

На правах рукописи



Мокринец Кирилл Сергеевич

**ОЦЕНКА ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ТЕРРИТОРИИ
Г. КРАСНОЯРСКА И ЕГО ОКРЕСТНОСТЕЙ КАК СРЕДЫ ЖИЗНИ
ЧЕЛОВЕКА**

Специальность 25.00.25 – геоморфология и эволюционная география

Автореферат
диссертации на соискание учёной степени
кандидата географических наук

Красноярск 2012

Работа выполнена на кафедре физической географии и геоэкологии
Красноярского государственного педагогического университета им.
В.П.Астафьева

Научный руководитель:	доктор географических наук, профессор Чеха Виталий Петрович
Официальные оппоненты:	доктор географических наук, профессор Барышников Геннадий Яковлевич кандидат географических наук, доцент Бабкина Ирина Васильевна
Ведущая организация:	ФГБОУ ВПО «Алтайская государственная академия образования им. В.М.Шукшина»

Защита состоится 30 мая 2012 года в 16.30 на заседании диссертационного
совета Д 212.267.15 при Томском государственном университете по адресу:
634050, г. Томск, пр. Ленина, 36, ауд. 119.

С диссертацией можно ознакомиться в Научной библиотеке Томского
государственного университета.

Автореферат разослан « 16 » апреля 2012 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
кандидат географических наук



В.С.Хромых

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Многоаспектность влияния рельефа на особенности и состояние природных и антропогенных компонентов окружающей среды подтверждается множеством современных исследований. Значимость многих характеристик рельефа и определяемых ими прямо или косвенно, параметров окружающей среды, несомненно, является определяющими условиями при особенностях хозяйственного использования территории. Такие условия могут благоприятствовать или же наоборот, ухудшать экологическое состояние городской среды, изобилующей территориями с разными типами функционирования (функциональными зонами) и требуют своего изучения. Функциональная зона – территория, используемая человеком с определённой целью (Геоэкология и природопользование..., 2005). Особенно актуальным этот вопрос становится по отношению к городам с напряжённой экологической ситуацией, к каким относится и Красноярск.

Развитие г.Красноярска десятилетиями велось без учета совокупности природных условий территории, а именно: «некомплексного учёта местных условий при проектировании, неполной обоснованности выбора площадок, нарушении экологической ёмкости территории...» (Крушлинский, 1986, с.5), что привело к кризисному экологическому состоянию города, в результате чего он входит в число самых грязных городов России (Выбросы в атмосферу..., 2008). Сложившаяся ситуация требует комплексной экологической оценки территорий для дальнейшего их развития и определения условий проживания красноярцев.

Одним из важных показателей экологической оценки территории Красноярск должен стать потенциал геоморфологических условий территории как среды жизни населения. Поэтому работа предполагает изучение рельефа, во многом определяющего «облик» городской среды и влияющего на здоровье и комфортность проживания населения, что и определяет её актуальность.

Цель исследования: оценить геоморфологические условия территории г.Красноярска и его окрестностей как среду жизни человека.

Достижение поставленной цели реализовывалось посредством решения следующих задач:

1. Рассмотреть возможности применения существующих разработок в области геоморфологии и смежных наук, для создания технологии оценки геоморфологических условий как среды жизни человека, с применением ГИС;
2. Рассмотреть и изучить природные (в том числе геолого-геоморфологические) условия территории Красноярск и его окрестностей;
3. Выделить функциональные зоны и определить взаимосвязь этих зон с рельефом территории Красноярск и его окрестностей;
4. Дать оценку геоморфологических условий территории по следующим позициям:
 - Инженерные свойства рельефа (с точки зрения геоморфологических, гидрологических, геологических условий) и на этой основе определить устойчивость рельефа города к экзодинамическим процессам;

- Роль рельефа в распространении загрязнений в приземном слое атмосферного воздуха;
 - Рельеф с точки зрения его эстетических и рекреационных свойств;
5. Оценить потенциал геоморфологических условий территории как среды жизни человека.

Объектом исследования является территория г. Красноярска и его окрестностей.

Предмет исследования – черты рельефа, определяющие условия проживания жителей Красноярска.

Теоретическая и методологическая основа исследования базируется на идеях и трудах в области экологической и инженерной геоморфологии Э.А.Лихачёвой, Д.А.Тимофеева, Ю.Г.Симонова, В.И.Кружалина, Г.П.Локшина, Н.С.Просунцовой, эстетической и рекреационной геоморфологии – Е.В.Фоменко, М.М.Мехбалиева; В.И.Анисимовой, Ю.В.Заседателя; Ю.О.Антипцевой, Ж.А.Думит, А.В.Николайчук; Л.А.Некрасовой; Е.В.Фоменко. При разработке методических вопросов, связанных с составлением цифровой модели рельефа, автором использовались теоретические концепции и практические рекомендации в области картографии и моделирования геосистем С.Б.Кузьмина, Л.В.Данько, Е.С.Черкашина, Э.Ю.Осипова, Ю.Г.Симонова, В.И.Кружалина, Т.Ю.Симоновой, Ю.О.Антипцевой, Ж.А.Думит, Н.Н.Говорова, Д.Г.Загубного.

Методы исследования. В качестве основы исследований использовались следующие общенаучные методы: моделирования, картографический, дистанционный; методы геоморфологии: морфометрический, геоморфологического районирования. Обработка и обобщение материала проводилась на основе комплекса методов и теоретических приёмов обработки информации в среде Arc Gis.

Основными источниками информации послужили картографические материалы географического, геологического, геоморфологического и экологического содержания; фондовые материалы; космические снимки; материалы полевых исследований (проводимые с 2008 по 2011г). При создании цифровой модели рельефа применялись топографические карты масштаба 1:100 000, 1:25 000. Информация геологического и геоморфологического содержания была получена по соответствующим картам масштабов 1: 50 000, 1: 100 000, 1:200 000 и отчётам: «Инженерно-геологическая карта г.Красноярска масштаба 1:50 000» за 1968г., «Инженерно-геологическое картирование масштаба 1:200000 района г.Красноярска для подземного строительства на глубину 200м...» за 1988-1990гг., «Сводный отчёт Красноярской гидрогеологической и инженерно-геологической партии по изучению режима, баланса подземных вод, геодинамических процессов и контролю за охраной подземных вод от истощения и загрязнения» за 1975-1981 гг. В работе использовались космические снимки с пространственным разрешением 0,67м/пикс. публикуемые web-сервисами Google, Virtual Earth, Yahoo.

