

**Лапшина Евгения Александровна**, кандидат архитектуры,  
Дальневосточный Федеральный университет  
Lapshina Evgeniya Aleksandrovna,  
Associate Professor, Far Eastern Federal University

**Лиханский Юрий Иванович**, кандидат архитектуры,  
Дальневосточный Федеральный университет  
Likhansky Yuri Ivanovich,  
Associate Professor, Far Eastern Federal University

**Личманюк Александр Андреевич**, магистрант,  
Дальневосточный Федеральный университет  
Lichmanyuk Alexander Andreevich,  
Graduate Student, Far Eastern Federal University

**ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ  
ТУРИСТИЧЕСКИХ МАРШРУТОВ НА ПЕРЕСЕЧЕННОЙ МЕСТНОСТИ  
НА ПРИМЕРЕ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «ЗЕМЛЯ ЛЕОПАРДА»  
GEOINFORMATION MODELING OF ECOLOGICAL TOURIST ROUTES  
IN ROUGH TERRAIN USING THE EXAMPLE OF THE LAND  
OF THE LEOPARD NATIONAL PARK**

**Аннотация.** В статье рассматривается методика проектирования экологических маршрутов в условиях пересеченной местности с использованием геоинформационных систем (ГИС). На примере национального парка «Земля леопарда» (Приморский край) показано, как цифровые модели рельефа и данные о ландшафтной структуре могут быть использованы для трассировки троп, оценки их сложности и минимизации воздействия на уязвимые экосистемы. Отдельное внимание уделяется оценке допустимой рекреационной нагрузки на планируемые линейные объекты.

**Abstract.** The article discusses the methodology of designing ecological routes in rough terrain using geographic information systems (GIS). Using the example of the Land of the Leopard National Park (Primorsky Krai), it is shown how digital terrain models and landscape structure data can be used to trace trails, assess their complexity and minimize the impact on vulnerable ecosystems. Special attention is paid to assessing the permissible recreational load on planned linear facilities.

**Ключевые слова:** ГИС-моделирование, экологический туризм, пересеченная местность, рекреационная нагрузка, «Земля леопарда», дальневосточный леопард.

**Keywords:** GIS modeling, ecological tourism, rough terrain, recreational load, "Land of the leopard", Far Eastern leopard.

**Введение.** Развитие экологического туризма на особо охраняемых природных территориях (ООПТ) всегда связана с поиском компромисса между двумя задачами: обеспечением доступности природных достопримечательностей для посетителей и сохранением в неприкосновенности уникальных экосистем. Национальный парк «Земля леопарда», созданный в 2012 году для защиты и восстановления популяций дальневосточного леопарда и амурского тигра, является ярким примером территории, где этот баланс особенно важен. Парк обладает колоссальным рекреационным потенциалом, однако его реализация на практике сталкивается с серьезными вызовами. Ключевым фактором, осложняющим развитие



туризма, выступает пересеченный рельеф местности: большая часть территории занята восточными отрогами Черных гор с преобладанием низкогорного сопочного рельефа и высотами, достигающими 996 метров, а на севере переходит в Борисовское плато. Такая топография сама по себе создает естественные препятствия для прокладки маршрутов. Дополнительную сложность представляет высокая доля ландшафтов, уязвимых к рекреационному воздействию. Согласно исследованиям, наиболее уязвимые природные комплексы располагаются в северной части национального парка, в то время как устойчивые к нагрузкам растительные сообщества сосредоточены преимущественно на юге и в центре. При этом на практике именно присутствие животных становится решающим фактором, напрямую влияющим на доступность маршрутов. В этой ситуации геоинформационное моделирование становится незаменимым инструментом, который позволяет еще на этапе проектирования, до начала строительства инфраструктуры, в цифровой среде оценить проходимость будущих троп в условиях сложного рельефа, рассчитать их предельную пропускную способность (которая, например, для маршрутов без специальных покрытий может варьироваться от 10 до 70 человек в день) и спрогнозировать потенциальное негативное воздействие туристического потока на природу, минимизируя конфликт между человеком и дикой средой.

**Методология и исходные данные.** Проектирование экологических маршрутов в условиях пересеченной местности национального парка «Земля леопарда» требует применения комплексного геоинформационного подхода, позволяющего уже на предпроектной стадии оценить территорию с точки зрения ее пригодности и устойчивости. Методологическая база исследования опирается на синтез данных дистанционного зондирования Земли и результатов полевых ландшафтных исследований, обработанных в среде, ГИС.

Основу для пространственного анализа составляет цифровая модель рельефа (ЦМР), на базе которой рассчитываются ключевые морфометрические характеристики, в первую очередь – крутизна склонов, определяющая допустимость прокладки пешеходной тропы. Параллельно в ГИС-среду интегрируются картографические слои, отражающие функциональное зонирование территории, ареалы редких видов и, что принципиально важно для сохранения экосистем, карта потенциальной устойчивости ландшафтов к рекреационным нагрузкам. Как показывает профильное исследование, данная карта позволяет объективно выделить зоны с различной степенью уязвимости растительных сообществ к вытаптыванию и иным формам антропогенного воздействия.

**Анализ пригодности территории по экологическим и физико-географическим критериям.** Процедура геоинформационного моделирования маршрута представляет собой не единовременный акт, а строгую последовательность аналитических операций. На первом этапе выполняется автоматизированная оценка пригодности каждого элементарного участка местности на основе комбинации критериев. Инструментарий Spatial Analyst позволяет провести переклассификацию ЦМР, исключив из дальнейшего рассмотрения склоны, крутизна которых превышает предельно допустимые для пешего туризма значения. Эти участки маркируются как «запретные» для прохождения линии маршрута.

