ландшафтов дистанционными методами зондирования Земли (на примере Музея-заповедника «Куликово поле») // Известия Русского географического общества. — 2022. — Т. 155, № 5-6. — С. 47–59.
87. Калуцкова Н.Н., Сафонова А.А., Смержок М.А. Оценка природной привлекательности туристических маршрутов Белоградчишских скал (Болгария) // Лесные экосистемы и урбанизация. — М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. — С. 219–225.
88. Калуцкова Н.Н., Синьовски Д., Дронин Н.М., Синьовска Д., Шеремет Э.А. Опыт номинирования геологических парков в глобальную сеть ЮНЕСКО // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки. — 2019. — № 2. — С. 80–93.
89. Калуцкова Н.Н., Синьовски Д., Тельнова Н.О., Усенова Д.А. Геопарки как новая международная форма развития туризма // Туризм и рекреация: фундаментальные и прикладные исследования. Труды XII Международной научно-практической конференции. — М.: АНО Диалог Культур, 2017. — Т. 12. — С. 194–198.
90. Калуцкова Н.Н., Смержок М.А. Применение ГИС для создания геопарка «Белоградчишские скалы» (Болгария) // Устойчивое развитие территорий: теория ГИС и практический опыт. Материалы Международной конференции «ИнтерКарто. ИнтерГИС». — М.: Издательство Московского университета, 2012. — Т. 18. — С. 322–326.
91. Кант И. Критика способности суждения. — М.: АСТ, 2020. — 165 с.
92. Кант И. Критика чистого разума. — М.: АСТ, 2019. — 189 с.
93. Караев Ю.И. Глобальные геопарки ЮНЕСКО как оптимальная система развития трансграничного сотрудничества в ответ на современные вызовы // Трансграничные регионы в условиях глобальных изменений: современные вызовы и перспективы развития. Материалы II Международной научно-практической конференции. — Библиотечно-издательский центр Горно-Алтайского государственного университета, 2021. — С. 30-36.
94. Катаев М.Ю., Бекеров А.А., Шалда П.В. Анализ трендов временных рядов вегетационного индекса NDVI // Доклады ТУСУРа. — 2017. — Т. 20, № 1. — С. 81–84.
95. Кириллова А.В. Рельеф как фактор эстетической привлекательности ландшафта // Вестник Удмуртского университета. Серия: Биология. Науки о Земле. — 2012. — Вып. 2. — С. 104–108.

96. Ковалев С.Г. Геопарки как основа неиндустриального развития территорий // Геологический вестник. — 2019. — № 3. — С. 3–11.
97. Кожухаров С., Анчев М. Флора на Република България. — София: Издателство на БАН, 2012. — Т. 11. — 527 с.
98. Козлов Д.Н. Инвентаризация ландшафтного покрова методами пространственного анализа для целей ландшафтного планирования // Труды Международной школы-конференции «Ландшафтное планирование. Общие основания. Методология. Технология». — М.: Геогр. факультет МГУ, 2006. — С. 117–137.
99. Койнов В. Особенности главных типов почв Болгарии и их основные почвенно-генетические процессы // Почвы юго-восточной Европы. Материалы международного симпозиума по почвоведению/Отв. ред. Ц. Стайков, В. Койнов. — С.: Издателство на БАН, 1964. — С. 15–62.
100. Койнов В., Кабакчиев И., Бонева К. Атлас на почвите в България. — София: «Земиздат», 1998. — 321 с.
101. Колбовский Е.Ю. Эстетическая оценка ландшафтов: проблемы методологии // Ярославский педагогический вестник. — 2011. — Т. 3, № 4. — С. 161–165.
102. Колбовский Е.Ю., Медовикова У.А. Оценка эстетических свойств ландшафтов для управления территориями выдающейся культурно-исторической и природной ценности // Известия Русского географического общества. — 2016. — Т. 148, № 3. — С. 61–75.
103. Колесникова Н.В., Хуусконен Н.М. Геопарки как основа развития горно-геологического туризма // Современные научные исследования и инновации. — 2015. — № 7, Ч. 3. — С. 60–63.
104. Корф Е.Д. Геопарк как платформа эффективного взаимодействия общества и природы // Наука и туризм: стратегии взаимодействия. — 2015. — № 4. — С. 5–9.
105. Корф Е.Д. Критерии оценки туристической аттрактивности геологических объектов горной местности // Евразийский союз ученых. — 2014. — № 7. — С. 7–12.
106. Кочуров Б.И., Бучацкая Н.В. Оценка эстетического потенциала ландшафта // Юг России: экология и развитие. — 2007. — № 4. — С. 25–34.
107. Крупочкин Е.П., Дирин Д.А., Дунец А.Н., Рыгалов Е.В. Количественное обоснование параметров регулярно-ячеистых моделей как метода численной оценки и ГИС-картографирования территорий // Ползуновский вестник. — 2016. — № 4, Т. 2. — С. 70–79.
108. Курлович Д.М. Компьютерное моделирование морфометрических показателей рельефа Беларуси // Проблемы природопользования: итоги и перспективы: материалы Международной научной конференции. — Минск, 2012. — С. 301–304.



109. Курлович Д.М. Морфометрический ГИС-анализ рельефа Беларуси // Земля Беларуси. — 2013. — № 4. — С. 42–48.
110. Ладик Е.И., Прохорова Т.Р. Оценка эстетической привлекательности пейзажей при планировании рекреационных зон (на примере Белгородской области // Техническая эстетика и дизайн-исследования. — 2020. — Т. 2, № 1. — С. 36–50.
111. Лихачева Э.А., Некрасова Л.А. Анализ ландшафта с позиции экологии и эстетики рельефа // Рельеф среды жизни человека (экологическая геоморфология). — М.: Медия-пресс, 2002. — С. 308–345.
112. Лось М.А. Оценка рельефа Тюменско-Тобольского туристско-рекреационного каркаса в целях развития туризма // Географический вестник. — 2017. — № 4(43). — С. 161–169.
113. Лунева Е.В. Организация геопарков в России и особенности их правового режима // Lex russica. — 2021. — Т. 74. — № 9. — С. 32–43.
114. Мартынова А.Н. Аттрактивность ландшафтов в формировании туристического продукта // Устойчивое развитие туризма: опыт и инновации: материалы II Международной научно-практической конференции. — Улан-Удэ, 2007. — С. 415–423.
115. Марцинкевич Г.И., Счастливая И.И. Оценка ландшафтного разнообразия природных и природно-антропогенных комплексов Беларуси. — 2005. — 8 с. — URL: <https://elib.bsu.by/bitstream/123456789/47791/1/%D1%81%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F%201.pdf> (дата обращения: 20.09.2022).
116. Марш Г. Человек и природа, или о влиянии человека на изменение физико-географических условий природы / пер. с англ. Н.А. Неведомского. — Санкт-Петербург: Издательство Н. Полякова и К, 1866. — 592 с.
117. Масилевич Н.А. Методические основы экологического нормирования туристической нагрузки на особо охраняемые природные территории // Труды БГТУ. Экономика и управление. Серия: Экономика природопользования. — 2010. — № 7. — С. 67–70.
118. Меллума А.Ж. Особо охраняемые природные объекты на староосвоенных территориях (На примере Латвийской ССР). — Рига: Зинатне, 1988. — 224 с.
119. Мерекалова К.А., Титов Г.С., Карандеев А.Ю. Карта ландшафтного покрова г. Липецка как основа для оценки экосистемных услуг // Проблемы региональной экологии. — 2021. — № 5. — С. 59–64.
120. Мехбалиев М.М. Прикладное морфометрическое исследование глубины расчленения склонов горных геоморфосистем Большого Кавказа (в пределах Азербайджана) // Академический журнал Западной Сибири. — 2015. — Т. 11, № 3(58). — С. 79–82.
121. Министерство на околната среда и водите. Списък на кодовете на повърхностните водни тела на територията на Р. България. — URL:

<https://www.moew.government.bg/bg/vodi/povurhnostni-vodi/povurhnostni-vodni-tela/> (дата обращения: 20.05.2022).

122. Михайлов В.А. Комплексный морфометрический анализ Тарханкутского полуострова с помощью ГИС // Современные научные исследования и инновации. — 2015. — № 2–4(46). — С. 5–13.

123. Мотошина А.А., Вдовюк Л.Н. Оценка эстетических свойств ландшафтов Тобольского района Тюменской области в рекреационных целях // Географический вестник. — 2012. — № 4(23). — С. 10–20.

124. Мунзер Н. Разработка методики применения данных космических съемок для мониторинга лесов: дис. ... канд. техн. наук: 25.00.34/Мунзер Нур. — Москва, 2021. — 150 с.

125. Мунтян А.Н. Изучение влияния горизонтальной и вертикальной расчлененности территории и уклонов местности на эрозионную опасность Приднестровья // Вестник Приднестровского университета. Серия: Медико-биологические и химические науки. — 2015. — № 2(50). — С. 134–138.

126. Мухина Г.А. Пейзаж как поиск идентичности французского художника нового времени // Вестник Омского университета. Серия: Исторические науки. — 2014. — № 2(2). — С. 13–36.

127. Мухина Л.И. Принципы и методы технологической оценки природных комплексов. — М.: Наука, 1973. — 96 с.

128. Назаров Н.Н., Постников Д.А. Оценка пейзажно-эстетической привлекательности ландшафтов Пермской области для целей туризма и рекреации // Известия РГО. — 2002. — Т. 134, Вып. 4. — С. 3–18.

129. Нарский И.С. Философско-эстетические идеи А. Баумгартена как один из стимулов теоретического развития Канта // Кантовский сборник. — Калининград, 1985. — Вып. 10. — С. 40–51.

130. Нечаев А.П. Картины Родины: типичные ландшафты России в связи с ее геологическим прошлым. — СПб.: Типография П.В. Мартынова, 1905. — 150 с.

131. Николаев В.А. Ландшафтоведение: Эстетика и дизайн. — М.: Аспект-Пресс, 2005. — 176 с.

132. Николаев В.А. Феномен пейзажа // Вестник Московского университета. Серия 5. География. — 2002. — № 6. — С. 12–19.

133. Николаев В.А. Эстетическое восприятие ландшафта // Вестник Московского университета. Серия 5. География. — 1999. — № 6. — С. 10–15.

134. Николаев В.А. Ландшафт – явление эстетическое // Ландшафтоведение: теория, методы, региональные исследования, практика. Материалы XI Международной ландшафтной конференции / отв. ред. К.Н. Дьяконов. — М.: Географический факультет МГУ, 2006. — С. 711–713.
135. Николаев В.А., Копыл И.В., Сысуев В.В. Природно-антропогенные ландшафты (сельскохозяйственные и лесохозяйственные): учебное пособие. — М.: Географический факультет МГУ, 2008. — 158 с.
136. Норберг-Шульц К. Жизнь имеет место /пер. с англ. В.И. Иовлева // Известия высших учебных заведений. Architecton. — 1995. — № 1, 2. — С. 24–31.
137. Основи на геологията на България // Годишник на Дирекцията за геоложки и минни проучвания / под ред. Е.Л. Коен. — София, 1946. — Отдел А, Т. 4. — 447 с.
138. Павлова А.И. Анализ методов интерполирования высот точек для создания цифровой модели местности // Автометрия. — 2017. — Т. 53, № 2. — С. 86–94.
139. Пенин Р. Природна география на България. — С.: Булвест 2000, 2007. — 236 с.
140. Пенков М., Димитрова Ю., Христов И., Козарев Й. Ръководство по почвознание. — София: «Техника», 1981. — 204 с.
141. Пенков М., Донов В., Бояджиев Т., Андонов Т., Нинов Н., Йолевски М., Антонов Г., Генчева С. Класификация и диагностика на почвите в България във връзка със земеразделянето. — София: «Земиздат», 1992. — 151 с.
142. Пенчев П. Обща хидрология. 5-е изд. — София: Наука и изкуство, 1986. — 388 с.
143. Петров П. Ландшафтна структура // География на България. — София: Академично издателство «Проф. Марин Дринов», 1997. — С. 340–356.
144. Позаченюк Е.А., Петлюкова Е.А. ГИС-анализ морфометрических показателей рельефа Центрального Предгорья Главной гряды Крымских гор для целей ландшафтного планирования // Учёные записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. Серия: География. Геология. — 2016. — Т. 2(68), № 2. — С. 96–113.
145. Полякова Е.В., Гофаров М.Ю. Морфометрический анализ рельефа острова Вайгач по данным дистанционного зондирования Земли // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. — 2014. — Т. 11, № 1. — С. 226–234.
146. Понятие естественных препятствий в туризме и их классификация. — Белорусский государственный университет физической культуры, 2016. — URL: <https://studfile.net/preview/5411015/> (дата обращения: 20.12.2022).
147. Прокаев В.И. Основы ландшафтоведения и физико-географическое районирование. Часть II. — Свердловск: Издательство Свердловского государственного педагогического института, 1975. — 111 с.

148. Пузаченко Ю.Г., Дьяконов К.Н., Алещенко Г.М. Разнообразие ландшафта и методы его измерения // География и мониторинг биоразнообразия. — М.: Издательство НУМЦ, 2002. — С. 76–178.
149. Пузаченко Ю.Г., Котлов И.П., Сандлерский Р.Б.. Анализ изменений ландшафтного покрова по данным мультиспектральной дистанционной информации в Центральном-лесном заповеднике // Известия Российской академии наук. Серия географическая. — 2014. — № 3. — С. 5–18.
150. Пурдик Л.Н., Червяков В.А., Шибких А.А. Факторы и картографический анализ ландшафтного разнообразия территории Алтайского края // География и природные ресурсы. — 2008. — № 1. — С. 156–161.
151. Родоман Б.Б. Пейзаж России // Вопросы истории естествознания и техники. — 1993. — № 3. — С. 63–85.
152. Родоман Б.Б. Эстетика ландшафта // Наука о культуре. — М.: Российская государственная библиотека, 1995. — Вып. 3. — С. 4–18.
153. Розов Н.Н. Серые лесные почвы Европейской части СССР /Отв. ред. Ц. Стайков, В. Койнов// Почвы юго-восточной Европы. Материалы международного симпозиума по почвоведению. — С.: Издательство Болгарской АН, 1964. — С. 125–145.
154. Романова Э.П. Современные ландшафты Европы: учебное пособие. — М.: Издательство МГУ, 1997. — 308 с.
155. Ротанова И.Н., Васильева О.А. Оценка эстетической привлекательности ландшафтов проектируемого природного парка «Предгорье Алтая» с применением геоинформационных технологий // Наука и туризм: стратегии взаимодействия. — Барнаул: Издательство Алтайского университета, 2017. — Вып. 7(5). — С. 29–36.
156. Руководство пользователя Agisoft PhotoScan: Professional Edition // Agisoft LLC, 2018. — 136 с. — URL: [https://www.agisoft.com/pdf/photoscan-pro\\_1\\_4\\_ru.pdf](https://www.agisoft.com/pdf/photoscan-pro_1_4_ru.pdf) (дата обращения: 10.11.2021).
157. Рычагов Г.И. Общая геоморфология. — М.: Наука, 2006. — 416 с.
158. Светов С.А., Колесников Н.Г., Колесникова Н.В. Предпосылки организации геопарков в Республике Карелия // Современные проблемы сервиса и туризма. — 2016. — № 1. — С. 111–119.
159. Семенов-Тянь-Шанский В.П. Район и страна. — М.; Л.: Государственное издательство, 1928. — 311 с.
160. Симонов Ю.Г. Морфометрический анализ рельефа. — М.-Смоленск: Издательство СГУ, 1998. — 272 с.