Научная новизна работы и личный вклад автора. Разработана технология оценки геоморфологических условий, определены показатели и критерии взаимовлияния рельефа и хозяйственной деятельности человека, влияние рельефа на комфортность проживания, что позволило провести оценку потенциала

геоморфологических условий, как среды жизни жителей Красноярска. Выявлена роль рельефа в выборе места основания Красноярска и в историческом процессе его заселения, т.е. определены геоморфологические причины формирования современной структуры города. Произведено функциональное зонирование территории, позволяющее разграничить зоны с разной интенсивностью хозяйственной нагрузки на рельеф и другие природные компоненты. Проведение подробных морфометрических исследований наряду с данными об интенсивности нагрузки на рельеф города и с учетом геолого-геоморфологических особенностей позволило, впервые для Красноярска, провести районирование территории по устойчивости рельефа к экзодинамическим процессам (эрозии, карста, суффозии, оползневых и обвально-осыпных процессов). На основе морфометрических, экзодинамических, геологических и гидрогеологических данных проведено районирование территории по степени благоприятности для строительства. Впервые для Красноярска определена роль рельефа в процессе распространения и накопления атмосферных загрязнений, что позволило выделить зоны с различным микроклиматическим потенциалом качества формирования приземного слоя воздуха. Для оценки эстетической привлекательности пейзажа был разработан авторский метод применения 3D модели для исследуемых элементов рельефа, и в результате определена доступность для рекреационного использования эстетически привлекательных территорий на основе характеристик рельефа. В итоге разработана подробная ГИС, отражающая геоморфологические условия среды жизни человека для территории г.Красноярска, и создана серия из 21 тематических карт.

Практическая значимость и новизна работы. Оценка геоморфологических условий, как среды жизни человека территории Красноярска позволяет детализировать систему мероприятий по улучшению качества жизни населения: при планировании мероприятий по рациональному использованию территорий Красноярска и его окрестностей, выборе мест для строительства селитебных, промышленных, инфраструктурных и рекреационных объектов.

Отдельные результаты проведённого исследования и выдвинутые автором положения эстетическо-рекреационной оценки рассматривались Координационным Советом по вопросам рекреационной деятельности при администрации города Красноярска. Материалы исследования и карты были переданы Отделу охраны окружающей среды администрации города Красноярска, для применения, учета и оценки состояния, существующих и планируемых рекреационных объектов, характеристики природных рекреационных территорий районов города, для оценки обеспеченности населения районов города объектами и территориями рекреационного использования, для выявления резервов при формировании новых территорий рекреационного назначения.

Результаты авторских исследований используются в учебном процессе в лекционных и практических курсах по дисциплинам «Экологическая геоморфология», «Экологическая геология», «Геоэкология» в обучении студентов, специальности «Геоэкология» и «Учитель географии» на кафедре физической географии и геоэкологии Красноярского Государственного Педагогического Университета им. В.П.Астафьева.

Апробация работы. Отдельные положения и результаты исследования докладывались автором на межрегиональных научно-практических конференциях «География и геоэкология Сибири» в 2008 и 2009гг, на XI Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных с международным участием, посвящённой году Учителя, в рамках III Общегородской ассамблеи «Красноярск. Технологии будущего» - «Молодёжь и наука XXI века» в 2010г, на X Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных с международным участием «Молодёжь и наука XXI века» в 2011г, на Международной научно-практической конференции, посвящённой 110-летию Красноярского отделения Русского географического общества и Всемирному дню Земли «География, история и геоэкология на службе науки и инновационного образования» в 2011г.

Содержание и основные результаты исследований изложены в 11 статьях, из них три в рецензируемых журналах Перечня ВАК.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырёх глав, заключения, списка литературы. Основной текст изложен на 130 страницах и содержит 29 рисунков и 5 таблиц. Список литературы содержит 114 источников.

ОСНОВНЫЕ ЗАЩИЩАЕМЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1. Важнейшими особенностями рельефа, в пределах г.Красноярска и его окрестностей, как части среды жизни человека, являются условия его формирования, определяющие его основные характеристики и взаимосвязи: особенности геоморфологического и геологического строения, залегание грунтовых вод, климат территории, наличие зон с различным типом функционального использования (функциональные зоны), экзодинамические процессы и устойчивость к ним рельефа.

Геоморфологическая характеристика. Местоположение города Красноярска приурочено к зоне сопряжения трёх крупнейших морфоструктур Сибири. С севера, граничит с Красноярско-Кемчугской равниной, юго-восточной части Западно-Сибирской равнины; с юго-восточной стороны, с отрогами Восточного Саяна, части Алтае-Саянской горной страны; с северо-востока, с южной частью Енисейского кряжа и части Ангара-Канской равнины Средне-Сибирского плоскогорья, (Архипов, 1970).

В долине Енисея, согласно классификации В.П.Чеха (1997), выделяется восемь террас различного возраста (рисунок 1). Террасы представляют собой горизонтальные площадки, лишь иногда имеющие небольшой уклон (до $2,5^0$) в сторону водотока, к бассейну которого принадлежат.

Модель рельефа в среде ГИС, созданная автором с использованием крупномасштабных (1:25 000, 1:100 000) топографических карт, позволила достоверно вычислить экспозицию склонов, углы наклона поверхности, её вертикальную расчленённость.

Для исследуемой территории характерно преобладание по площади - северных, северо-восточных и восточных склонов.

Для окрестностей города, приуроченных к отрогам Восточного Саяна, характерно преобладание склонов средней крутизны в диапазоне 15-27°, максимальные уклонами отличаются склоны южных экспозиций, где они достигают 50°. Для площадок террас характерны углы наклона 0-1,6°. Межтеррасовые склоны, как и склоны древних логов и балок имеют различные уклоны от 2,5 до 21°.

Наибольшее расчленение рельефа характерно для горно-таёжных территорий Восточного Саяна (95-300 м/км²). На степной и лесостепной территориях террасового комплекса Енисея преобладают величины от 2 до 90 м/км², с максимумом до 135 м/км². Территориями с наименьшим вертикальным расчленением в целом являются площадки приближенных к Енисею низких террас и фрагменты террас левобережья Енисея (2-30м на м/км²).