Вторым, не менее значимым критерием, выступает экологическая устойчивость ландшафтов. На основе ранее проведенных полевых исследований, каждый тип растительной ассоциации получает количественную оценку допустимой рекреационной нагрузки. В ходе ГИС-анализа эти показатели оцифровываются и формируют самостоятельный слой ограничений. Согласно полученным ранее данным, устойчивые к рекреации растительные сообщества сосредоточены преимущественно в южной и центральной частях национального парка, тогда как наиболее уязвимые ландшафты, например, чернопихтово-широколиственные леса, приурочены к северной, более возвышенной части. Отмечается, что относительно



стабильные к нагрузкам ландшафты занимают до 75% рекреационной зоны, что создает благоприятные предпосылки для развития регулируемого туризма.

**Синтез данных и автоматизированное трассирование.** Заключительным этапом моделирования является синтез всех ограничений в единой модели с целью поиска оптимального «коридора» для будущей тропы. Методически это реализуется через процедуру взвешенной оценки (Weighted Overlay), где каждому критерию (уклон, тип ландшафта, близость к ареалам животных) присваивается коэффициент значимости. Интегральная карта, по сути, представляет собой поверхность «стоимости прохождения», где наименьшая стоимость соответствует наиболее оптимальным с точки зрения сохранности природы и удобства посетителей участкам. На основе этой поверхности с помощью функции Least Cost Path автоматически строится линия маршрута, связывающая заданные точки начала и окончания тропы. Важно отметить, что помимо чисто проектных задач, ГИС-инструменты, такие как программный комплекс SMART, уже активно применяются на территории парка в целях оперативного мониторинга перемещений животных и анализа работы инспекторов, что подтверждает высокий уровень интеграции геоинформационных технологий в управление ООПТ.

**Практическая интерпретация модели и определение пропускной способности.** Применение описанной методики к территории национального парка «Земля леопарда» позволяет получить не просто абстрактную линию маршрута, а комплексное проектное обоснование. Автоматизированный анализ выявляет принципиальную пространственную закономерность: тектонические и ландшафтные особенности диктуют четкую приуроченность потенциальных маршрутов к центральной и южной частям парка, в то время как северные гористые территории, в силу своей труднодоступности и высокой экологической уязвимости, допускают лишь крайне ограниченное и строго регулируемое посещение.

Финальным компонентом моделирования является количественная оценка допустимой рекреационной емкости спроектированного линейного объекта. Для этого применяется предложенный в научной литературе способ перевода значений предельно допустимой рекреационной нагрузки с площадных показателей в линейные. Практический расчет показывает, что без внедрения специальных дорогостоящих инфраструктурных решений (таких как сплошные деревянные настилы) пропускная способность маршрутов на территории парка может варьироваться в широких пределах – от 10 до 70 человек в день, в зависимости от устойчивости конкретного типа ландшафта, по которому проходит тропа. В случаях, когда оптимальный с точки зрения сохранения экосистем маршрут все же затрагивает уязвимые участки, применяются инженерные методы минимизации воздействия, например, прокладка тропы по деревянному настилу, как это было реализовано на экотропе «Кравцовские водопады». Полученные в ходе моделирования параметры служат не только обоснованием для проектирования, но и становятся основой для последующего нормирования туристического потока и разработки управленческих решений, направленных на предотвращение рекреационной дигрессии уникальных природных комплексов.

**Заключение.** Геоинформационное моделирование экологических троп на пересеченной местности в Национальном парке «Земля леопарда» представляет собой комплексную задачу, объединяющую анализ геоданных, оценку уязвимости биоты и принципы безопасного туризма. Данный подход поможет проанализировать до выхода на местность определить безопасный туристический маршрут, рассчитать допустимый лимит посещаемости и минимизировать антропогенное воздействие на уникальную природу юго-западной части Приморья.



*Список литературы:*

1. Сомова Евгения Геннадьевна, Сазыкин Андрей Михайлович «Оценка потенциальной устойчивости ландшафтов национального парка «Земля леопарда» и заповедника «Кедровая падь» к рекреационным нагрузкам» [Электронный ресурс]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-potentsialnoy-ustoychivosti-landshaftov-natsionalnogo-parka-zemlya-leoparda-i-zapovednika-keдрovaya-pad-k-rekreatsionnym/viewer> (дата обращения 8.05.2026)
2. Чижова В.П. Определение допустимой рекреационной нагрузки (на примере дельты Волги) // Вестник Моск. ун-та. Серия 5. География. 2007, № 3, с. 31-36. (дата обращения 8.05.2026)
3. Эколого-экономическое обоснование национального парка «Земля леопарда». Документ утвержден 24.01.2012 г. Директором ТИГ ДВО РАН академиком РАН П.Я. Баклановым. Т. 1. С. 55 (дата обращения 8.05.2026)
4. Добрынин А.А. Рекреационный потенциал стационарных объектов отдыха // лесное хозяйство. 1991. №7. С. 18-19. (дата обращения 8.05.2026)
5. Методические рекомендации по функциональной оценке лесных ресурсов / соот. А.П. Сапожников и др. Хабаровск Даль НИИЛХ, 1990. 30 с. (дата обращения 8.05.2026).