161. Синица С.М., Вильмова Е.С. Научный туризм в геологических парках Забайкалья // Вестник ЗабГУ. — 2013. — № 11. — С. 37–47.
162. Слепокуров А.С. Геоэкологические и инновационные аспекты развития туризма в Крыму. — Симферополь: СОНАТ, 2000. — 100 с.
163. Соколов А.С. Ландшафтное разнообразие: теоретические основы, подходы и методы изучения // Геополитика и экогеодинамика регионов. — 2014. — Т. 10, № 1. — С. 208–213.
164. Соколов А.С. Картографический анализ региональных особенностей ландшафтного разнообразия Белоруссии // Псковский регионологический журнал. — 2016. — № 4 (28). — С. 59–70.
165. Станев С. Обща характеристика на климатичните условия в България. 1.3. Климатични области и райони в България // Климатът в България. — София: Издателство на БАН, 1991. — С. 53–89.
166. Стерлигова Е.А. Экологическая психология. Словарь-справочник: учебное пособие / Пермский государственный национальный исследовательский университет. — Пермь, 2012. — 124 с.
167. Стоянов Н., Стефанов Б., Китанов Б. Флора на България. — София: Наука и изкуство, 1966.
168. Супруненко Ю.П. Эстетическая оценка горно-рекреационных ресурсов // Проблемы региональной экологии. — 2006. — № 2. — С. 87–96.
169. Събев Л., Станев С. Климатичните райони на България и техният климат. — София: Земиздат, 1963. — 184 с.
170. Табунщик В.А. Глубина расчленения рельефа на территории Крымского полуострова // Материалы Международной конференции «ИнтерКарто. ИнтерГИС». Географические информационные системы и технологии. — 2020. — Т. 26. — С. 95–105.
171. Табунщик В.А., Петлюкова Е.А. Густота расчленения рельефа на территории Крымского полуострова // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Естественные науки, — 2019. — № 1(201). — С. 95–100.
172. Тарихазер С.А. Морфометрический анализ рельефа с помощью ArcGIS-технологий для оценки туристско-рекреационного потенциала Гобустана // Грозненский естественнонаучный бюллетень. — 2022. — Т. 7, № 1(27). — С. 55–64.
173. Хорошев А.В., Авессаломова И.А., Дьяконов К.Н., Иванов А.Н. и др. Теория и методология ландшафтного планирования / Отв. ред. К.Н. Дьяконов, А.В. Хорошев. — М.: Товарищество научных изданий КМК, 2019. — 444 с.
174. Теохаров М. Генетични и приложни класификации на почвите и земите в България. Българско почвоведско дружество. — София, 2019. — 214 с.

175. Теохаров М., Шишков Т., Христов Б., Филчева Е. Черноземите в България – систематика, особенности и проблемы // Черноземите в България. Научни трудове. — София: Българско почвоведско дружество, 2015. — С. 20–34.
176. Терентьева Л.Р. Критерии выделения и эстетическая оценка пейзажных комплексов (на примере Удмуртии) // Развитие географических исследований в Беларуси в XX–XXI веках. Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию Белорусского государственного университета, 60-летию кафедры физической географии и образовательных технологий, 100-летию со дня рождения профессора О. Ф. Якушко. — Минск: БГУ, 2021. — URL: <http://elibrary.udsu.ru/xmlui/bitstream/handle/123456789/20114/198.pdf?sequence=1> (дата обращения: 14.05.2022).
177. Тишков Х.С. Климатът на планинските райони в България. — София: Издателство на БАН, 1976. — 310 с.
178. Тодоров Н., Алексиев Т. Ландшафтни особености в района на Белоградчик // Проблеми на географията. — 2012. — Вып. 1-2. — С. 117–132.
179. Токарчук С.М. Выбор и обоснование показателей оценки природного разнообразия территории // Вестник Брестского университета. Серия 5: Химия. Биология. Науки о Земле. — 2014. — № 1. — С. 102–110.
180. Топлийски Д. Климат на България. — София: Фондация «Амстелс», 2006. — 364 с.
181. Тронков Д. Посока на теченията по измерванията на косата слоистост в червеноцветния теригенен комплекс (долен триас) от Белоградчишкия антиклинорий (СЗ България) // Известия на геологическия институт на БАН. — 1974. — № 23. — С. 25–30.
182. Тронков Д. Стратиграфия триасовой системы в части Западного Средногорья (Западная Болгария) // *Geologica Balcanica*. — 1981. — № 11. — Pp. 3–20.
183. Устав международной программы по геонаукам и геопаркам (МПГГ) // Conference: UNESCO. General Conference, 38<sup>th</sup>. — 2015. — 22 p. — URL: [https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000234539\\_rus](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000234539_rus) (дата обращения: 18.04.2020).
184. Федорцова Т.А. Методика эстетической оценки экскурсионных ресурсов (объектов и местностей): дис. ... канд. геогр. наук: 11.00.02/Федорцова Тамара Аркадьевна. — Минск: БГУ, 1985. — 175 с.
185. Филин В.А. Видеоэкология что для глаза хорошо, а что – плохо. — М.: Видеоэкология, 2006. — 512 с.
186. Фролова М.Ю. Оценка эстетических достоинств природных ландшафтов // Вестник Московского университета. Серия 5. География. — 1994. — № 2. — С. 27–33.

187. Ханина Л.Г., Смирнов В.Э., Бобровский М.В. Оценка видового разнообразия растительных сообществ заповедника «Калужские засеки» на основе индексов Шеннона и Симпсона и Чисел Хилла // Лесоведение. — 2016. — № 1. — С. 65–73.
188. Хворостухин Д.П., Сизова А.Д. Разработка методики оценки аттрактивности обзорной точки с использованием ГИС-технологий // Современные проблемы территориального развития. — 2017. — № 3. — С. 12–19.
189. Хрусталёв Ю.П. Эколого-географический словарь / науч. ред. Г.Г. Матишов. — Батайск: Издательство РГУ, 2000. — 198 с.
190. Хэзлитт У. Застольные беседы. — М.: Наука, 2010. — 685 с.
191. Цибульский В.Р., Арефьев С.П., Новиков В.П., Соловьев И.Г., Говорков Д.А. Определение индекса биоразнообразия Шеннона растительных сообществ, образованных деревьями-эдификаторами на примере лесов севера Западной Сибири // Вестник Нижневартского государственного университета. — 2021. — № 2 (54). — С. 32–39.
192. Черепанов А.С. Вегетационные индексы // Геоматика. — 2011. — № 2. — С. 98–102.
193. Черкашин А.К., Бибаева А.Ю. Пейзаж как отображение функционально-динамических свойств ландшафта // География и природные ресурсы. — 2013. — № 4. — С. 157–165.
194. Черных Д.В. Количественная оценка сложности и разнообразия ландшафтного покрова Русского Алтая // Известия Алтайского государственного университета. — 2011. — № 3–2(71). — С. 60–65. I
195. Чижова В.П., Набережная Ю.Ю. Геологические объекты в сфере экологического просвещения посетителей ООПТ // Устойчивое развитие особо охраняемых природных территорий. Том 4: Сборник статей IV Всероссийской научно-практической конференции. — ГКУ КК Природный орнитологический парк в Имеретинской низменности, Дониздат Сочи, 2017. — Т. 4. — С. 283–291.
196. Шеремет Э.А. Регулирование туризма и отдыха в геопарках азиатских стран // Туризм и рекреация: фундаментальные и прикладные исследования. Труды XIV Международной научно-практической конференции. — М.: АНО Диалог культур, 2019. — Т. 86. — С. 531–536.
197. Шеремет Э.А., Дехнич В.С., Калуцкова Н.Н. Возможности применения ГИС-технологий для оценки визуальных свойств ландшафтов при организации геопарков // Известия Русского географического общества. — 2020. — Т. 152, № 6. — С. 69–78.
198. Эрингис К.И., Будрюнас А.-Р.А. Сущность и методика детального эколого-эстетического исследования пейзажей // Экология и эстетика ландшафта. — Вильнюс: Минтис, 1975. — С. 107–160.

- 199.Эрингис К.И., Будрюнас А.-Р.А. Карта эстетических ресурсов ландшафта Литвы и принципы ее составления // Экология и эстетика ландшафта. — Вильнюс: Минтис, 1975. — С. 184–195.
- 200.Aoki Y. Landscape appreciation reported at the Conference of Japan Geoscience Union 2013 in term of Landscape Experience // Journal of Environmental Information Science. — 2014. — Vol. 42, No. 5. — Pp. 111–118.
- 201.Appleton J. The experience of landscape. — Chichester, New York: John Wiley&Sons, 1986. — 293 p.
- 202.Appleton J. Running before we can walk: are we ready to map “beauty”? // Landscape Research. — 1994. — Vol. 19. — Pp. 112–119.
- 203.ArcGIS Desktop. Ресурсы для ArcMap. — URL: <https://desktop.arcgis.com/ru/arcmap/> (дата обращения: 10.11.2020).
- 204.Artinova N. Humus status soils in Bulgaria // Soil Organic Matter and Fertility of Soils in Bulgaria // Bulgarian Humic Substances Society. — 2014. — Pp. 29–74.
- 205.Artinova N., Gurov G. Organic matter in some mountain-meadow and brown forest soils // International meeting on classification and management of soils in mountain regions. — 1985. — Pp. 203–210.
- 206.Banse E. Landschaft und Seele: neue Wege der Untersuchung und Gestaltung. — München und Berlin: R. Oldenburg, 1928. — 469 p.
- 207.Birch C.P.D., Oom S.P., Beecham J.A. Rectangular and hexagonal grids used for observation, experiment and simulation in ecology // Ecological Modelling. — 2007. — Vol. 206, Iss. 3–4. — Pp. 347–359.
- 208.Birkhoff G. Aesthetic measure. — Cambridge: Harvard University Press, 1933. — 292 p.
- 209.Bocheva L., Malcheva K. Climatological assessment of extreme 24-hour precipitation in Bulgaria during the period 1931–2019 // In Proceedings of the 20th International Multidisciplinary Scientific GeoConference Proceedings SGEM 2020. — 2020. — Vol. 20. — Pp. 357–364.
- 210.Bogdanov S., Savev S., Tsavkov E. Investigation on humus-carbonate soils in the Western Balkan Mountains foothill // Environmental Engineering and Environmental Protection. — 2015. — Vol. 15 (3). — Pp. 29–35.
- 211.Bourassa S.C. The aesthetic of landscape. — London, New York: Belhaven Press, 1991. — 174 p.
- 212.Brilha J. Inventory and Quantitative Assessment of Geosites and Geodiversity Sites: A Review // Geoheritage. — 2016. — Vol. 8. — Pp. 119–134.
- 213.Brocx M., Semeniuk V. Geoheritage and geoconservation – History, definition, scope and scale // Journal of the Royal Society of Western Australia. — 2007. — Vol. 90 (2). — Pp. 53–87.



214. Brocx M., Semeniuk V. *Geology: From Antiquity to Modern Day Geoheritage and Geoconservation, with Britain as a Case Study // From Geoheritage to Geoparks*. — 2015. — Pp. 35–53.
215. Burek C.V., Prosser C.D. *The history of geoconservation: An introduction // Geological Society London Special Publications*. — 2008. — Vol. 300 (1). — Pp. 1–5.
216. Carlson T., Ripley D. *On the relationship between fractional vegetation cover, leaf area index, and NDVI // Remote Sensing of Environment*. — 1997. — Vol. 62. — Pp. 241–252.
217. Cavur M., Duzgun H.S., Kemec S., Demirkan D.C. *Land use and land cover classification of Sentinel 2-A: St Petersburg case study // The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*. — 2019. — Vol. XLII-1/W2. с Pp. 13–16.
218. Ceccato P., Flasseb S., Tarantola S., Jacquemoud S., Gregoire J.M. *Detecting vegetation leaf water content using reflectance in the optical domain // Remote Sensing of Environment*. — 2001. — Vol. 77 (1). — Pp. 22–33.
219. Chmielewski S., Chmielewski T.J., Tompalski P. *Land cover and landscape diversity analysis in the West Polesie Biosphere Reserve // International Agrophysics*. — 2014. — Vol. 28. — Pp. 153–162.
220. Climate Data. *Климатические данные городов по всему миру*. — URL: <https://ru.climate-data.org> (дата обращения: 15.09.2021).
221. Cosgrove D. *Social formation and symbolic landscape (2nd ed.)*. — Madison: University of Wisconsin Press, 1998. — 332 p.
222. Cwiakala P., Kocierz R., Puniach E., Nedzka M., Mamczarz K., Niewiem W., Wiacek P. *Assessment of the possibility of using unmanned aerial vehicles (UAVs) for the documentation of hiking trails in Alpine areas // MDPI International Journal*. — 2017. — Vol. 18 (1). — Pp. 1–28.
223. Dai Y. *Exploring Metrics to Establish an Optimal Model for Image Aesthetic Assessment and Analysis // Journal of Imaging*. — 2022. — Vol. 8(4). — 16 p. — URL: <https://www.mdpi.com/2313-433X/8/4/85> (дата обращения: 15.02.2023).
224. Daniel T.C. *Whither scenic beauty? Visual landscape quality assessment in the 21st century // Landscape and Urban Planning*. — 2001. — V. 54. — Pp. 267–281.
225. Daniel T.C., Vining J. *Methodological issues in the assessment of landscape quality // Human Behavior and Environment*. — New York: Plenum Press, 1983. — Vol. 6. — Pp. 39–84.
226. Davari N., Jouri M.H., Ariapour A. *Comparison of Measurement Indices of Diversity, Richness, Dominance, and Evenness in Rangeland Ecosystem (Case Study: Jvaherdeh-Ramesar) // Journal of Rangeland Science*. — 2011. — Vol. 2, No. 1. — Pp. 390–398.
227. Davoudi S., Brooks E. *Landscape quality: A rapid review of the evidence*. — London: Newcastle University, 2019. — 54 p. — URL:

- [https://eprints.ncl.ac.uk/file\\_store/production/262854/175FC295-9E87-490A-A1DA-BEE830D22B12.pdf](https://eprints.ncl.ac.uk/file_store/production/262854/175FC295-9E87-490A-A1DA-BEE830D22B12.pdf) (дата обращения: 18.02.2022).
228. Dearden P. Public participation and scenic quality analysis // *Landscape Planning*. — 1981. — Vol. 8, Iss. 1. — Pp. 3–19.
229. Dowling R.K. Geotourism's contribution to sustainable tourism // *The Practice of Sustainable Tourism: Resolving the paradox*. — London: Routledge, 2015. — Pp. 207–227.
230. Ellis N. The Geological Conservation Review (GCR) in Great Britain – Rationale and methods // *Proceedings of the Geologists Association*. — 2011. — Vol. 122 (3). — Pp. 353–362.
231. European Geopark Network. — 2013. — URL: <http://www.europeangeoparks.org/> (дата обращения: 15.07.2024).
232. Ewers R.M., Didham R.K., Wratten S.D., Tylianakis J.M. Remotely sensed landscape heterogeneity as a rapid tool for assessing local biodiversity value in a highly modified New Zealand landscape // *Biodiversity and Conservation*. — 2005. — Vol. 14. — Pp. 1469–1485.
233. Filcheva E. Characteristics of soil organic matter of Bulgarian soils. — Lap Lambert Academic Publishing, 2015. — 184 p.
234. Fines K.D. Landscape evaluation: a research project in East Sussex // *Regional Studies*. — 1968. — Vol. 2 (1). — Pp. 41–55.
235. Florinsky I.V. Digital terrain analysis in soil science and geology. — Amsterdam: Academic Press, 2016. — 486 p.
236. Foose R.M., Manheim F. Geology of Bulgaria: a Review // *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*. — 1975. — Vol. 59. — Pp. 303–335.
237. Fourie R. Applying GIS in the evaluation of landscape aesthetics // Thesis. Master of arts Geography and Environmental Studies. — Stellenbosch, 2005. — 70 p.
238. Frank S., Furst C., Koschke, L., Witt A., Makeschin F. Assessment of Landscape Aesthetics – Validation of a Landscape Metrics-Based Assessment by Visual Estimation of the Scenic Beauty // *Ecological Indicators*. — 2013. — Vol. 32. — Pp. 222–231.
239. Gao B.C. NDWI – a Normalized Difference Water Index for Remote Sensing of Vegetation Liquid Water from Space // *Remote Sensing of Environment*. — 1996. — Vol. 58 (3). — Pp. 257–266.
240. Ghani K.A., Leman M.S., Komoo I. Sustainable tourism and geoparks // *Third Asia Pacific Geoparks Network Symposium, For the Innovation of the APGN*. — Jeju Island, South Korea, 7-13 September. — 2013.
241. Gibson J.J. Ecological approach to visual perception. — Boston: Houghton Mifflin, 1979. — 332 p.

242. Gilg A.W. A critique of Linton's method of assessing scenery as a natural resource // *Scottish Geographical Magazine*. — 1974. — Vol. 90 (2). — Pp. 125–129.
243. Global Geoparks Network. What is a UNESCO Global Geopark? — URL: <http://www.globalgeopark.org/aboutGGN/6398.htm> (дата обращения: 15.09.2021).
244. Gobster P.H. An ecological aesthetic for forest landscape management // *Landscape Journal*. — 1999. — Vol. 18 (1). — Pp. 54–64.
245. Hackney C., Clayton A. Unmanned aerial vehicles (UAVs) and their application in geomorphic mapping // *Geomorphological Techniques*. — 2015. — Chap. 1, Sec. 1.7. — Pp. 1–12.
246. Hagos M., Nyssen J., Amare K., Poesen J. Geosites, Geoheritage, Human-Environment Interactions, and Sustainable Geotourism in Dogu'a Tembien // *Geo-trekking in Ethiopia's Tropical Mountains*. — 2019. — Pp. 3–27.
247. Hermosilla T., Wulder M.A., White J.C., Coops N.C. Land cover classification in an era of big and open data: Optimizing localized implementation and training data selection to improve mapping outcomes // *Remote Sensing of Environment*. — 2022. — Vol. 268. — 17 p.
248. Herrera-Franco G., Carrion-Mero P., Montalvan-Burbano N., Caicedo-Potosi J., Berrezueta E. Geoheritage and Geosites: A Bibliometric Analysis and Literature Review // *Geosciences*. — 2022. — Vol. 12(169). — 23 p. — URL: <https://www.mdpi.com/2076-3263/12/4/169> (дата обращения: 05.02.2023).
249. Horning N. Land cover classification methods // *American Museum of Natural History, Center for Biodiversity and Conservation*. — 2004. — 21 p. — URL: [https://www.amnh.org/content/download/74344/1391366/file/LandCoverClassification\\_Final.pdf](https://www.amnh.org/content/download/74344/1391366/file/LandCoverClassification_Final.pdf) (дата обращения: 10.11.2021).
250. Howley P. Landscape aesthetics: Assessing the general public's preferences towards rural landscapes // *Ecological Economics*. — 2011. — Vol. 72. — Pp. 161–169.
251. Hristov B., Filcheva E. Soil organic matter content and composition in different pedoclimatic zones of Bulgaria // *Eurasian Journal of Soil Science*. — 2017. — Vol. 6 (1). — Pp. 65–74.
252. Hristov B., Kirilov I., Pavlov P. Soil organic matter composition of forest Rendzinas in West Bulgaria // *Eurasian Journal of Soil Science*. — 2021. — Vol. 10 (4). — Pp. 320–326.
253. Hristov B., Nikova I., Andreeva N. Fertility of soils over loess in the Danubian plain // *Bulgarian Journal of Soil Science*. — 2017. — Vol. 2. — Pp. 123–132.
254. Hristov B., Petkova Z., Teoharov M. Chemical and Agrochemical Characteristic of Regosols from Danube Plain // *Soil Science, Agrochemistry and Ecology*. — 2009. — Vol. 1. — Pp. 62–69.
255. International association for the conservation of geological heritage. — 2021. — URL: <http://www.progeo.ngo/history.html/> (дата обращения: 15.10.2021).

256. IUSS Working Group WRB. World Reference Base for Soil Resources. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. 4th edition [Электронный ресурс]. — International Union of Soil Sciences (IUSS). — Vienna, 2022. — 234 p. — URL: [https://eurasian-soil-portal.info/wp-content/uploads/2022/07/wrb\\_fourth\\_edition\\_2022-3.pdf](https://eurasian-soil-portal.info/wp-content/uploads/2022/07/wrb_fourth_edition_2022-3.pdf) (дата обращения: 12.09.2022).
257. Jackson J.B. Discovering the Vernacular Landscape. — New Haven, Yale University Press, 1984. — 180 p.
258. Jacobs M.H. Psychology of the visual landscape // Research in Urbanism Series. — 2011. — Vol. 2. — Pp. 41–54.
259. Jiang Z., Huete A., Chen J., Chen Y., Li J., Yan G., Zhang X. Analysis of NDVI and scaled difference vegetation index retrievals of vegetation fraction // Remote Sensing of Environment. — 2006. — Vol. 101. — Pp. 366–378.
260. Jimenez-Munoz J.C., Sobrino J.A., Plaza A., Guanter L., Moreno J., Martinez P. Comparison between fractional vegetation cover retrievals from Vegetation Indices and Spectral Mixture Analysis: Case Study of PROBA/CHRIS Data Over an Agricultural Area // Sensors. — 2009. — Vol. 9 (2). — Pp. 768–793.
261. Johnson B, Tateishi R., Kobayashi T. Remote Sensing of Fractional Green Vegetation Cover Using Spatially-Interpolated Endmembers // Remote Sensing. — 2012. — Vol. 4 (9). — Pp. 2619–2634.
262. Jolliffe I.T., Cadima J. Principal component analysis: a review and recent developments // Philosophical Transactions. Series A, Mathematical, Physical, and Engineering Sciences. — 2016. — Vol. 374, Iss. 2065. — URL: <https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rsta.2015.0202> (дата обращения: 08.10.2022).
263. Jones C. History of Geoparks // Geological Society London Special Publications. — 2008. — Vol. 300 (1). — Pp. 273–277.
264. Jorgensen A. Beyond the view: Future directions in landscape aesthetics research // Landscape and urban planning. — 2011. — Vol. 100. — Pp. 353–355.
265. Jurasinski G., Beierkuhnlein C. Spatial Patterns of Biodiversity—Assessing Vegetation Using Hexagonal Grids // Biology & Environment Proceedings of the Royal Irish Academy. — 2006. — Vol. 106(3). — Pp. 401–411.
266. Justus J. A case study in concept determination: ecological diversity // Handbook of The Philosophy of Science: Philosophy of Ecology. — San Diego: North Holland, 2011. — Pp. 147–168.
267. Kane P.S. Assessing Landscape Attractiveness: A Comparative Test of Two New Methods // Applied Geography. — 1981. — Vol. 1(2). — Pp. 77–96.

268. Kaplan S. Aesthetics, Affect, and Cognition: Environmental Preference from an Evolutionary Perspective // *Environment and Behavior*. — 1987. — Vol. 19 (1). — Pp. 3–32.
269. Kaplan S. Perception and landscape: conceptions and misconceptions // *Environmental Aesthetics: Theory, Research and Applications*. — Cambridge: Cambridge University Press, 1992. — Pp. 45–55.
270. Keever P.J.M., Zouros N., Patzak M., Weber J. The UNESCO global network of national geopark // *Geotourism: the tourism of geology and landscape*. — Oxford: Good Fellow Publishers, 2010. — Chap. 17. — Pp. 221–230.
271. Kent R.L. Attributes, features and reasons for enjoyment of scenic routes: a comparison of experts, residents, and citizens // *Landscape research*. — 1993. — Vol. 18(2). — Pp. 92–102.
272. Kolchakov I., Rousseva S., Georgiev B., Stoychev D. Soil Survey and Soil Mapping in Bulgaria // *European Soil Bureau – Research Report No. 9 (ESB-RR9)*. — 2005. — Pp. 83–87.
273. Lee S.Y., Du C., Chen Z., Wu H., Guan K., Liu Y., Cui Y., Li W., Fan Q., Liao W. Assessing safety and suitability of old trails for hiking using ground and drone surveys // *ISPRS International Journal of Geo-Information*. — 2020. — Vol. 9 (4). — Pp. 1–17.
274. Li F., Kustas W., Preuger J., Neale C., Jackson T. Utility of remote sensing-based two-source balance model under low- and high-vegetation cover conditions // *Journal of Hydrometeorology*. — 2005. — Vol. 6. — Pp. 878–891.
275. Li Z., Wang K., Ma H., Wu Y. An Adjusted Inverse Distance Weighted Spatial Interpolation Method // *Advances in Computer Science Research*. — 2018. — Vol. 65. — Pp. 128–132.
276. Linton D.L. The assessment of scenery as a natural resource // *Scottish Geographical Magazine*. — 1968. — Vol. 84 (3). — Pp. 219–238.
277. Liu S., Deng W., Yu Y. Application of UAV oblique photograph modeling technology in mountain tourism planning // *3rd International Symposium on Electronics, Electrical Engineering, Manufacturing and Systems (EEEMS 2018)*. — UK: Francis Academic Press, 2018. — Pp. 240–245.
278. Lothian A. Landscape and the Philosophy of Aesthetics: Is Landscape Quality Inherent in the Landscape or in the Eye of the Beholder? // *Landscape and Urban Planning*. — 1999. — Vol. 44 (4). — Pp. 177–198.
279. Lowenthal D. Finding valued landscapes // *Progress in Human Geography*. — 1978. — Vol. 2, Iss. 3. — Pp. 373–418.
280. Lowenthal D. *European and English Landscapes and National Symbols*. — Hoboken: Blackwell Publishers, 1994. — 404 p.
281. Lu G.Y., Wong D.W. An adaptive inverse-distance weighting spatial interpolation technique // *Computers & Geosciences*. — 2008. — Vol. 34, Iss. 9. — Pp. 1044–1055.

282. Malcheva K. Climatology of intense rainfall in Bulgaria in the recent decades // *Bulgarian Journal of Meteorology and Hydrology*. — 2017. — Vol. 22. — Pp. 27–40.
283. Marinova T., Malcheva K., Bocheva L., Trifonova L. Climate profile of Bulgaria in the period 1988–2016 and brief climatic assessment of 2017 // *Bulgarian Journal of Meteorology and Hydrology*. — 2017. — Vol. 22. — Pp. 2–15.
284. Martin B., Ortega E., Otero I., Arce R.M. Landscape character assessment with GIS using map-based indicators and photographs in the relationship between landscape and roads // *Journal of Environmental Management*. — 2016. — Vol. 180. — Pp. 324–334.
285. Meinig D.W. The beholding eye: ten versions of the same scene // *The Interpretation of Ordinary Landscapes: Geographical Essays*. — Oxford University Press, 1979. — Pp. 33–48.
286. Mirghaed F.A., Mohammadzadeh M., Salmanmahiny A., Mirkarimi S.H. Assessing the interactions between landscape aesthetic quality and spatial indices in Gharasoo watershed, North of Iran // *International Journal of Environmental Science and Technology*. — 2020. — Vol. 17 (1). — Pp. 231–242.
287. Moss M.R., Nickling W.G. Landscape evaluation in environmental assessment and land use planning // *Environmental Management*. — 1980. — Vol. 4 (1). — Pp. 57–72.
288. Moura P., Garcia M., Brilha J.B., Amaral W.S. Conservation of geosites as a tool to protect geoheritage: the inventory of Ceará Central Domain, Borborema Province – NE/Brazil // *Earth Sciences. Anais da Academia Brasileira de Ciencias*. — 2017. — Vol. 89(4). — Pp. 2625–2645.
289. Muir J. *The Mountains of California*. — Kessinger Publishing, LLC, 1894. — 394 p.
290. Muir R. *The Aesthetic Approach to Landscape* // *Approaches to Landscape*. — 1999. — Pp. 244–270.
291. Mulya H., Santosa Y., Hilwan I. Comparison of four species diversity indices in mangrove community // *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*. — 2021. — Vol. 22, No. 9. — Pp. 3648–3655.
292. Mundher R., Abu Bakar S., Maulan S., Yusof M.J.M., Al-Sharaa A., Aziz A., Gao H. Aesthetic Quality Assessment of Landscapes as a Model for Urban Forest Areas: A Systematic Literature Review // *Forests*. — 2022. — Vol. 13(7). — 22 p. — URL: <https://www.mdpi.com/1999-4907/13/7/991> (дата обращения: 15.02.2023).
293. Murtha T.M., Broadbent E.N., Golden C., Scherer A., Schroder W., Wilkinson B., Zambrano A.A. Precision Drone Lidar Survey of Ancient Maya Settlement and Landscape // *Latin American Antiquity*. — 2019. — Vol. 30 (3). — Pp. 630–636.
294. Nasar J.L. *Environmental Aesthetics: theory, research and applications* // New York: Cambridge University Pres. — 1988. — Vol. 13 (4). — 533 p.