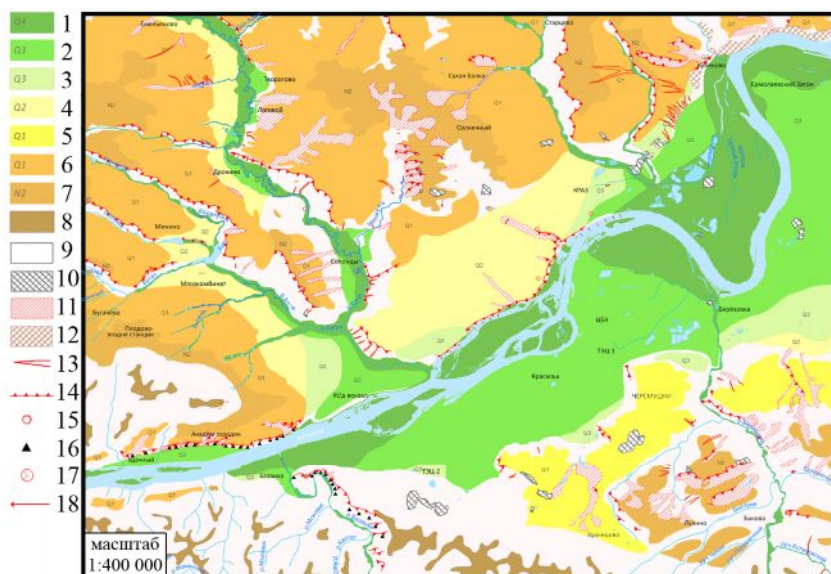


Рисунок 1 - Геоморфологическая карта г.Красноярска и его окрестностей

Условные обозначения: 1 – пойма р.Енисей и его притоков; 2 – объединённые I и II террасы высотой 8-18м, позднелейстоценового возраста; 3 – III терраса высотой 30м, позднелейстоценового возраста; 4 – объединённые IV и V террасы высотой 45-55м и 60-70м соответственно, среднелейстоценового возраста; 5 – VI терраса высотой 100м, раннелейстоценового возраста; 6 – VII терраса высотой 130-140м, раннелейстоценового возраста; 7 – VIII терраса высотой 150-230м, олигоцен-неогенового возраста; 8 – фрагменты мел-палеогеновой поверхности выравнивания; 9 – склоны долины Енисея и его притоков; 10 – карьеры со складированием коммунально-бытовых и золошлаковых отходов; 11 - древние лога и балки; 12 – древние оползни долины Енисея; 13 – активно-развивающиеся овраги и промоины; 14 – эрозивно-обвально-оползневые склоны; 15 – суффозионные воронки; 16 – участки склонов с проявлением обвальных и осыпных процессов; 17 – закарстованные участки склонов долин; 18 – участки поймы с активным проявлением боковой эрозии.

Геологическое строение. В исследуемом районе развиты два основных принципиально различных класса пород, определяющих основные инженерно-геологические условия городской среды: породы с жёсткими кристаллическими

связями (скальные) и породы без жёстких кристаллических связей (рыхлые) (Герасимова, Красилова, 1968).

Среди первых, выделяются: юрские отложения (углистые алевролиты, аргиллиты и глинистые сланцы), осадочные сцементированные породы девона (конгломераты, гравелиты, песчаники, алевролиты, мергели, прослои и линзы известняка, грубозернистые пески), эффузивные породы силура-девона (диабазы, порфириты и туфы), терригенно-карбонатные породы кембрия (конгломераты, песчаники, алевролиты, аргиллиты, глинистые и кремнистые сланцы, известняки, в том числе «чистые» и битуминозные, доломиты, брекчии, мергели), палеозойские интрузивные породы (серпентиниты, пироксиниты, габбро).

Основная часть города Красноярска располагается на террасах Енисея, покрытых чехлом четвертичных лёссовых суглинков и супесей (Горшков, 1962). При этом все надпойменные террасы имеют повышенную мощность аллювия, который большей частью представлен гравийно-галечными, песчаными отложениями.

Экзодинамические процессы. Формирование рельефа территории города происходило и происходит вследствие действия комплексов следующих экзодинамических процессов: эрозионные, суффозионно-эрозионные, оползневые, обально-осыпные, карстовые. В диссертации по литературным и архивным данным (Герасимова, Красилова, 1968; Петрова, 1982; Богословская, Чеха, 2003; Голодковская, Горюнов, 1970; Кусковский, 1974), проведен их подробный анализ. Все эти процессы имеют широкое распространение в исследуемой части долины Енисея (рисунок 1).

Сопряженный анализ архивных материалов и результатов дистанционных исследований позволил разработать карты: «Геоморфологическая карта г.Красноярска и его окрестностей», «Рельеф и экзодинамические процессы г.Красноярска и его окрестностей за 1982 и 2009 гг.». За исходную основу для создания второй карты использовалась «Схема развития экзогенных геологических и инженерно-геологических процессов на территории г.Красноярска», выполненная в 1982 Г.Е. Бондаревым (Петрова, 1982).

Сравнительный анализ данных показал, что на территории города за период 1982 - 2009 гг., наблюдаются: увеличение числа и длин активных обально-оползневых склонов; появление новых линейных эрозионных форм (промоины, овраги); проявление вторичной эрозии по бортам и днищам древних логов; характерно появление новых точечных природно-антропогенных (суффозионные воронки), наличие антропогенных эрозионных форм рельефа (котлованы под складирование бытовых и иных отходов).

Глубина залегания грунтовых вод. Основная информация по гидрогеологическому режиму территории находится в различных ведомствах в закрытом доступе. Научные исследования А.С. Герасимовой и П.С. Красиловой (1968) стали основой для разработки карты «Глубина залегания грунтовых вод территории г.Красноярска и его окрестностей». Грунтовые воды по условиям залегания приурочены к водоразделам, пологим склонам, террасам, имеются в рыхлых породах. Значительные площади имеют воды делювиальных склонов,

которые накапливаются за счёт атмосферных осадков и движутся вниз по поверхностям водонепроницаемых слоев.

Участки одновозрастных террас характеризуются относительной однородностью показателей глубин залегания, что связано с фильтрационной способностью осадочных пород. Так, глубина залегания грунтовых вод I, II, III террас колеблется от 5 до 15 м., а для IV, V, VI, VII, VIII эти показатели ввиду большей удалённости от основных водных объектов, колеблются от 15 до 50 м и более. Для возвышенных территорий массивов магматических пород характерна крайне неравномерная удалённость грунтовых вод от поверхности (Герасимова, Красилова, 1968).

Климатические условия г. Красноярска определяются географическим положением, удалённостью от океанов и морей, циркуляцией воздушных масс и подстилающей поверхностью.

Направление долины Енисея совпадает с преобладающим направлением ветра, повторяемость юго-западных ветров велика в течение всего года (35-53%), в январе вместе с западными ветрами она составляет 80%. Весной и летом повторяемость юго-западных и западных ветров составляет 40-45 % (Климат Красноярска, 1982).

Интенсивность антропогенной нагрузки на рельеф территории. Учёт интенсивности антропогенной нагрузки на рельеф территории проводился по типам функциональных зон, и опирался на рекомендации В.И. Кружалина (1997).

С точки зрения функционального зонирования, территорию Красноярска можно условно представить в виде эллипса, где центральную часть составляют селитебные зоны. Эти зоны со всех сторон, кроме западной, оконтуриваются промышленной застройкой, а уже потом садово-дачной и сельскохозяйственной. Площадь г. Красноярска в соответствии с его административной границей составляет 320 км², из них используется под застройку с разным типом функционирования 164,66 км², это: 50,44 км² – промышленные зоны; 67,75 км² селитебные зоны (одна - двух и многоэтажными строения); 26,28 км² – садово-дачные зоны; 13,58 км² – зоны сельскохозяйственного назначения; 2,88 км² - карьеры со складированием коммунально-бытовых и золошлаковых отходов; 2,76 км² – кладбища; 0,97 км² – парковые зоны. Из них на неблагоприятных для строительства элементах рельефа (склоны более 6°, пойма, лога и балки) находятся 16,1% объектов.