295. Nash R. *Wilderness and the American Mind*. 3rd ed. — New Haven, CT: Yale University Press, 1982. — 426 p.
296. Nathan H. Schumaker N.H., Brookes A. HexSim: a modeling environment for ecology and conservation // *Landscape Ecology*. — 2018. — Vol. 33. — Pp. 197–211.
297. NextGIS. Набор векторных геоданных. — URL: <https://data.nextgis.com/ru/region/BG/base/> (дата обращения: 15.03.2020).
298. Ode A., Fry G., Tveit M.S., Messenger P., Miller D. Indicators of perceived naturalness as drivers of landscape preference // *Journal of Environmental Management*. — 2009. — Vol. 90 (1). — Pp. 375–383.
299. Ode A., Hagerhall C., Sang N. Analysing Visual Landscape Complexity: Theory and Application // *Landscape Research*. — 2010. — Vol. 35 (1). — Pp. 111–131.
300. Ode A., Tveit M., Fry G. Capturing landscape visual character using indicators: Touching base with landscape aesthetic theory // *Landscape Research*. — 2008. — Vol. 33. — Pp. 89–117.
301. Othman J. Assessing scenic beauty of nature-based landscapes of Fraser's Hill // *Procedia Environmental Sciences*. — 2015. — Vol. 30. — Pp. 115–120.
302. Palmer J.F. The contribution of a GIS-based landscape assessment model to a scientifically rigorous approach to visual impact assessment // *Landscape Urban Planning*. — 2019. — Vol. 189. — Pp. 80–90.
303. Pasquale G., Livia S. Biocultural diversity in the traditional landscape of Vallecorsa // *Biodiversity and Conservation*. — 2022. — Vol. 31. — Pp. 2373–2396.
304. Peng Y., Fan M., Song J., Cui T., Li R. 1. Assessment of plant species diversity based on hyperspectral indices at a fine scale // *Scientific Reports*. — 2018. — Vol. 8. — URL: <https://www.nature.com/articles/s41598-018-23136-5>.
305. Penning-Rowsell E.C., Hardy D.I. Landscape evaluation and planning policy: A comparative survey in the Wye Valley Area of Outstanding Natural // *Regional Studies: The Journal of the Regional Studies Association*. — 1973. — Vol. 7. — Pp. 153–160.
306. Penning-Rowsell E.C. Assessing the validity of landscape evaluations // *Landscape Research*. — 1981. — Vol. 6 (2). — Pp. 22–24.
307. Penning-Rowsell E.C. A public preference evaluation of landscape quality // *Regional Studies*. — 1982. — Vol. 16 (2). — Pp. 97–112.
308. Penning-Rowsell E.C., Lowenthal D. *Landscape Meanings and Values*. — London, 1986. — 156 p.
309. Petkova N., Brown R., Koleva E., Alexandrov V. Snow Cover Changes in Bulgarian Mountainous Regions, 1931–2000 // *Croatian Meteorological Journal*. — 2005. — Vol. 40. — Pp. 662–665.

310. Petrova A., Vladimirov V. Balkan endemics in the Bulgarian flora // *Phytologia Balcanica*. — 2010. — Vol. 16 (2). — Pp. 293–311.
311. Popelkova R., Dusek R. Theoretical view of the Shannon index in the evaluation of landscape diversity // *Acta Universitatis Carolinae. Geographica*. — 2017. — Vol. 47 (5). — Pp. 5–13.
312. Porshnov D., Burlakovs J., Kriipsalu M., Pilecka J., Grinfelde I., Jani Y., Hogland W. Geoparks in cultural and landscape preservation context // *Rural and environmental engineering*. — 2019. — Vol. 1. — Pp. 154–159.
313. Ramezani H. A Note on the Normalized Definition of Shannon's Diversity Index in Landscape Pattern Analysis // *Environment and Natural Resources Research*. — 2012. — Vol. 2, No. 4. — Pp. 54–60.
314. Rechtmann O. Visual perception of agricultural cultivated landscapes: key components as predictors for landscape preferences // *Landscape Research*. — 2013. — Vol. 38 (3). — Pp. 273–294.
315. Reu J.D., Bourgeois J., Bats M., Zwertvaegher A., Gelorini V., Smedt P.D., Chu W., Maeyer P.D., Finke P., Meirvenne M.V., Verniers J., Crombe P. Application of the topographic position index to heterogeneous landscapes // *Geomorphology*. — 2013. — Vol. 186. — Pp. 39–39.
316. Roth M., Gruehn D. Visual landscape assessment for large areas – using GIS, internet surveys and statistical methodologies in participatory landscape planning or the federal state of mecklenburg-western Pomerania, Germany // *Proceedings of the Latvian Academy of Sciences, Section A: Human and Social Sciences*. — 2012. — Pp. 129–142.
317. Rouse J.W., Haas R.H., Schell J.A., Deering D.W. Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS // *In 3rd ERTS-1 Symposium, NASA Special Publication*. — 1974. — Vol. 1., Sect. A. — Pp. 309–317.
318. Rousseva S., Lazarov A., Stefanova V., Malinov I. Soil erosion risk assessments using GIS technologies // *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. — 2016. — Vol. 22 (2). — Pp. 205–208.
319. Ruban D.A. Geodiversity as a precious national resource: A note on the role of geoparks // *Resources Policy*. — 2017. — Vol. 53. — Pp. 103–108.
320. Sahraoui Y., Clauzel C., Foltete J.-C. A metrics-based approach for modeling covariation of visual and ecological landscape qualities // *Ecological Indicators*. — 2021. — Vol. 123. — Pp. 1–12.
321. Santayana G. *The Sense of Beauty* [Электронный ресурс]. — New York: Scribners, 1896. — 167 p. — URL: <https://santayana.iupui.edu/wp-content/uploads/2017/11/George-Santayana-The-Sense-of-Beauty.pdf> (дата обращения: 15.05.2021).



322. Shannon C.E. A mathematical theory of communication // The Bell System Technical Journal. — 1948. — Vol. 27. — Pp. 379–423.
323. Shannon C.E., Weaver W. The mathematical theory of communication. — University of Illinois Press, 1964. — 125 p.
324. Shishkov T., Kolev N. The soils of Bulgaria. — World Soils Book Series (WSBS). — N.Y.–L.: Springer, 2014. — 208 p.
325. Shishkov T. Bulgarian soil classification issues of correlation and harmonization with the international soil classification systems // Bulgarian Journal of Agricultural Science. — 2019. — Vol. 25 (4). — Pp. 795–803.
326. Sibson R. A Brief description of natural neighbor interpolation // Interpolating multivariate data. New York: John Wiley & Sons. — 1981. — Chap. 2. — Pp. 21–36.
327. Simonic T. Preference and perceived naturalness in visual perception of naturalistic landscapes // Biotechnical Faculty University of Ljubljana. — 2003. — Vol. 81(2). — Pp. 369–387.
328. Sinnyovsky D. Geoconservation and geological heritage of Bulgaria // Review of the Bulgarian Geological Society. — 2011. — Vol. 72. — Pp. 99–110.
329. Sinnyovsky D. Geopark Belogradchik rocks – priority of the Bulgarian geoconservation // International Multidisciplinary Scientific GeoConference (SGEM 2011). — 2011. — Vol. 3. — Pp. 389–396.
330. Sinnyovsky D. Belogradchik rocks – a remarkable combination of natural, historical and cultural landmarks // Annual of the University of mining and geology “St. Ivan Rilski”. Part 1. Geology and Geophysics. — 2012. — Vol. 55. — Pp. 50–55.
331. Soil Atlas of Europe. — European Soil Bureau Network. — Luxembourg: European Communities, 2005. — 128 p. — URL: [https://esdac.jrc.ec.europa.eu/Projects/Soil\\_Atlas/Download/Atlas.pdf](https://esdac.jrc.ec.europa.eu/Projects/Soil_Atlas/Download/Atlas.pdf) (дата обращения: 25.10.2022).
332. Sowinska-Swierkosz B., Chmielewski T. Comparative Assessment of Public Opinion on the Landscape Quality of Two Biosphere Reserves in Europe // Environmental Management. — 2014. — Vol. 54. — Pp. 531–556.
333. Swaffield S.R., McWilliam W.J. Landscape aesthetic experience and ecosystem services // Ecosystem services in New Zealand. — 2013. — Pp. 349–362.
334. Tashev A. Plant Biodiversity in the Forest Fund and its Preservation // Sustainable Management of the Forests in Bulgaria – Criteria and Indicators. — Sofia, 1999. — Pp. 71–97.
335. Taylor K., Lennon J. Managing Cultural Landscapes. — London, 2012. — 400 p.

336. Teh M.Z., Pugi N.A., Abdullah M., Rahman N.A. Visual Landscape Assessment: A method for analysing and planning for landscape structure // *Asian Journal of Quality of Life*. — 2018. — Vol. 3 (14). — Pp. 33–40.
337. Tieskens K.F., Van Zanten B.T., Schulp C.J.E., Verburg P.H. Aesthetic appreciation of the cultural landscape through social media: An analysis of revealed preference in the Dutch river landscape // *Landscape and Urban Planning*. — 2018. — Vol. 177. — Pp. 128–137.
338. Toadvine T. *Ecological Aesthetics // Handbook of Phenomenological Aesthetics*. — Berlin: Springer, 2010. — Pp. 85–91.
339. Torlay R., Nolasco M., Castro P. Analysis of quantitative methods for geodiversity in Chapada Diamantina, Bahia, Brazil // *Boletim de Ciencias Geodesicas*. — 2022. — Vol. 28, No. 3. — URL: <https://www.redalyc.org/journal/3939/393972809004/html/>
340. Tronkov D. Belogradchik Rock Sculptures – a child of erosional power of nature and of geological controls // *Geologica Balcanica. Geological Heritage of Europe*. — 1998. — Vol. 28 (3-4). — Pp. 153–158.
341. Tronkov D., Sinnyovsky D. Belogradchik rocks, Bulgaria: Geological setting, Genesis and Geoconservation value // Springer, *Geoheritage*. — 2012. — Vol. 4 (3). — Pp. 153–164.
342. Tuan Y.-F. *Topophilia: A Study of Environmental Perception, Attitudes and Values*. — Englewood Cliffs, NJ.: Prentice-Hall, 1974. — 260 p.
343. Turner J.R. Applications of Landscape Evaluation: A Planner's View // *Transactions of the Institute of British Geographers*. — 1975. — No. 66. — Pp. 156–161.
344. Ulrich R.S. Visual landscape preference: a model and application // *Man-Environment Systems*. — 1977. — Vol. 7. — Pp. 279–293.
345. UNESCO Global Geoparks (UGGp). — 2021. — URL: <https://en.unesco.org/global-geoparks> (дата обращения: 10.09.2021).
346. USGS. Science for a changing world. — URL: <https://earthexplorer.usgs.gov/> (дата обращения: 16.05.2021)
347. Vargues P., Loures L. Using Geographic Information Systems in Visual and Aesthetic Analysis: the case study of a golf course in Algarve // *WSEAS transactions on environment and development*. — 2008. — Vol. 4, Iss. 9. — Pp. 774–783.
348. Vassilev K., Apostolova I. Bulgarian steppic vegetation – an overview // *Steppenlebensraume Europas – Gefahrung, Erhaltungsmaßnahmen und Schutz*. — 2013. — Pp. 191–200.
349. Velchev V. Floral and plant biodiversity on calcareous terrains in Bulgaria // *Phytologia Balcanica*. — 1998. — V. 4 (1–2). — Pp. 81–92.
350. Velikov V., Stoyanova M. Landscapes and Climate of Bulgaria // *Biogeography and Ecology of Bulgaria*. — 2007. — Vol 82. — Pp. 589–607.

351. Walz U. Landscape Structure, Landscape Metrics and Biodiversity // *Living Reviews in Landscape Research*. — 2011. — Vol. 5. — 35 p.
352. Wang J., Liu S., Li X., Xiao Y., Scheuer B., Zhao P. Analysis on Temporal and Spatial Evolution of UNESCO Global Geoparks and Impact Factors // *Geoheritage*. — 2022. — Vol. 105. — 14 p.
353. Wannop U.A. An Objective Strategy. The Coventry- Solihull-Warwickshire Sub-Regional Study // *Journal of the Royal Town Planning Institute*. — 1972. — Vol. 58, No. 4. — Pp. 159–167.
354. Wilks D.S. Principal Component (EOF) Analysis // *International Geophysics*. — 2011. — Vol. 100. — Pp. 519–562.
355. Williams A.T., Lavallo C.D. Coastal Landscape Evaluation and Photograph // *Journal of Coastal Research*. — 1990. — Vol. 6, No. 4. — Pp. 1011–1020.
356. Wu Y., Bishop I., Hossain H., Sposito V. Using GIS in landscape visual quality assessment // *Applied GIS*. — 2006. — Vol. 2, № 3. — Pp. 18.1–18.20.
357. Yang B.E., Kaplan R. The perception of landscape style: a cross-cultural comparison // *Landscape and Urban Planning*. — 1990. — Vol. 19. — Pp. 251–262.
358. Yang D., Luo T., Lin T., Qui Q., Luo Y. Combining aesthetic with ecological values for landscape sustainability // *PLOS ONE. Environmental Science*. — 2014. — Vol. 9 (7). — URL: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0102437>
359. Zhang J. Interpretation of the criteria of UNESCO Global Geopark // *Geological Review*. — 2020. — Vol. 66(4). — Pp. 874–880.
360. Zhang X., Xu D., Zhang N. Research on Landscape Perception and Visual Attributes Based on Social Media Data – A Case Study on Wuhan University // *Applied Sciences. Optimization and Simulation Techniques for Transportation*. — 2022. — Vol. 12 (16). — 18 p.
361. Zhao J., Wang L., Yang H., Wu P., Wang B., Pan C., Wu Y. A Land Cover Classification Method for High-Resolution Remote Sensing Images Based on NDVI Deep Learning Fusion Network // *Remote Sensing*. — 2022. — Vol. 14(21). — 19 p.
362. Zube E.H. Themes in Landscape Assessment Theory // *Landscape Journal*. — 1984. — Vol. 3 (2). — Pp. 104–110.
363. Zube E.H., Sell J.L., Taylor L.G. Landscape Perception: Research, Application and Theory // *Landscape and Urban Planning*. — 1982. — Vol. 9. — Pp. 1–33.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

**Прил. 1. Результаты оценки 15 эстетических показателей в ходе полевых исследований, в баллах (авторская оценка)**

№	Эстетические показатели	Обзорные точки, №								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Глубина и разнообразие перспектив	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2	Многоплановость	3	3	2	2	3	3	2	3	1
3	Поясность	2	2	2	1	2	2	1	2	1
4	Ненарушенность	1	1	2	1	2	1	1	2	2
5	Наличие водных объектов	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	Обилие горных вершин	4	3	4	3	4	3	3	4	2
7	Обилие горных вершин на ЛГ	3	3	2	2	3	2	1	3	3
8	Обилие останцов	3	4	2	3	3	2	2	2	2
9	Обилие залесенных горных вершин	3	4	3	2	3	2	2	3	3
10	Общая лесистость пейзажа	3	3	3	3	3	3	3	3	3
11	Обилие различных древостоев	2	2	2	2	3	2	2	3	1
12	Оптимальное количество открытых пространств	4	4	4	4	4	4	4	4	3
13	Неурбанизированность	1	1	1	2	2	2	2	2	2
14	Оптимальное количество антропогенных объектов	4	4	4	4	4	4	4	4	3
15	Силуэтность антропогенных объектов на ЛГ	4	4	4	4	4	4	4	4	3
<b>Общий балл:</b>		<b>39</b>	<b>40</b>	<b>37</b>	<b>35</b>	<b>42</b>	<b>36</b>	<b>33</b>	<b>41</b>	<b>31</b>

**Прил. 2. Результаты оценки 15 эстетических показателей с использованием геоинформационных алгоритмов, в баллах (авторская оценка)**

№	Эстетические показатели	Обзорные точки, №								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Глубина и разнообразие перспектив	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2	Многоплановость	3	3	3	3	3	3	3	3	2
3	Поясность	3	3	2	2	3	3	2	3	2
4	Ненарушенность	1	1	2	1	2	2	1	2	2
5	Наличие водных объектов	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	Обилие горных вершин	3	3	4	3	4	4	3	4	2
7	Обилие горных вершин на ЛГ	3	3	2	2	3	2	2	3	2
8	Обилие останцов	4	4	2	3	3	2	3	2	2
9	Обилие залесенных горных вершин	4	4	3	3	4	2	2	3	2
10	Общая лесистость пейзажа	3	3	3	3	3	3	3	2	3
11	Обилие различных древостоев	3	3	2	2	3	2	2	3	1
12	Оптимальное количество открытых пространств	3	3	4	4	4	4	4	4	3
13	Неурбанизированность	1	1	2	2	2	2	2	2	2
14	Оптимальное количество антропогенных объектов	4	4	4	4	4	4	4	4	3
15	Силуэтность антропогенных объектов на ЛГ	4	4	4	4	4	4	4	4	3
<b>Общий балл:</b>		<b>41</b>	<b>41</b>	<b>39</b>	<b>38</b>	<b>44</b>	<b>39</b>	<b>37</b>	<b>41</b>	<b>31</b>







**Прил. 3. Сравнение результатов оценки эстетических показателей в ходе полевых наблюдений с данными ГИС-оценки (авторская оценка)**

<b>№ обз. точки</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>
<b>Угол обзора</b>	Пан.	Пан.	Цирк.	Цирк.	Пан.	Цирк.	Цирк.	Пан.	Сект.
<b>(1) Глубина и разнообразие перспектив</b>									
Оценка в поле, балл	2	2	2	2	2	2	2	2	2
ГИС-оценка, балл	2	2	2	2	2	2	2	2	2
<b>(2) Многоплановость</b>									
Оценка в поле, кол.	3	3	3	2	3	4	3	3	2
<b>Балл</b>	3	3	2	2	3	3	2	3	1
ГИС-оценка, кол.	4	4	4	4	4	5	4	4	3
<b>Балл</b>	3	3	3	3	3	3	3	3	2
<b>(3) Поясность</b>									
Оценка в поле, кол.	5	5	6	4	6	6	5	6	3
<b>Балл</b>	2	2	2	1	2	2	1	2	1
ГИС-оценка, кол.	7	7	7	6	7	8	7	7	4
<b>Балл</b>	3	3	2	2	3	3	2	3	2
<b>(4) Ненарушенность</b>									
Оценка в поле, балл	1	1	2	1	2	1	1	2	2
ГИС-оценка, балл	1	1	2	1	2	2	1	2	2
<b>Доля, %</b>	5,6	5,7	2,7	3,5	1,2	3,0	6,6	0,5	0,4
<b>(5) Наличие водных объектов</b>									
Оценка в поле, балл	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ГИС-оценка, балл	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>(6) Обилие горных вершин</b>									
Оценка в поле, кол.	25	27	31	21	21	22	18	21	12
<b>Балл</b>	4	3	4	3	4	3	3	4	2
ГИС-оценка, кол.	27	30	32	25	24	26	22	22	15
<b>Балл</b>	3	3	4	3	4	4	3	4	2
<b>(7) Обилие горных вершин на линии горизонта</b>									
Оценка в поле, кол.	11	11	12	8	9	10	6	9	4
<b>Балл</b>	3	3	2	2	3	2	1	3	3
ГИС-оценка, кол.	12	12	15	10	10	11	8	11	7
<b>Балл</b>	3	3	2	2	3	2	2	3	2
<b>(8) Обилие останцов</b>									
Оценка в поле, кол.	14	19	10	18	10	11	13	7	8
<b>Балл</b>	3	4	2	3	3	2	2	2	2
ГИС-оценка, кол.	18	24	11	21	12	12	16	9	9
<b>Балл</b>	4	4	2	3	3	2	3	2	2

**Продолжение приложения 3.**









<b>(9) Обилие залесенных горных вершин</b>									
Оценка в поле, кол.	15	16	17	15	14	11	13	11	6
<b>Балл</b>	3	4	3	2	3	2	2	3	3
ГИС-оценка, кол.	19	21	18	16	17	14	14	15	9
<b>Балл</b>	4	4	3	3	4	2	2	3	2
<b>(10) Общая лесистость пейзажа</b>									
Оценка в поле, балл	3	3	3	3	3	3	3	3	3
ГИС-оценка, балл	3	3	3	3	3	3	3	2	3
<b>Доля, %</b>	77	78,5	80,4	76,3	76,9	77,9	82,8	69,6	79,3
<b>(11) Обилие различных древостоев</b>									
Оценка в поле, кол.	2	2	3	2	3	2	2	3	1
<b>Балл</b>	2	2	2	2	3	2	2	3	1
ГИС-оценка, кол.	3	3	3	2	3	3	3	3	2
<b>Балл</b>	3	3	2	2	3	2	2	3	1
<b>(12) Оптимальное количество открытых пространств</b>									
Оценка в поле, кол.	4	5	4	3	2	5	2	0	0
<b>Балл</b>	4	4	4	4	4	4	4	4	3
ГИС-оценка, кол.	6	8	5	3	3	6	4	0	0
<b>Балл</b>	3	3	4	4	4	4	4	4	3
<b>(13) Неурбанизированность</b>									
Оценка в поле, балл	1	1	1	2	2	2	2	2	2
ГИС-оценка, балл	1	1	2	2	2	2	2	2	2
<b>(14) Оптимальное количество антропогенных объектов</b>									
Оценка в поле, кол.	1	1	1	4	1	4	1	0	0
<b>Балл</b>	4	4	4	4	4	4	4	4	3
ГИС-оценка, кол.	2	2	2	4	1	5	1	0	0
<b>Балл</b>	4	4	4	4	4	4	4	4	3
<b>(15) Силуэтность антропогенных объектов на ЛГ</b>									
Оценка в поле, кол.	0	0	1	1	0	1	0	1	0
<b>Балл</b>	4	4	4	4	4	4	4	4	3
ГИС-оценка, кол.	0	0	1	1	0	1	1	0	0
<b>Балл</b>	4	4	4	4	4	4	4	4	3

**Прил. 4. Список привлекательных геоморфологических объектов в пределах территории природной достопримечательности  
Белоградчишские скалы (составлено автором, по Sinnyovsky, 2011)**









№	Название	Координаты	Категория	№	Название	Координаты	Категория
1	Скальные грибы	0635991 E; 4831460 N		4	Ученица	0636148 E; 4831023 N	
2	Медведь	0636077 E; 4831277 N		5	Лев	0636038 E; 4830941 N	
3	Неферитити	0636104 E; 4831237 N		6	Китайская стена	0636254 E; 4830973 N	






Продолжение приложения 4.

7	Динозавры	0636364 E; 4830822 N		11	Монахи	0635568 E; 4831074 N	
8	Замок	0636378 E; 4830618 N		12	Мадонна	0635847 E; 4830499 N	
9	Всадник	0635833 E; 4830782 N		13	Алиса в стране чудес	0635341 E; 4830123 N	
10	Хайдут Велко	0635471 E; 4831287 N		14	Леопард	0635251 E; 4829984 N	

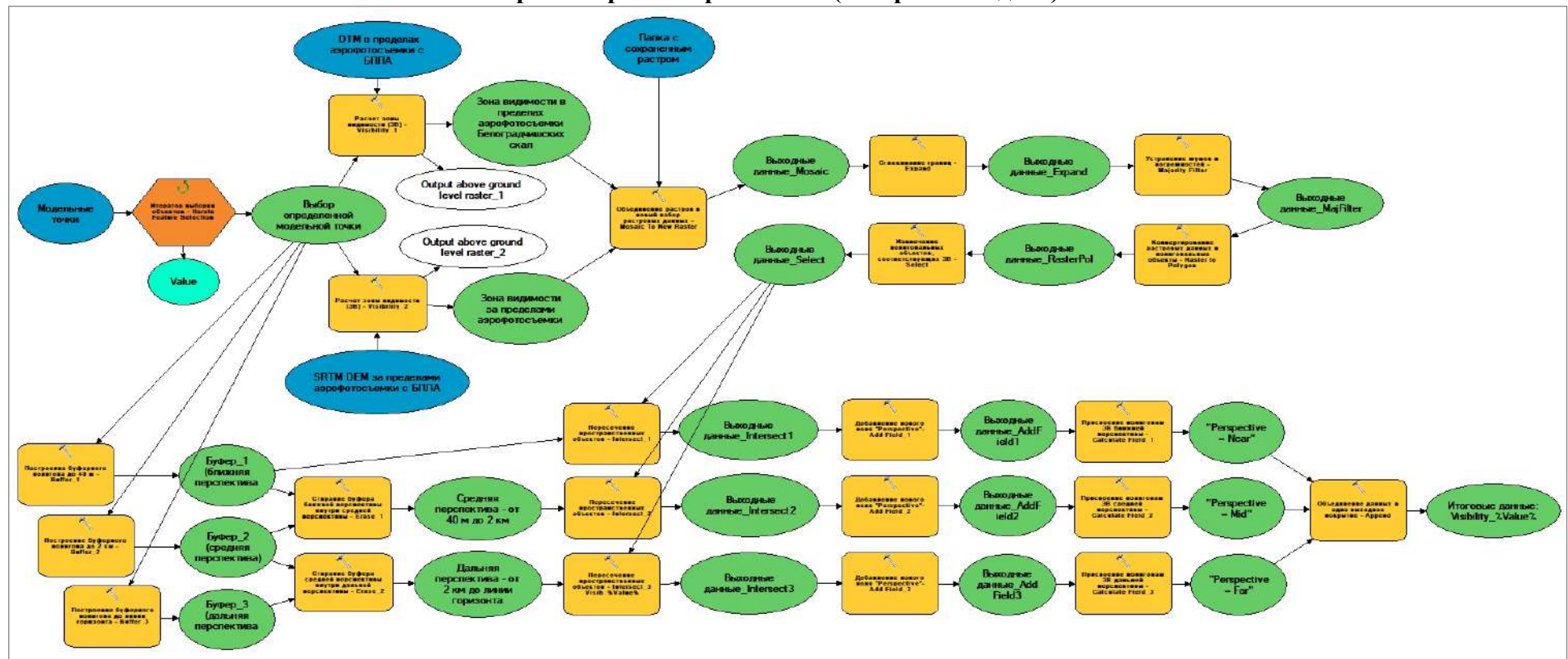
Продолжение приложения 4.

15	Каменные грибы у с. Извос	0635087 E; 4829696 N		19	Сабубин камень	0637459 E; 4828829 N	
16	Свадьба	0634128 E; 4830320 N		20	Адам и Ева	0637072 E; 4831936 N	
17	Джабба	0635303 E; 4829153 N		21	Калето и Белоградчишская крепость	0635296 E; 4831432 N	
18	Маркашница	0636676 E; 4829084 N		22	Латинская крепость	0635190 E; 4831233 N	

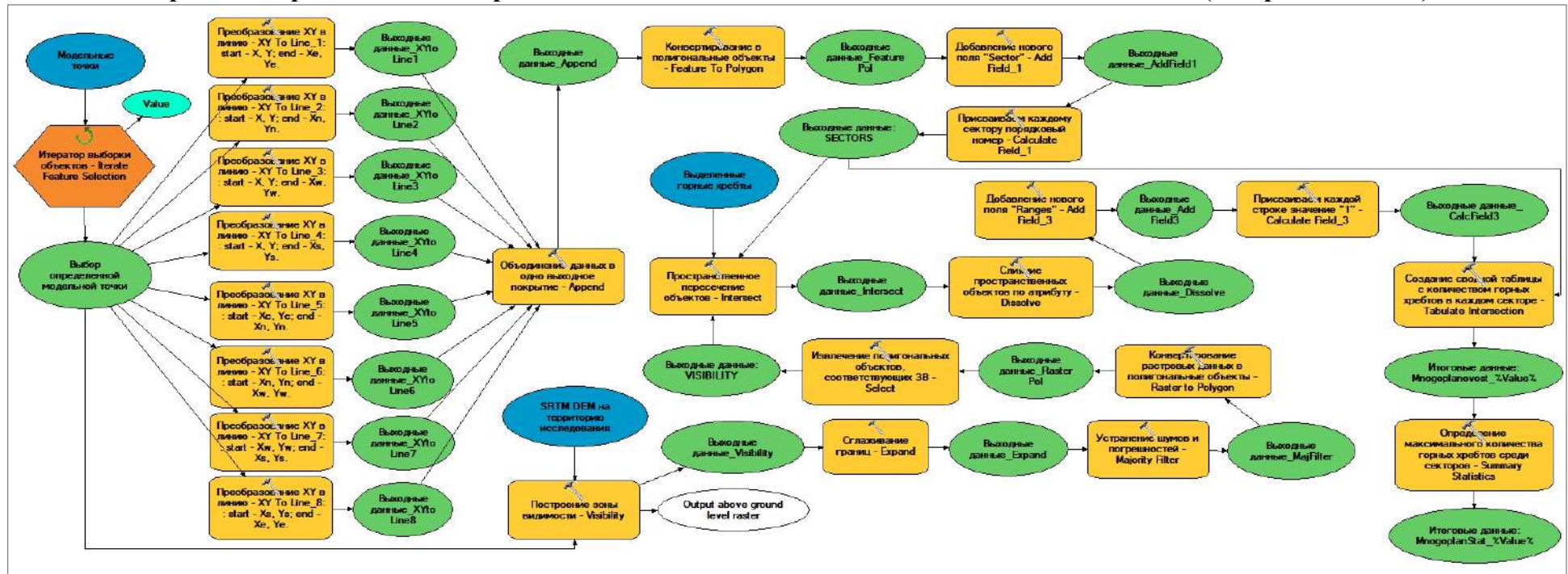
Продолжение приложения 4.