Для оценки интенсивности воздействия хозяйственной деятельности человека на рельеф, каждому типу функциональных зон присваивалось свое значение интенсивности воздействия. Так *интенсивное* воздействие характерно для промышленной, селитебной (одна - двух и многоэтажной) функциональным зонам, а так же карьерам, зонам скопления железнодорожных путей и сопутствующих им предприятий. Воздействие *средней интенсивности* оказывают сельскохозяйственные поля и территории занятые под садово-дачную застройку. *Низкую интенсивность* воздействия оказывают кладбища, парки и скверы, стадионы.

В результате разработана карта «Интенсивность воздействия хозяйственной деятельности на рельеф г. Красноярска и его окрестностей». Было определено, что на исследуемой территории прямого антропогенного воздействия на рельеф не наблюдается на территориях общей площадью 520,4 км² (из 971,67 км²). Но это

территории, освоение которых, вследствие высокой степени вертикального расчленения, приуроченности к поймам рек, либо того, что они занимают промежуточное между функциональными зонами положение, требуют непропорционально больших затрат,

К территориям с небольшой интенсивностью воздействия относится $4,15\text{км}^2$ территории.

Общая площадь территорий со средней степенью интенсивности воздействия составляет $302,85\text{км}^2$. К ним относятся, обширные территории садово-дачного и сельскохозяйственного назначения, окружающие Красноярск, и близлежащие небольшие населённые пункты.

Интенсивному антропогенному воздействию подвержен рельеф территории города, промышленных зон и близлежащих населённых пунктов общей площадью $144,26\text{км}^2$.

Устойчивость рельефа к экзодинамическим процессам. Определение устойчивости рельефа к каждой группе экзодинамических процессов проводилось посредством анализа и оценки факторов их формирующих, с учетом некоторых инженерно-строительных нормативов (таблица 1). Для эрозии - это углы наклона поверхности, экспозиция, горные породы; для суффозии – горные породы, антропогенная нагрузка на рельеф, глубина залегания грунтовых вод; карст – горные породы, глубина залегания грунтовых вод; оползни – угол наклона территории, горные породы, глубина залегания грунтовых вод, интенсивность антропогенной нагрузки; осыпи и камнепады – экспозиция, углы наклона.

Таблица 1 - Критерии и показатели оценки инженерно-геоморфологических условий

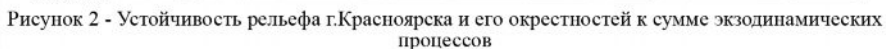
Критерии	Показатели оценки		
	низкая	средняя	высокая
углы наклона поверхности в градусах (Рельеф среды жизни, 2002)	от 0 до 6	от 6 до 12	более 12
экспозиция	Влияние экспозиции не прослеживается (наклон поверхности менее 1 градуса)	холодные экспозиции (северо-западная, северная, северо-восточная, восточная)	тёплые экспозиции (юго-восточная, южная, юго-западная, западная)
тип отложений по пригодности для строительства	вполне пригодные, достаточно пригодные	условно пригодные	непригодные
глубина залегания грунтовых вод в метрах	более 5	от 5 до 2	менее 2
интенсивность антропогенной нагрузки на рельеф	отсутствие воздействия/наименьшая интенсивность	средняя интенсивность	интенсивная

Устойчивость рельефа к сумме экзодинамических процессов, для каждой геоморфологической единицы (района), определялась посредством суммирования оценочных баллов рассматриваемых групп процессов. Каждая группа процессов оценивалась по трехбалльной шкале: территория устойчива к процессу или ему не подвержена - 1 балл; территория со средней устойчивостью к процессу, либо с

В процессе оценки, на исследуемой территории было выделено 1028 геоморфологических районов, из которых к территории города приурочены 430. Все районы были сгруппированы в 34 типа по комбинациям устойчивости рельефа к экзодинамическим процессам.

Высокий уровень – территории с высокой устойчивостью к экзодинамическим процессам. Занимает 49,09% от площади всей исследуемой территории и 55,49% от площади Красноярска.

Низкий - территории с низкой или средней устойчивостью к трем - четырем геоморфологическими процессами. Районы занимают 1,55% исследуемой территории и 2,59% площади Красноярска.



1000

2. Рельеф, как среда жизни человека определяет: выбор и застройку городской территории, мезо- и микроклиматические условия, связанные с перераспределением в городе атмосферного загрязнения; эстетические и рекреационные свойства территории.

2.1. Разнообразие форм рельефа определило место основания города. Вот что говорил об этом А. Дубенской (основатель Красноярска): «...на яру место ужоже, высоко и красно и лес близко всякий есть, и пашенных мест и сенных покосов много...».

Исторический процесс роста территории города определялся рельефом. Так, в первую очередь осваивались наиболее легкодоступные элементы террасового комплекса. Городская территория распространялась с I и II террасы (1628 г) на III террасу в 1850 г, на террасы IV, V, VII к 1950 г, и в настоящее время занимает участки всех террас Енисея.

2.2. Микроклиматический потенциал (МкП) качества формирования приземного слоя атмосферы оценивался по методике, разработанной Институтом географии СО РАН (Коновалова, Трофимова, 1997). По этим данным была разработана картографическая основа для оценки микроклиматического потенциала приземного слоя атмосферы и его качества. В её основе лежит представление о различиях потенциала самоочистки воздушных масс над различными элементами рельефа и с учётом особенностей ветрового режима. Это позволило выделить четыре типа зон, которые в условиях наибольшей повторяемости юго-западного и западного направлений ветра занимают конкретные местоположения, различающиеся микроклиматическими характеристиками (рисунок 3).

К первому типу зон с *умеренным МкП* относятся: вершины водоразделов, наветренные экспозиции верхних частей склонов.

К зоне со *слабым МкП* относятся: средние части наветренных и параллельных ветру склонов, участки сужения долин, площадки возвышенных террас, ограничивающиеся изогипсой 340 м. На них располагается большинство садово-дачных участков правобережья Енисея.

К зоне с *низким МкП* относятся: нижние части наветренных и параллельных ветру склонов, верхние части подветренных склонов, участки расширения долин, нижние террасы и пойма. Верхний предел абсолютных высот в этой зоне ограничен изогипсой 320 м. На этой территории расположены основная часть промышленных и селитебных зон правобережья Енисея и некоторая часть садово-дачных участков левобережья.

К зоне с *наиболее низким МкП* относятся: долины, распадки, лога, ориентированные перпендикулярно преобладающему переносу; средние и нижние части подветренных склонов; наиболее пониженные и расширенные днища долин. Здесь находятся селитебные зоны малых населённых пунктов, а также фрагменты промышленной и селитебной городской застройки.