23	Пещера Лепеница	0637042 E; 4829248 N			
24	Латинская крепость у с. Извос	0636237 E; 4829253 N			
25	Белоградчишский венец	0637732 E; 4831984 N			

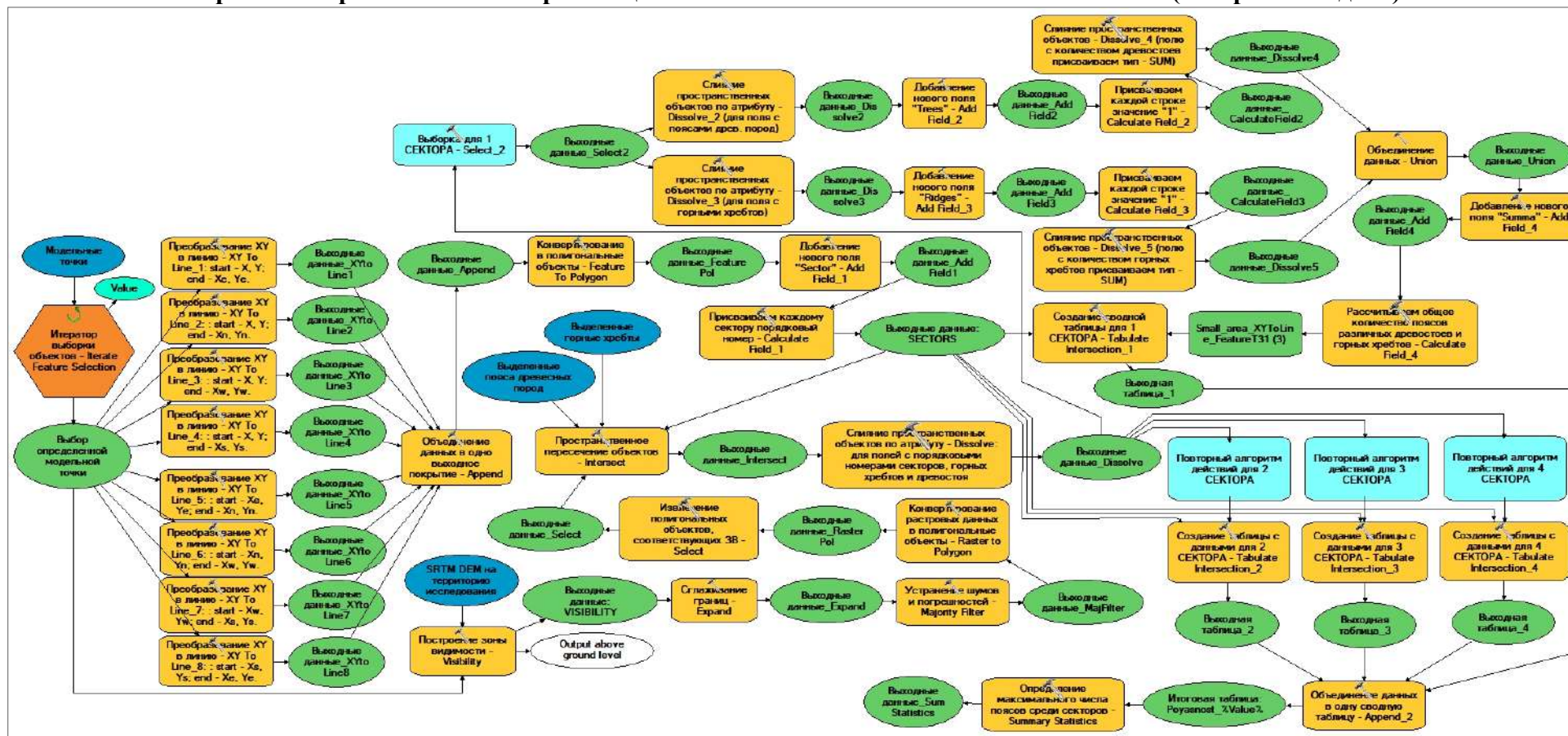
Прил. 5. Разработанный алгоритм для расчета зон видимости с модельных точек и оценки эстетического показателя «Глубина и разнообразие перспектив» (авторская модель)



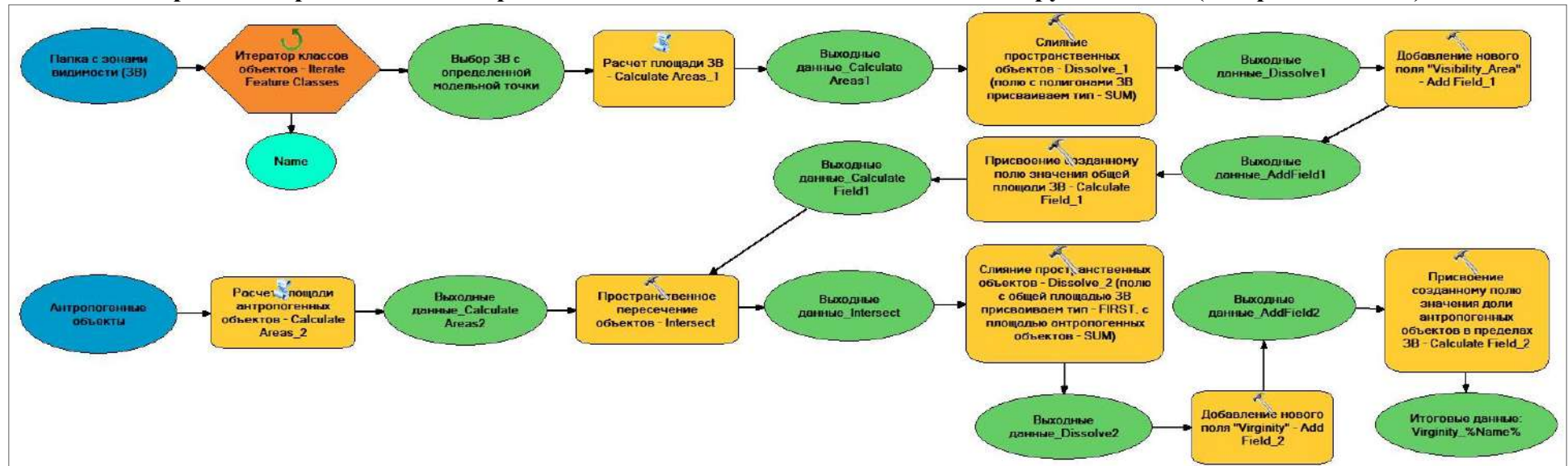
Прил. 6. Разработанный алгоритм оценки эстетического показателя «Многоплановость» (авторская модель)



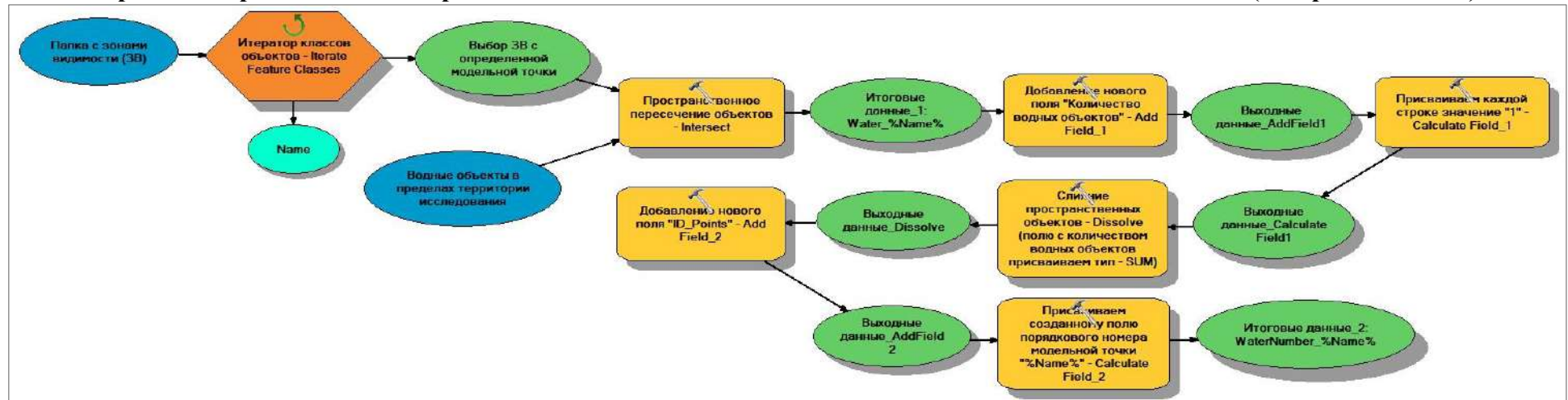
Прил. 7. Разработанный алгоритм оценки эстетического показателя «Поясность» (авторская модель)



Прил. 8. Разработанный алгоритм оценки эстетического показателя «Ненарушенность» (авторская модель)

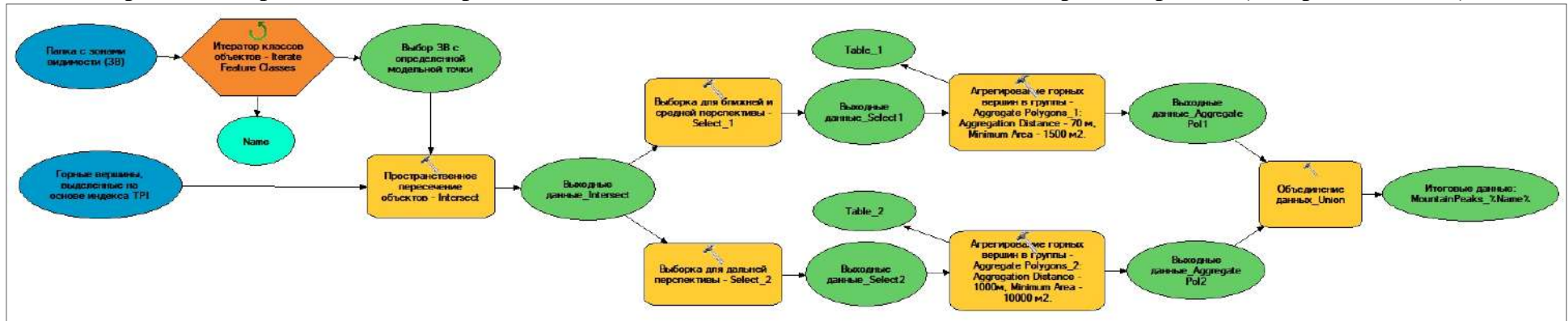


Прил. 9. Разработанный алгоритм оценки эстетического показателя «Наличие водных объектов» (авторская модель)

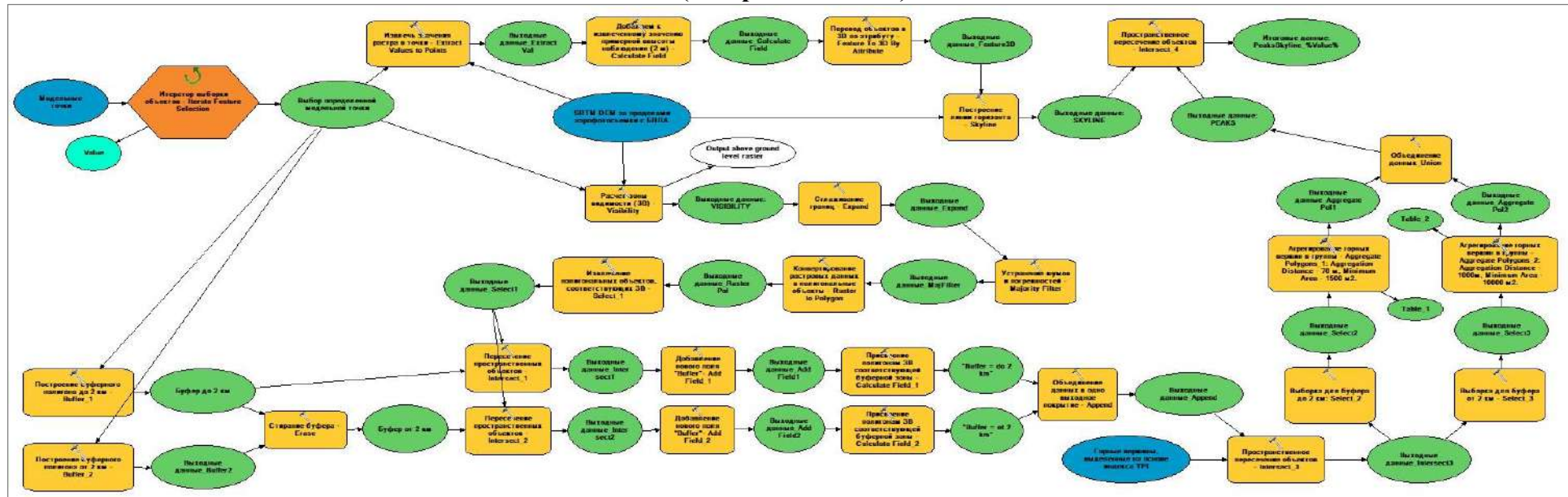




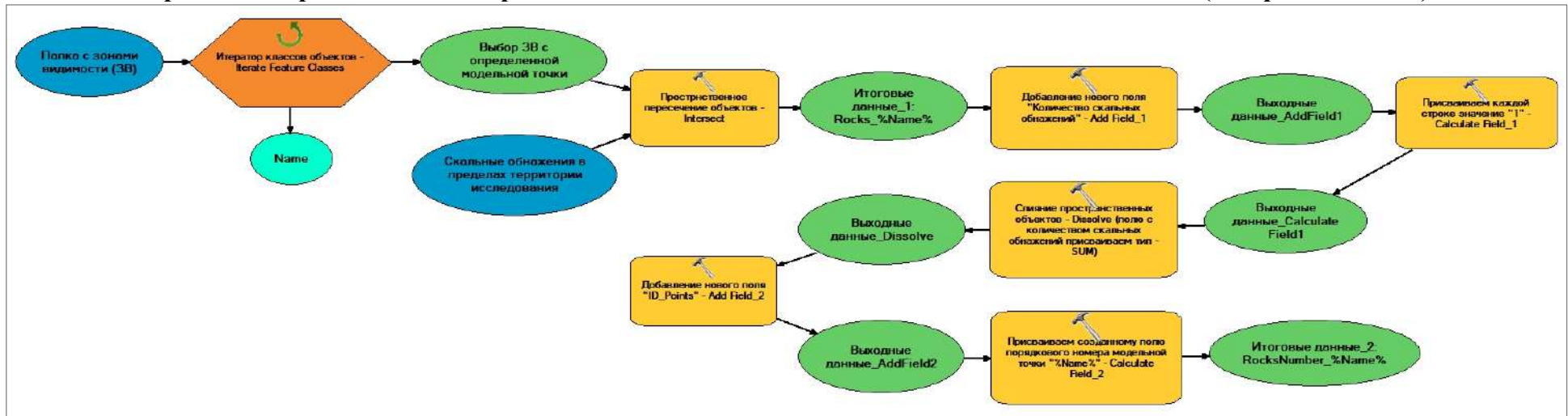
Прил. 10. Разработанный алгоритм оценки эстетического показателя «Обилие горных вершин» (авторская модель)