Для сопоставления данных о микроклиматическом потенциале и данных фактического состояния атмосферного загрязнения, использовалась информация о

загрязнении почвенного покрова Красноярскa тяжёлыми металлами (Pb, Zn, Cu, As, Cd, Cr, Ni) от антропогенных источников (Минаков, Черненко, 2001).

В результате определено, что границы зон пылевых загрязнений во многом совпадают с границами выделенных зон МкП качества формирования атмосферы. Таким образом, для городской черты в целом, потенциал рассеивания атмосферных загрязнений при данной нагрузке является недостаточным. Анализ карты позволил сделать вывод, что вертикальным пределом распространения пылевых загрязнений с опасным и умеренно опасным уровнем, для правобережья Енисея, является абсолютная изогипса в 220м, для левобережья граница размыва.

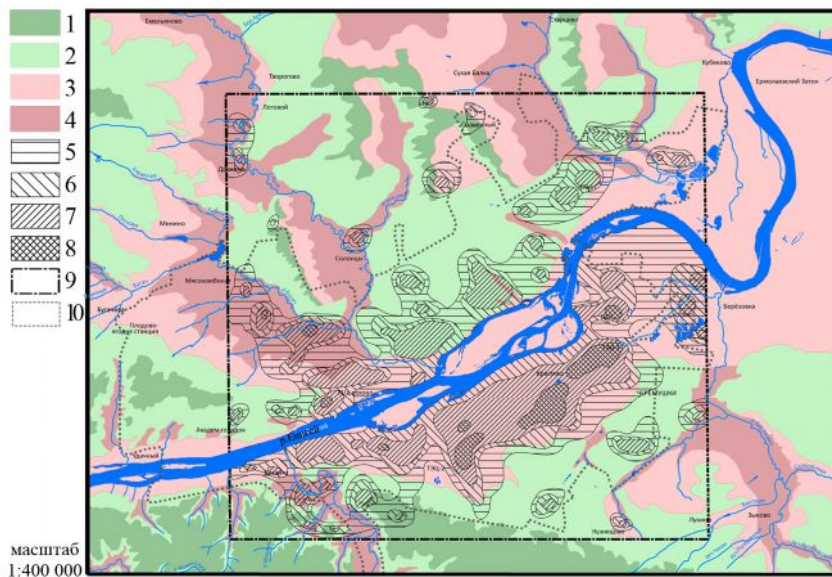


Рисунок 3 - Микроклиматический потенциал качества формирования приземного слоя атмосферы и ареалы загрязнения почв тяжёлыми металлами для территории г.Красноярскa и его окрестностей

Микроклиматический потенциал качества формирования приземного слоя атмосферы: 1 – умеренный; 2 – слабый; 3 – низкий; 4 – наиболее низкий. Уровни загрязнения почв тяжёлыми металлами (Минаков, Черненко, 2001): 5 - не опасный; 6 - умеренно опасный; 7 - весьма опасный; 8 - опасный; 9 - границы геохимических исследований почв. Прочее: 10 - административная граница г.Красноярскa.

2.3. Рельеф может рассматриваться как рекреационный ресурс территории, что выражается в эстетической (пейзажной) привлекательности тех или иных элементов рельефа и их рекреационной доступности.

Для комплексной эстетической оценки оптимальным является рельеф – как наиболее доступный визуальный элемент природной среды. При такой оценке за исходную предпосылку принимается соображение, что впечатление от конкретного ландшафта, прежде всего, зависит от того, насколько разнообразен рельеф и полно представлены все основные ландшафтные и антропогенные компоненты.

Оценкой эстетических свойств рельефа в разное время занималось большое количество исследователей, в основу нашей работы положена методика, разработанная А.П. Вергуновым (1982). В ней, автор предлагает оценивать геоморфологические элементы по трехбалльной шкале по четырём показателям: выразительность геоморфологической основы, наличие и характер водных поверхностей, наличие и пространственное разнообразие растительности, наличие и целесообразность антропогенных объектов.

Для оценки эстетической привлекательности пейзажа, наблюдаемого с каждого элемента рельефа, был разработан авторский метод применения 3D модели на основе разработанной ранее цифровой модели рельефа исследуемой территории, с применением дистанционных материалов и геоморфологических данных. Использование программы Arc Scene позволило произвести визуализацию трёхмерной модели рельефа территории, а использование инструмента «Приблизить наблюдателя» обеспечивало возможность обозревать в стилизованной форме территорию так, как бы её видел человек, находящийся на той или иной точке местности. Для пейзажной оценки использовалась шкала углов наклона, разработанная Е.М.Николаевской (1966). На её основе была разработана шкала оценок доступности для рекреационного использования: $0-3^0$ - наиболее доступные; $3-6^0$ – легкодоступные; $6-12^0$ средnedоступные; $12-20^0$ – труднодоступные; более 20^0 – наименее доступные.

В ходе выполнения оценки было выделено 345 обзорных элементов, которые были сгруппированы по степени эстетической привлекательности (наблюдаемых пейзажей) в три группы и элементы рельефа территории, сгруппированные по рекреационной доступности в пять групп (рисунок 4).

Согласно проведённому зонированию, к территориям с низкой эстетической привлекательностью обозреваемого пейзажа относится около 65% площади Красноярска. Это территории, отличающиеся высокой плотностью зданий и сооружений, отсутствием водных объектов, весьма угнетённой и однообразной растительностью и невыразительным рельефом.

Территориями со средними показателями эстетической привлекательности обозреваемого пейзажа являются: удалённые от города участки террас; склонов, частично или полностью обращённых от города; территории, занятые таёжной растительностью.

Наибольшей эстетической ценностью наблюдаемых пейзажей обладают: острова Енисея и приуроченные к нему крутые междуречья склоны; долины рек притоков Енисея, сопки, скальные выходы горных хребтов, окружающих город.

В результате были выявлены территории с высоким рекреационным потенциалом, то есть с высокой привлекательностью пейзажа и доступностью для рекреационного использования ($0-3^0$ и $3-6^0$). Сюда входят: острова Енисея; фрагмент поймы Енисея, расположенный на северо-востоке исследуемой территории; фрагмент нижних террас левобережья Енисея у основания Саянских гор; фрагменты VII, VIII террас междуречья Качи и Каракуши; фрагмент V террасы в месте слияния рек Бугач и Пяткова; склоновая часть левобережья долины р.Кача в районе посёлков Творогово

и Логовой; пойменная часть р.Базаиха; фрагменты VIII террасы правобережья Енисея; шестая терраса Енисея.