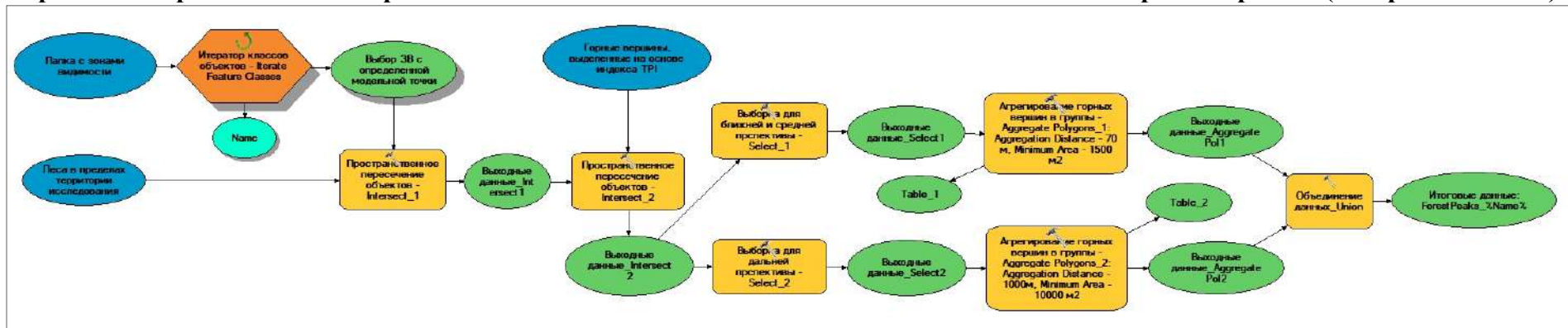
Прил. 11. Разработанный алгоритм оценки эстетического показателя «Обилие горных вершин на линии горизонта» (авторская модель)



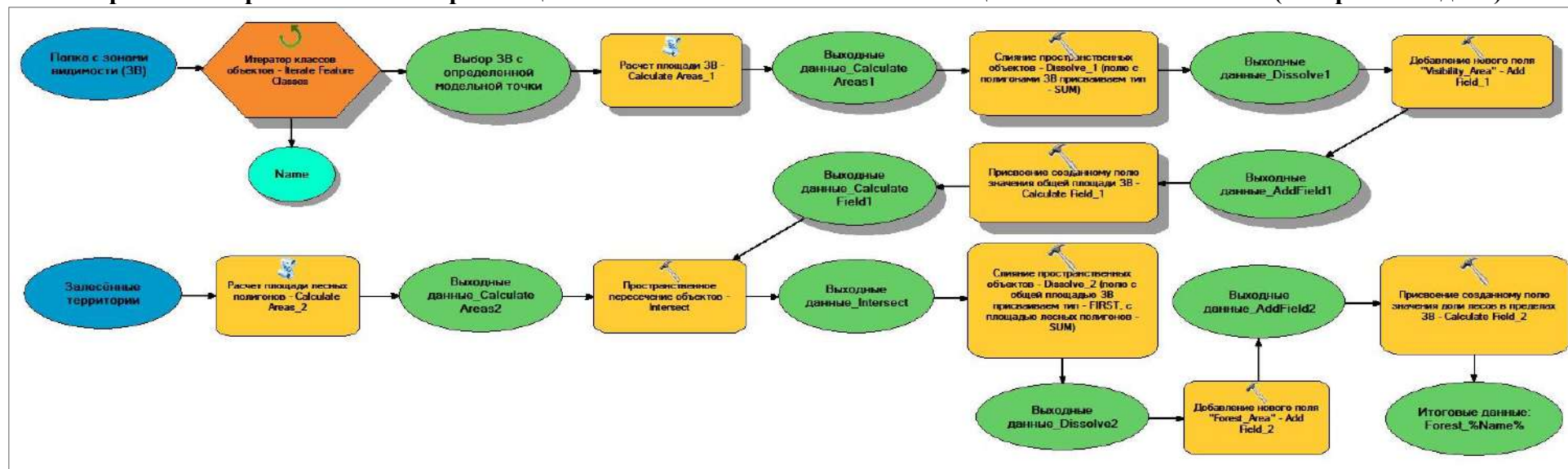
Прил. 12. Разработанный алгоритм оценки эстетического показателя «Обилие останцов» (авторская модель)



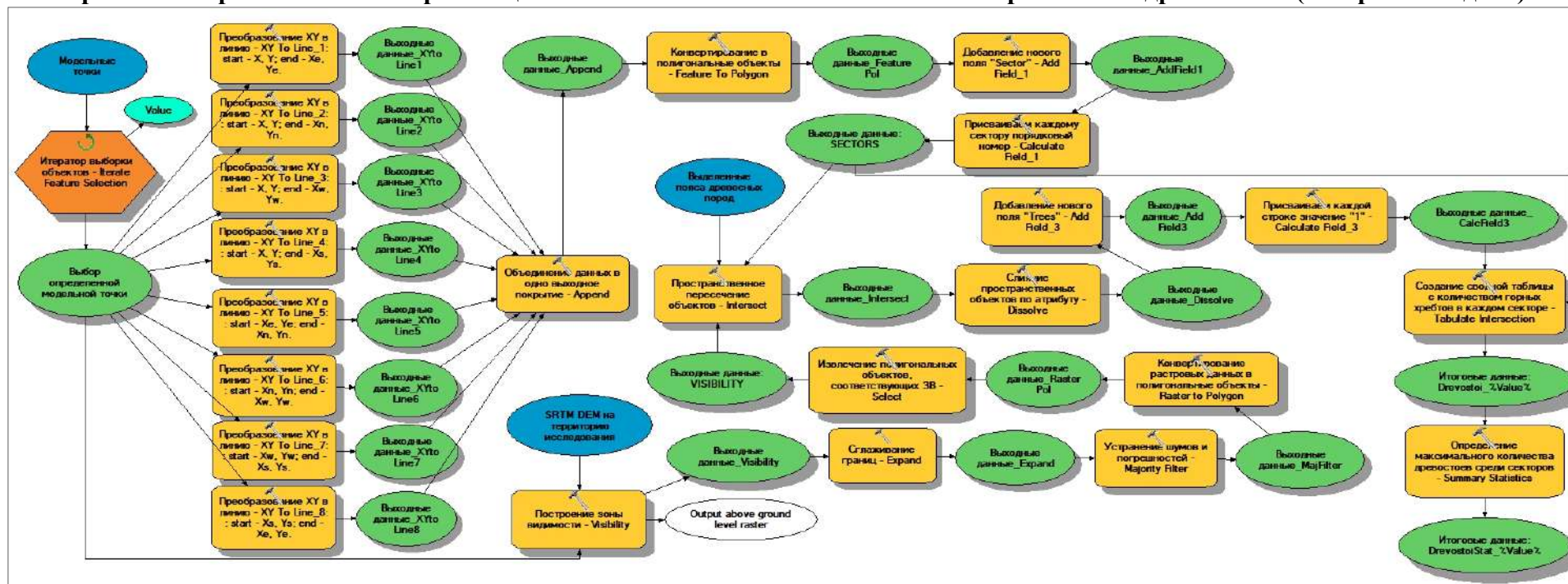
Прил. 13. Разработанный алгоритм оценки эстетического показателя «Обилие зеленых горных вершин» (авторская модель)



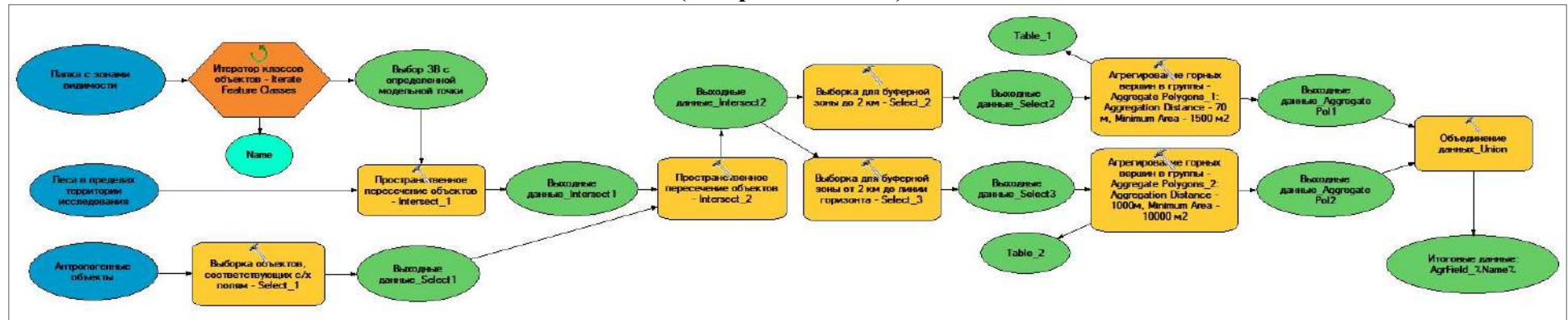
Прил. 14. Разработанный алгоритм оценки эстетического показателя «Общая лесистость пейзажа» (авторская модель)



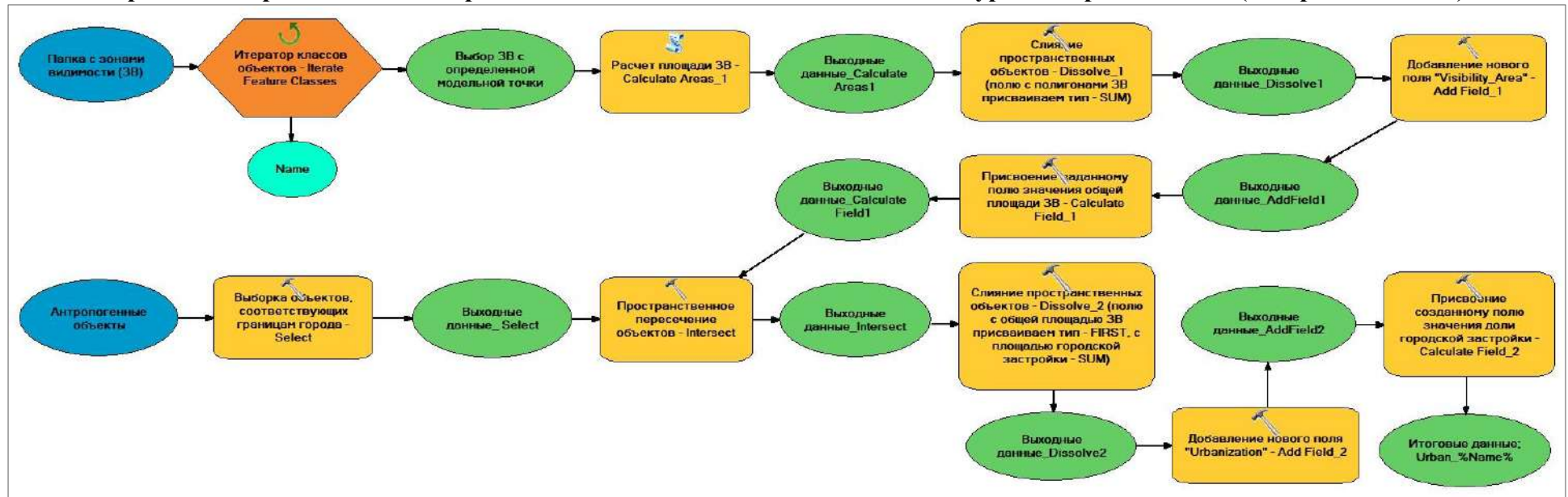
Прил. 15. Разработанный алгоритм оценки эстетического показателя «Обилие различных древостоев» (авторская модель)



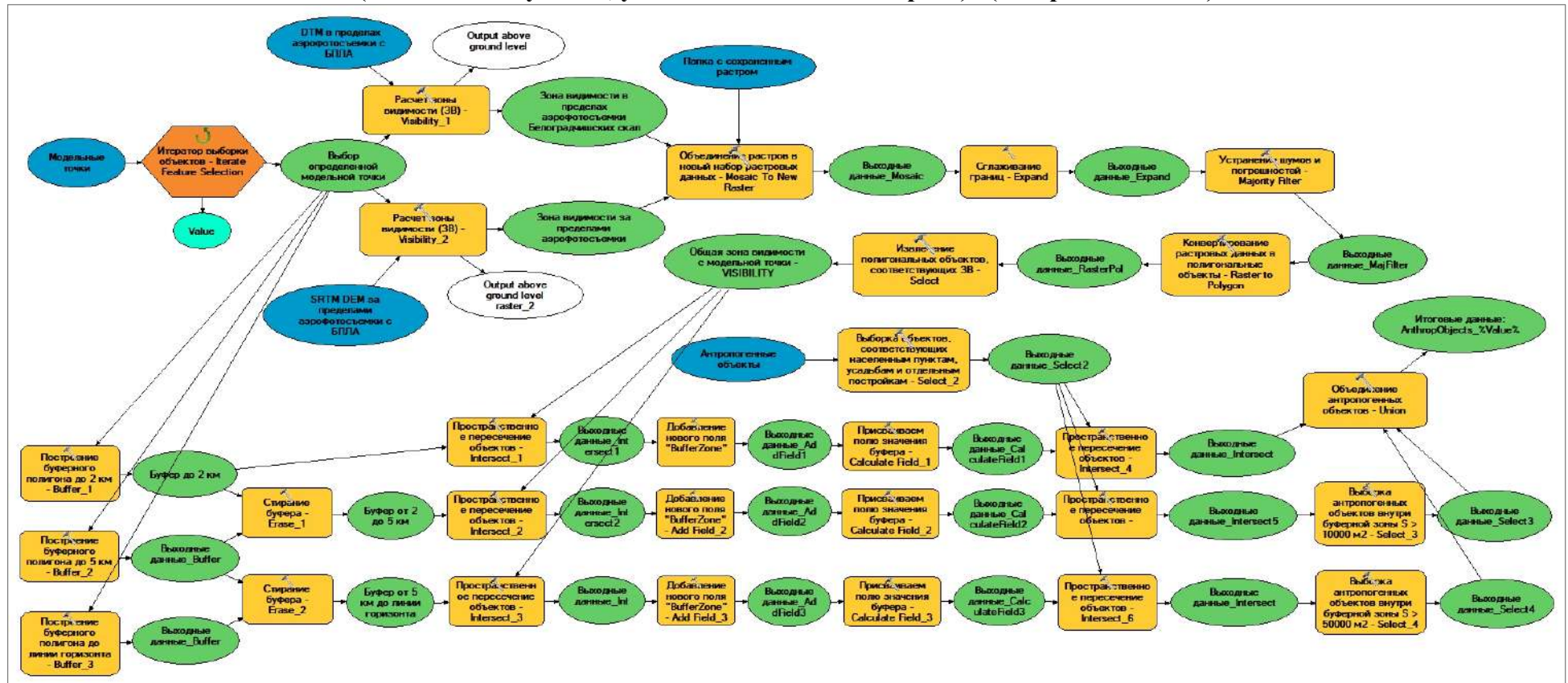
Прил. 16. Разработанный алгоритм оценки эстетического показателя «Оптимальное количество открытых пространств» (авторская модель)