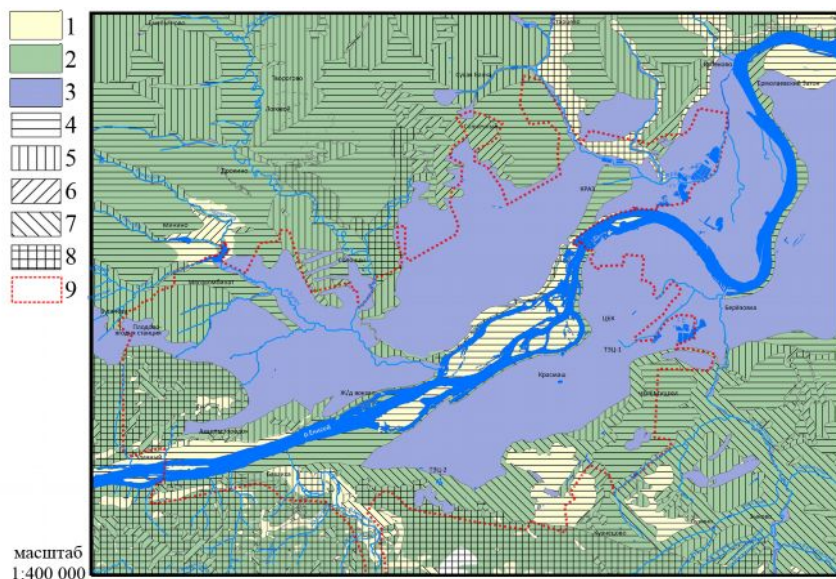


Рисунок 4 - Рекреационная доступность эстетически привлекательных территорий на основе геоморфологических данных для г.Красноярска и его окрестностей

Эстетическая ценность пейзажа, наблюдаемого с конкретного элемента рельефа: 1 – высокая; 2 – средняя; 3 – низкая. Территории по доступности для рекреационного использования: 4 - наиболее доступные; 5 – легкодоступные; 6 - среднедоступные; 7 - труднодоступные; 8 – наименее доступные. Прочие обозначения: 9 - административная граница г.Красноярска.

Проведенные исследования, позволили выявить высокий потенциал рекреационных ресурсов рельефа территория города Красноярск и его окрестностей.

3. Разработанная автором технология исследования и районирования территории позволяет оценить потенциал геоморфологических условий жизнедеятельности человека.

Районирование геоморфологических условий территории позволяет разграничить зоны с разными геоморфологическими условиями, определяющими суждение о степени пригодности данной территории для жизни населения и ведения хозяйства (Город-экосистема, 1997).

Объединение участков рельефа по характеристикам данных: устойчивости рельефа к экзогенным процессам, роли рельефа в процессе загрязнения атмосферного слоя воздуха, эстетической и рекреационной оценок, производилось путём совмещения сеток пространственных данных, и в соответствии с технологией оценки (рисунок 5). В результате было выделено 1577 однородных геоморфологических районов, подразделяемых на 45 типов с различными комбинациями геоморфологических условий (таблица 2).

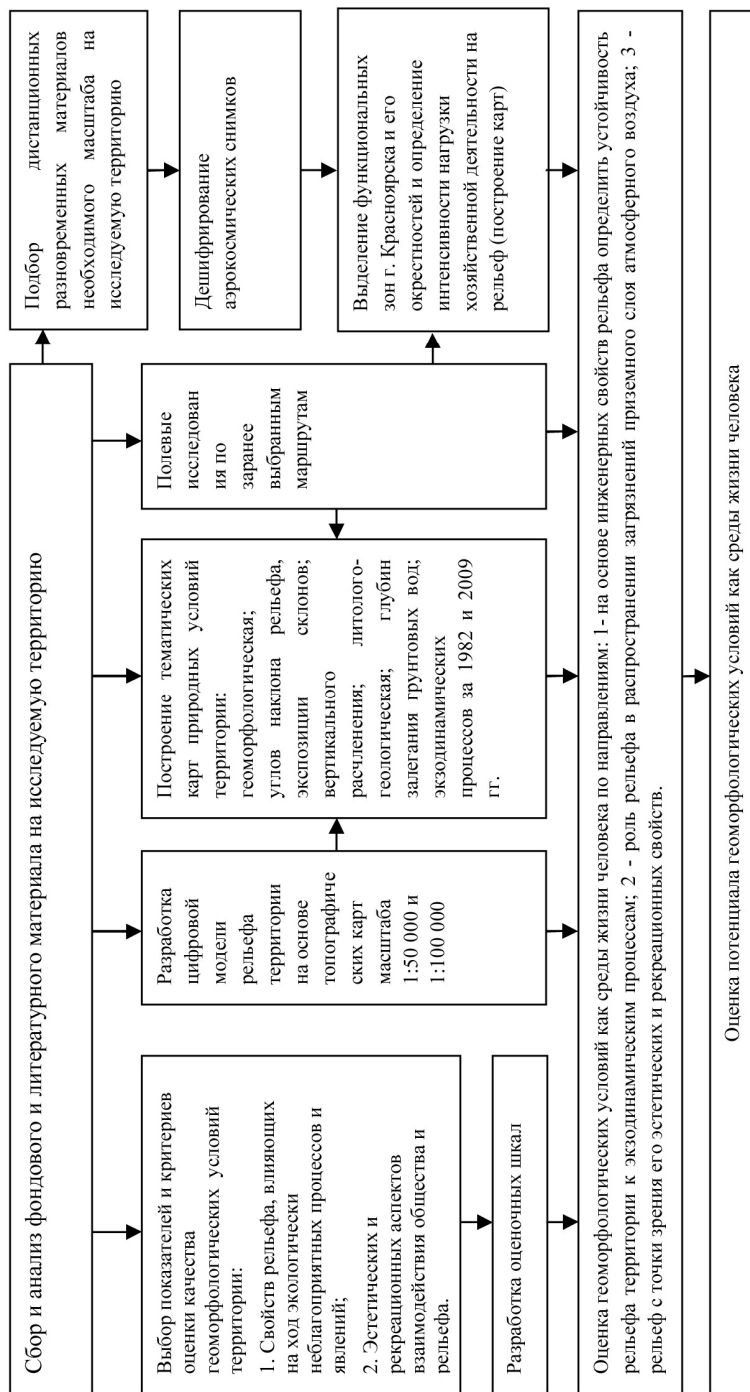


Рисунок 5 - Технологическая схема оценки потенциала геоморфологических условий г.Красноярска и его окрестностей как среды жизни человека

Таблица 2 - Типы геоморфологических районов г.Красноярска и его окрестностей по совокупности рассматриваемых аспектов взаимодействия человека и рельефа

№ типа	Количество районов	Процент от площади исследуемой территории	Устойчивость рельефа к экзодинами ческим процессам	Микроклиматический потенциал формирования качества приземного слоя атмосферы	Привлекательность пейзажа наблюдаемого с элемента рельефа	Доступность территории для рекреационного использования
1	13	0,066296	высокая	умеренный	высокая	высокая
2	37	3,602121	высокая	слабый или низкий	высокая	высокая
3	8	0,039067	высокая	слабый или низкий	высокая	низкая
4	125	6,621421	высокая	слабый или низкий	средняя	высокая
5	92	14,88016	высокая	слабый или низкий	низкая	низкая
6	7	0,143759	высокая	наиболее низкий	высокая	высокая
7	2	0,082339	высокая	наиболее низкий	высокая	средняя
8	2	0,148185	высокая	наиболее низкий	высокая	низкая
9	61	3,554794	высокая	наиболее низкий	средняя	высокая
10	9	0,239218	высокая	наиболее низкий	средняя	средняя
11	1	0,03498	высокая	умеренный	высокая	средняя
12	4	0,059695	высокая	умеренный	высокая	низкая
13	29	1,397421	высокая	умеренный	средняя	высокая
14	5	0,405813	высокая	умеренный	средняя	средняя
15	70	2,90572	высокая	умеренный	средняя	низкая
16	10	0,685452	высокая	слабый или низкий	высокая	средняя
17	23	2,660414	высокая	слабый или низкий	средняя	средняя
18	87	7,658903	высокая	слабый или низкий	средняя	низкая
19	44	1,009672	высокая	наиболее низкий	средняя	низкая
20	38	2,554302	высокая	наиболее низкий	низкая	низкая
21	6	0,001118	средняя или низкая	умеренный	высокая	высокая
22	10	0,156763	средняя или низкая	умеренный	высокая	средняя
23	52	0,216872	средняя или низкая	умеренный	высокая	низкая
24	20	0,763943	средняя или низкая	умеренный	средняя	высокая
25	9	0,811103	средняя или низкая	умеренный	средняя	средняя
26	18	2,154983	средняя или низкая	умеренный	средняя	низкая

Продолжение таблицы 2

№ типа	Количество районов	Процент от площади исследуемой территории	Устойчивость рельефа к экзодинамическим процессам	Микроклиматический потенциал формирования качества приземного слоя атмосферы	Привлекательность пейзажа наблюдаемого с элемента рельефа	Доступность территории для рекреационного использования
27	1	0,00524	средняя или низкая	умеренный	низкая	низкая
28	42	1,386568	средняя или низкая	слабый или низкий	высокая	высокая
29	25	0,597981	средняя или низкая	слабый или низкий	высокая	средняя
30	52	0,669729	средняя или низкая	слабый или низкий	высокая	низкая
31	177	17,95786	средняя или низкая	слабый или низкий	средняя	высокая
32	89	5,375539	средняя или низкая	слабый или низкий	средняя	средняя
33	72	2,942193	средняя или низкая	слабый или низкий	средняя	низкая
34	95	8,220158	средняя или низкая	слабый или низкий	низкая	низкая
35	10	0,306343	средняя или низкая	наиболее низкий	высокая	высокая
36	6	0,051424	средняя или низкая	наиболее низкий	высокая	средняя
37	22	0,271998	средняя или низкая	наиболее низкий	высокая	низкая
38	89	5,689004	средняя или низкая	наиболее низкий	средняя	высокая
39	41	1,83301	средняя или низкая	наиболее низкий	средняя	средняя
40	34	0,573359	средняя или низкая	наиболее низкий	средняя	низкая
41	34	1,158795	средняя или низкая	наиболее низкий	низкая	низкая
42	1	0,016971	весьма низкая	слабый или низкий	высокая	высокая
43	1	0,01369	весьма низкая	слабый или низкий	высокая	низкая
44	2	0,059783	весьма низкая	слабый или низкий	средняя	низкая
45	2	0,015914	весьма низкая	наиболее низкий	низкая	низкая

Потенциал геоморфологических условий, как среды жизни человека, оценивался по качественной шкале (включающей характеристики данных на каждый элемент рельефа):

Высокий - все свойства имеют высокие показатели, возможно одно имеет средний.

Средний - два свойства имеют средний показатель, либо одно свойство наименьший, остальные высокий.

Низкий – три - четыре свойства имеют средний показатель; два – три свойства имеют средний показатель, одно наименьший; два свойства имеют наименьший показатель.

Наиболее низкий – три - четыре свойства имеют наименьший показатель.

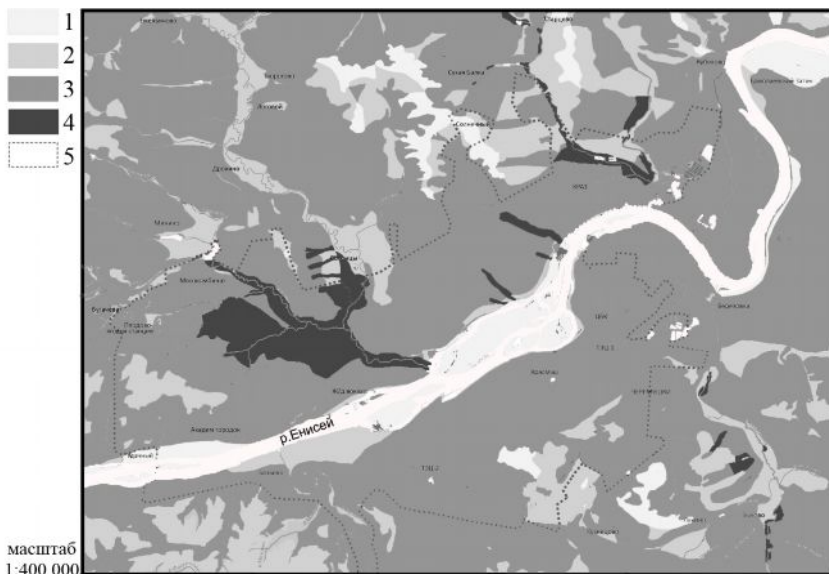


Рисунок 6 - Потенциал геоморфологических условий как среды жизни человека для территории г.Красноярска и его окрестностей

Условные обозначения: 1 – высокий; 2 – средний; 3 – низкий; 4 – наиболее низкий; 5 - административная граница г.Красноярска.

В результате была получена оценочная карта потенциала геоморфологических условий как среды жизни человека для территории г.Красноярска и его окрестностей (рисунок 6), а так же определено, что в целом (77,044% всей исследуемой территории), рассматриваемая территория имеет *низкий потенциал* геоморфологических условий.

Наиболее низкий геоморфологический потенциал имеют (0,854% всей исследуемой территории) фрагменты долин рек Кача, Бугач, Берёзовка, Черёмушка, некоторые древние балки на обоих берегах Енисея. Часть этих территорий, помимо промышленных зон содержит в себе зоны селитебные, что определяет их как крайне некомфортные для проживания и позволяет высказать опасения относительно здоровья жителей.

Районы со *средним* геоморфологическим потенциалом (21,019% всей исследуемой территории) располагаются фрагментарно и тяготеют к водораздельным участкам речных долин, либо к прибрежным их участкам. Как правило, это территории с низкой концентрацией антропогенной деятельности. Исключением является фрагмент верхней поймы, располагаемый в месте слияния рек Базаиха и Енисей, а так же две узкие линии, тянущиеся через все районы города вдоль течения Енисея.