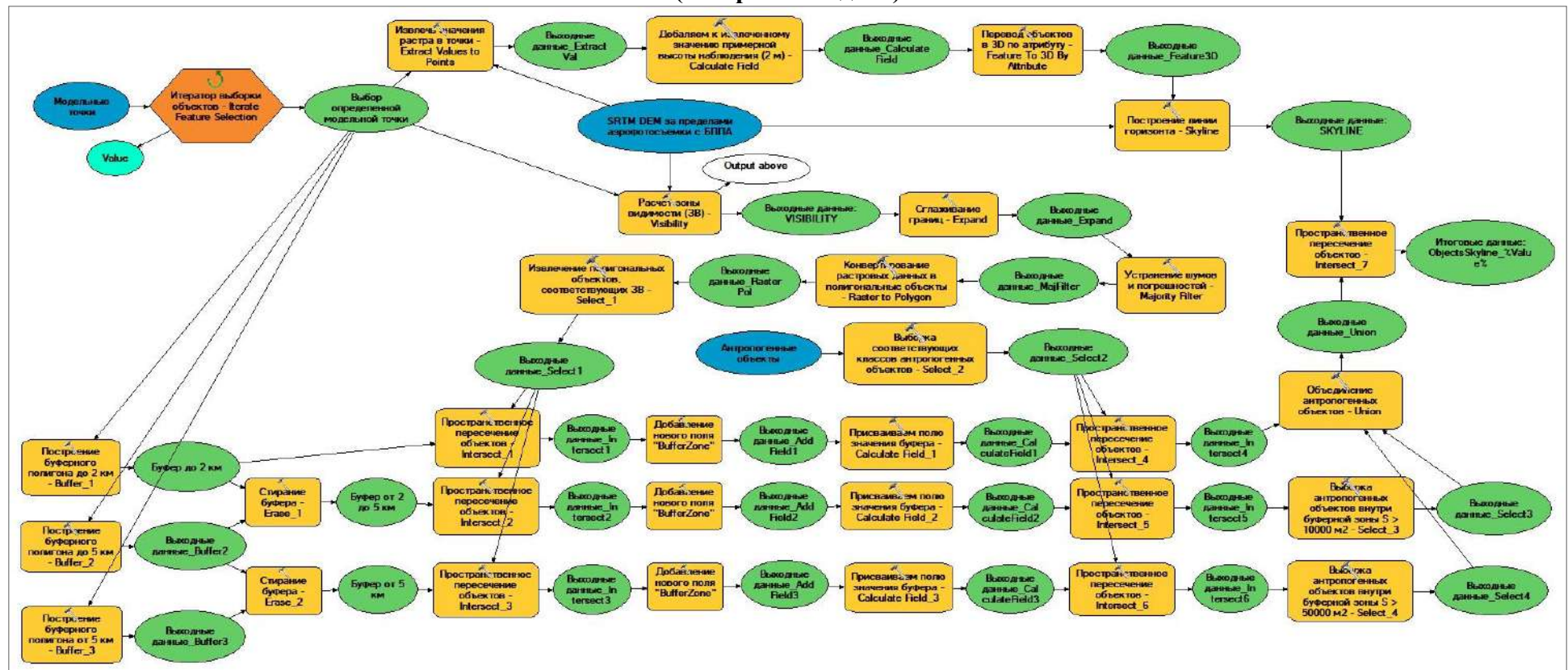
Прил. 17. Разработанный алгоритм оценки эстетического показателя «Неурбанизированность» (авторская модель)



Прил. 18. Разработанный алгоритм оценки эстетического показателя «Оптимальное количество антропогенных объектов (населенных пунктов, усадеб и отдельных построек)» (авторская модель)

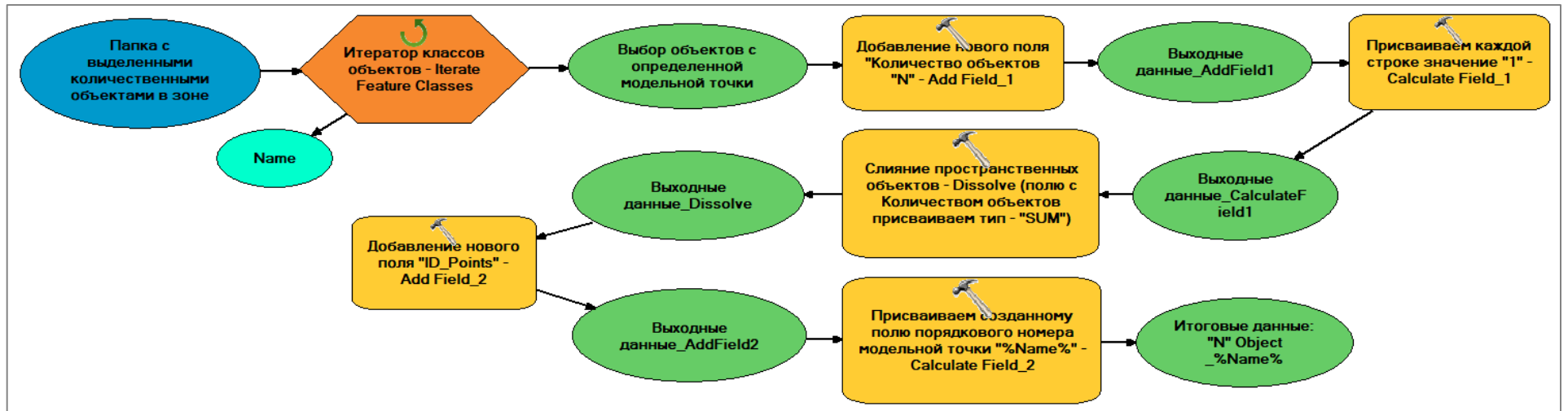


Прил. 19. Разработанный алгоритм оценки эстетического показателя «Силуэтность антропогенных объектов на линии горизонта» (авторская модель)





Прил. 20. Общий алгоритм для точного подсчета количественных объектов в зоне видимости (авторская модель)



**Прил. 21. Оценка эстетических показателей с обзорных точек основных типов урочищ  
(составлено автором на основе данных ГИС-оценки)**

Типы урочищ, №	Оценка эстетических показателей*, балл															Общая оценка, балл
	П1	П2	П3	П4	П5	П6	П7	П8	П9	П10	П11	П12	П13	П14	П15	
<b>1</b>	2.00	2.00	3.00	1.53	0.00	3.47	3.47	3.40	3.67	2.13	2.80	2.13	1.93	4.00	4.00	<b>39.5</b>
<b>2</b>	2.00	2.01	2.92	1.75	0.02	3.20	3.30	3.24	3.28	2.51	2.69	3.02	1.86	3.87	3.94	<b>39.6</b>
<b>3</b>	1.68	1.74	1.79	1.80	0.05	1.05	1.95	1.84	1.74	2.47	2.05	2.11	1.84	2.42	2.79	<b>27,4</b>
<b>4</b>	2.00	2.10	2.93	1.83	0.00	3.06	3.41	3.25	3.33	2.66	2.50	3.19	1.89	3.82	3.94	<b>39.9</b>
<b>5</b>	2.00	2.22	2.78	1.14	0.54	3.18	3.22	2.66	3.06	2.10	2.78	1.54	1.50	2.64	3.80	<b>35.2</b>
<b>6</b>	1.97	1.89	2.39	1.89	0.00	2.16	2.63	2.47	2.45	2.66	2.21	2.76	0.97	3.32	3.37	<b>33.2</b>
<b>7</b>	1.99	2.00	2.49	1.93	0.00	2.48	2.73	2.57	2.71	2.54	2.33	2.95	1.97	3.34	3.44	<b>35.5</b>
<b>8</b>	1.95	1.95	2.68	1.85	0.00	2.65	2.65	2.48	2.85	2.30	2.68	2.73	1.93	3.58	3.58	<b>35.8</b>
<b>9</b>	1.98	2.01	2.51	1.80	0.11	2.33	2.71	2.63	2.68	2.44	2.41	2.69	1.91	3.14	3.43	<b>34.8</b>
<b>10</b>	1.96	2.01	2.33	1.99	0.00	1.69	2.28	2.41	2.33	2.68	2.32	2.89	1.96	3.20	3.27	<b>33.3</b>
<b>11</b>	1.96	2.03	2.43	1.98	0.00	2.08	2.54	2.57	2.53	2.66	2.41	2.71	1.96	3.17	3.26	<b>34.3</b>
<b>12</b>	2.00	2.00	2.05	2.00	0.00	1.41	2.22	2.27	1.92	2.35	2.05	2.32	2.00	2.70	2.73	<b>30.0</b>
<b>13</b>	2.00	2.00	2.43	1.93	0.00	2.93	3.07	2.93	3.00	2.29	2.50	2.29	2.00	3.36	3.50	<b>36.2</b>
<b>14</b>	2.00	2.75	3.00	1.25	0.50	4.00	4.00	2.25	3.75	2.00	3.00	2.75	2.00	3.75	4.00	<b>41.0</b>
<b>15</b>	1.92	1.92	2.32	2.00	0.00	1.84	2.40	2.28	2.12	2.40	2.32	2.68	2.00	2.76	2.84	<b>31.8</b>
<b>16</b>	1.76	1.68	1.76	2.00	0.00	1.20	1.84	1.88	1.80	2.76	1.96	2.32	2.00	2.48	2.68	<b>28.1</b>
<b>17</b>	1.68	1.70	1.70	2.00	0.00	1.30	1.90	2.10	1.90	2.60	1.80	2.60	1.90	2.70	2.80	<b>28.7</b>
<b>18</b>	1.60	1.72	1.80	2.00	0.00	1.73	2.41	2.21	2.14	2.56	1.76	2.71	1.98	2.79	2.82	<b>30.2</b>

<b>П1</b> – Глубина и разнообразие перспектив	<b>П6</b> – Обилие горных вершин	<b>П11</b> – Обилие различных древостоев
<b>П2</b> – Многоплановость	<b>П7</b> – Обилие горных вершин на ЛГ	<b>П12</b> – Оптимальное количество открытых пространств
<b>П3</b> – Поясность	<b>П8</b> – Обилие останцов	<b>П13</b> – Неурбанизированность
<b>П4</b> – Ненарушенность	<b>П9</b> – Обилие залесенных горных вершин	<b>П14</b> – Оптимальное количество антропогенных объектов
<b>П5</b> – Наличие водных объектов	<b>П10</b> – Общая лесистость пейзажа	<b>П15</b> – Силуэтность антропогенных объектов на ЛГ

**Прил. 22. Нормирование данных оценки эстетических показателей с обзорных точек основных типов урочищ  
(составлено автором на основе данных ГИС-оценки)**

Типы урочищ, №	Оценка эстетических показателей, балл															Общая оценка, норм. балл
	П1	П2	П3	П4	П5	П6	П7	П8	П9	П10	П11	П12	П13	П14	П15	
<b>1</b>	0.50	0.50	0.75	0.38	0.00	0.87	0.87	0.85	0.92	0.53	0.70	0.53	0.48	1.00	1.00	<b>9.9</b>
<b>2</b>	0.50	0.50	0.73	0.44	0.01	0.80	0.83	0.81	0.82	0.63	0.67	0.76	0.47	0.97	0.98	<b>9.9</b>
<b>3</b>	0.42	0.44	0.45	0.45	0.01	0.26	0.49	0.46	0.44	0.62	0.51	0.53	0.46	0.63	0.69	<b>6.9</b>
<b>4</b>	0.50	0.53	0.73	0.46	0.00	0.76	0.85	0.81	0.83	0.66	0.63	0.80	0.47	0.95	0.99	<b>10.0</b>
<b>5</b>	0.50	0.56	0.70	0.29	0.14	0.80	0.81	0.67	0.77	0.53	0.70	0.39	0.38	0.66	0.95	<b>8.8</b>
<b>6</b>	0.49	0.47	0.60	0.47	0.00	0.54	0.66	0.62	0.61	0.66	0.55	0.69	0.24	0.83	0.84	<b>8.3</b>
<b>7</b>	0.50	0.50	0.62	0.48	0.00	0.62	0.68	0.64	0.68	0.63	0.58	0.74	0.49	0.83	0.86	<b>8.9</b>
<b>8</b>	0.49	0.49	0.67	0.46	0.00	0.66	0.66	0.62	0.71	0.58	0.67	0.68	0.48	0.89	0.89	<b>9.0</b>
<b>9</b>	0.49	0.50	0.63	0.45	0.03	0.58	0.68	0.66	0.67	0.61	0.60	0.67	0.48	0.79	0.86	<b>8.7</b>
<b>10</b>	0.49	0.50	0.58	0.50	0.00	0.42	0.57	0.60	0.58	0.67	0.58	0.72	0.49	0.80	0.82	<b>8.3</b>
<b>11</b>	0.49	0.51	0.61	0.50	0.00	0.52	0.64	0.64	0.63	0.67	0.60	0.68	0.49	0.79	0.81	<b>8.6</b>
<b>12</b>	0.50	0.50	0.51	0.50	0.00	0.35	0.55	0.57	0.48	0.59	0.51	0.58	0.50	0.68	0.68	<b>7.5</b>
<b>13</b>	0.50	0.50	0.61	0.48	0.00	0.73	0.77	0.73	0.75	0.57	0.63	0.57	0.50	0.84	0.88	<b>9.1</b>
<b>14</b>	0.50	0.69	0.75	0.31	0.13	1.00	1.00	0.56	0.94	0.50	0.75	0.69	0.50	0.94	1.00	<b>10.3</b>
<b>15</b>	0.48	0.48	0.58	0.50	0.00	0.46	0.60	0.57	0.53	0.60	0.58	0.67	0.50	0.69	0.71	<b>8.0</b>
<b>16</b>	0.44	0.42	0.44	0.50	0.00	0.30	0.46	0.47	0.45	0.69	0.49	0.58	0.50	0.62	0.67	<b>7.0</b>
<b>17</b>	0.42	0.43	0.43	0.50	0.00	0.33	0.48	0.53	0.48	0.65	0.45	0.65	0.48	0.68	0.70	<b>7.2</b>
<b>18</b>	0.40	0.43	0.45	0.50	0.00	0.43	0.60	0.55	0.53	0.64	0.44	0.68	0.49	0.70	0.71	<b>7.6</b>

<b>П1</b> – Глубина и разнообразие перспектив	<b>П6</b> – Обилие горных вершин	<b>П11</b> – Обилие различных древостоев
<b>П2</b> – Многоплановость	<b>П7</b> – Обилие горных вершин на ЛГ	<b>П12</b> – Оптимальное количество открытых пространств
<b>П3</b> – Поясность	<b>П8</b> – Обилие останцов	<b>П13</b> – Неурбанизированность
<b>П4</b> – Ненарушенность	<b>П9</b> – Обилие залесенных горных вершин	<b>П14</b> – Оптимальное количество антропогенных объектов
<b>П5</b> – Наличие водных объектов	<b>П10</b> – Общая лесистость пейзажа	<b>П15</b> – Силуэтность антропогенных объектов на ЛГ