Высокий потенциал имеют приближенные к природным ландшафтам территории (1,083% всей исследуемой территории). В черте города к ним относятся крупные острова Енисея и фрагмент первой террасы, расположенный у подножья гор Восточного Саяна (территория микрорайона Удачный), северная оконечность города (окрестности микрорайона Солнечный). Это территории с наиболее благоприятными для любой деятельности, в том числе и для проживания, геоморфологическими условиями.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные выводы и результаты сводятся к нижеследующему:

1. Разработана технология исследований, позволяющая провести оценку геоморфологических условий, как среды жизни человека, для территории Красноярска и его окрестностей и исследовать различные аспекты взаимовлияния человека и рельефа.

2. Условия взаимодействия человека и рельефа для территории г.Красноярска и его окрестностей складывались при влиянии климатических, геолого-геоморфологических, гидрологических, гидрогеологических, антропогенных факторов и особенностей растительного покрова.

3. Площадь г.Красноярска в соответствии с его административной границей составляет 320 км^2 , из них используется под застройку с разным типом функционирования $164,66\text{ км}^2$, из них: $50,44\text{ км}^2$ – промышленные зоны; $67,75\text{ км}^2$ – селитебные зоны (одна - двух и многоэтажные строения); $26,28\text{ км}^2$ – садово-дачные зоны; $13,58\text{ км}^2$ – зоны сельскохозяйственного назначения; $2,88\text{ км}^2$ – карьеры со складированием коммунально-бытовых и золошлаковых отходов; $2,76\text{ км}^2$ – кладбища; $0,97\text{ км}^2$ – парковые зоны. Определяющую роль при выборе места для основания Красноярска, для дальнейшего развития внутренней структуры города сыграл рельеф. В настоящее время Красноярск достиг такой стадии урбанизации, при которой осваиваются неблагоприятные для строительства территории (склоны более 6° , пойма, лога и балки). Их доля от общей площади функциональных зон города составляет 16,1%.

4. Под влиянием геоморфологических, гидрологических, геологических условий и при воздействии антропогенных факторов сложился характер и структура современных экзодинамических процессов г.Красноярска. По степени устойчивости рельефа к экзодинамическим процессам выделено 1028 геоморфологических районов, сгруппированных в 34 типа. Самым распространённым по площади экзодинамическим процессом является эрозия, на втором месте – суффозия, наименее распространены – карст, обвально-оползневые процессы и оползни. Интенсивность протекания эрозии и суффозии определяется в основном антропогенным фактором.

5. Особенности распространения загрязнённых воздушных масс в нижних слоях атмосферы Красноярска и его окрестностей определяются геоморфологическими, климатическими особенностями и зависят от расположения функциональных зон. Недоучёт природных условий при планировке города привёл к

тому, что выбросы атмосферных загрязнений превышают природный потенциал их очистки.

6. Эстетическая ценность территории Красноярска, при высоком пейзажном потенциале рельефа, ввиду низкой концентрации рекреационных зон, наличию множества промышленных предприятий, плотной застройки, наличию смогов - значительно снижается. Большая часть эстетически привлекательных территорий расположена за пределами административной границы Красноярска, либо в пределах крупных островов Енисея. Рекреационный потенциал рельефа напрямую зависит от эстетической ценности территории и определяется углами наклона поверхности, а, следовательно, доступностью территорий для перемещения и возведения зданий и сооружений. Наиболее доступными и привлекательными объектами рекреации для жителей Красноярска являются крупные острова Енисея.

7. На основе комплексной оценки геоморфологических условий проведено районирование и выделено 1577 районов, сгруппированных в 45 типов. Проведённое районирование позволило разграничить районы с разной степенью благоприятности для жизнедеятельности человека. В целом, потенциал геоморфологических условий для территории Красноярска и его окрестностей оценивается как низкий (77,044% исследуемой территории). Средний потенциал имеют 21,019% территорий, высокий - 1,083%, наиболее низкий - 0,854%.

Список основных публикаций по теме диссертации

В изданиях, рекомендованных ВАК:

1. Мокринец К.С. Эколого-геоморфологический анализ расположения функциональных зон г.Красноярска // Вестник Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева. - 2011. - № 2. - С. 317-323.

2. Мокринец К.С. Цифровая модель рельефа Красноярска как основа для проведения эколого-геоморфологических исследований // Вестник Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева. Гуманитарные и естественные науки. - 2011. - Т.2, № 3(17). - С. 205-209.

3. Мокринец К.С. Микроклиматический потенциал рельефа территории г.Красноярска как условие формирования качества приземного слоя атмосферы // Вестник Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева. Гуманитарные и естественные науки. - 2011. - Т. 2. - №4 (18). - С. 295-300.

В других изданиях:

4. Мокринец К.С. Влияние антропогенного воздействия на активизацию эрозионных процессов (на примере Караульного холма) // География и геоэкология Сибири: материалы всероссийской научной конференции посвящённой Дню Земли и 100-летию Тунгусского феномена. - 2009. - Вып. 3. – С. 249-253.

5. Мокринец К.С. Характеристика атмосферного загрязнения с учётом рельефа г.Красноярска // География и геоэкология Сибири: материалы IV Всероссийской

научной конференции, посвящённой 75-летию образования Красноярского края. - 2009. - Т. 2, вып.2. – С. 34-42.

6. Мокринец К.С. Динамика современных экзогенных процессов на территории Красноярска // Молодёжь и наука XXI века / Материалы XI Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных с международным участием, посвящённой году Учителя, в рамках III Общегородской ассамблеи «Красноярск. Технологии будущего». - 2010. - Т. 1. – С. 86-88.

7. Мокринец К.С. Применение ГИС при эколого-геоморфологических исследованиях // География, история и геоэкология на службе науки и инновационного образования: материалы Международной научно-практической конференции, посвящённой 110-летию Красноярского отделения Русского географического общества и Всемирному дню Земли. - 2011. - Т.2. – С. 93-95.

8. Мокринец К.С. Использование ГИС для оценки эстетического потенциала на основе геоморфологических данных (на примере г.Красноярска) // Всероссийский журнал научных публикаций. - 2011. - № 8. – С. 73-75.

9. Мокринец К.С. Разработка методологии эколого-геоморфологической оценки территории г.Красноярска // Молодёжь и наука XXI века: материалы XII Всероссийской (с международным участием) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных. - 2011. - Т.4. - С. 212-213.

10. Мокринец К.С. К методике оценки интенсивности воздействия хозяйственной деятельности на рельеф урбанизированных территорий (на примере г.Красноярска) // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. - 2011. - № 10 (33). – С. 276-278.

11. Мокринец К.С. Оценка устойчивости рельефа к экзогенным процессам (на примере г.Красноярска) // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. - 2011. - № 12 (35). – С. 260-266.