

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования**

«АЛТАЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт географии
Кафедра физической географии и геоинформационных систем

**МОНИТОРИНГ ЭРОЗИОННЫХ И СКЛОНОВЫХ ПРОЦЕССОВ НА
ТЕРРИТОРИИ БАРНАУЛЬСКОГО ГОРОДСКОГО ОКРУГА**

выпускная квалификационная работа

(магистерская диссертация)

Выполнила студентка
2 курса 991МГиТ группы
Юлия Игоревна Калинин

(подпись)

Научные руководители
канд. геогр. наук, доцент
Олег Васильевич Останин

(подпись)

ст. преподаватель
Галина Сергеевна Дьякова

(подпись)

Работа защищена
«__» _____ 2021 г.
Оценка _____

Допустить к защите
зав. кафедрой
канд. геогр. наук, доцент
Останин Олег Васильевич

(подпись)

Председатель ГЭК
д-р геогр. наук., доцент
Мария Геннадьевна Сухова

(подпись)

Барнаул 2021

РЕФЕРАТ

Калинкина, Ю.И. мониторинг эрозионных и склоновых процессов на территории барнаульского городского округа: выпускная квалификационная работа / Калинкина Юлия Игоревна. – Барнаул, 2021 г.

Выпускная квалификационная работа посвящена изучению мониторинга эрозионных и склоновых процессов на территории Барнаульского городского округа.

Активность эрозионных и склоновых процессов на территории городского округа весьма существенна. За последние годы можно проследить динамику увеличения количества схода оползней, появление новых оврагов и также активизацию уже существующих. Большинство наиболее крупных оползней наносит ущерб жилым постройкам и деятельности человека. Наличие на территории разветвлённой овражной сети уменьшает площадь пригодных для хозяйственного использования территорий, затрудняет прокладку дорожного покрытия. Контроль эрозионной и склоновой обстановки в Барнаульском городском округе необходим для предотвращения чрезвычайных ситуаций, которые нанесли бы ущерб хозяйственной деятельности населения.

Выпускная квалификационная работа состоит из 4 глав, на 75 страницах, 24 рисунков, 7 таблиц, 41 наименований источников использованной литературы, 11 приложений.

ZUSAMMENFASSUNG

Kalinkina, Yu.I. Erosions- und Hangprozesse auf dem Gebiet des Stadtbezirks Barnaul: abschließende Qualifizierungsarbeiten / Kalinkina Yulia Igorevna. - Barnaul, 2021

Die abschließende Qualifizierungsarbeit widmet sich der Untersuchung von Erosions- und Hangprozessen auf dem Gebiet des Stadtteils Barnaul.

Erosions- und Hangprozesse im Stadtteil sind aktiv. In den letzten Jahren ist es möglich, die Dynamik der Zunahme der Erdrutsche, die Entstehung neuer Schluchten und auch die Aktivierung bestehender zu verfolgen. Die meisten der größten Erdrutsche beschädigen Wohngebäude und menschliche Aktivitäten. Das Vorhandensein eines ausgedehnten Netzwerks von Schluchten auf dem Territorium verringert die landwirtschaftlich nutzbare Fläche und erschwert die Pflasterung. Die Erosions- und Hangbedingungen im Stadtbezirk Barnaul müssen so kontrolliert werden, dass keine Notsituationen auftreten, die sich nachteilig auf die menschliche Tätigkeit auswirken würden.

Die abschließende Qualifizierungsarbeit besteht aus 4 Kapiteln, auf 75 Seiten, 24 Abbildungen, 7 Tabellen, 41 Quellenangaben für gebrauchte Literatur, 11 Bewerbungen.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ГЛАВА 1. ЭРОЗИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ И ЭРОЗИОННЫЕ ФОРМЫ РЕЛЬЕФА	6
1.1. Понятие эрозионных процессов	6
1.2. Формы рельефа, формирующиеся под действием эрозионных процессов	10
1.3. Склоновые процессы и формируемые ими формы рельефа	15
ГЛАВА 2. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕРРИТОРИИ БАРНАУЛЬСКОГО ГОРОДСКОГО ОКРУГА	21
2.1. Геологическое строение и рельеф	21
2.2. Гидрология	23
2.3. Климат	24
2.4. Растительный покров	27
ГЛАВА 3. ИНТЕНСИВНОСТЬ ЭРОЗИОННЫХ И СКЛОНОВЫХ ПРОЦЕССОВ НА ТЕРРИТОРИИ БАРНАУЛЬСКОГО ГОРОДСКОГО ОКРУГА	31
3.1. Районирование территории по интенсивности склоновых процессов	40
3.1.1. Первый оползневой район	41
3.1.2. Второй оползневой район	42
3.1.3. Третий оползневой район	43
3.1.4. Четвертый оползневой район	45
3.1.5. Пятый оползневой район	47
3.2. Районирование территории по интенсивности овражной эрозии	50
3.2.1. Первый овражный район	51
3.2.2. Второй овражный район	52
3.2.3. Третий овражный район	53

ГЛАВА 4. ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ РУСЛА РЕКИ ОБЬ НА ЭРОЗИОННЫЕ И СКЛОНОВЫЕ ПРОЦЕССЫ НА ТЕРРИТОРИИ БАРНАУЛЬСКОГО ГОРОДСКОГО ОКРУГА	55
4.1. Меандрирование рек на территории Барнаульского городского округа	55
4.2. Русловые процессы реки Обь	57
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	70
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИСТОЧНИКОВ	71
ПРИЛОЖЕНИЯ	75

ВВЕДЕНИЕ

Данная работа посвящена мониторингу эрозионных и склоновых процессов, происходящих на территории Барнаульского городского округа. Актуальность выбранной темы заключается в том, что исследуемая территория подвергается активному воздействию эрозионных и склоновых процессов, которые негативно влияют на различные здания, инженерные сооружения, дороги. Изучение данной проблемы может помочь в поиске оптимальных путей уменьшения активности эрозионных и склоновых процессов на территории городского округа и предотвращения чрезвычайных ситуаций, связанных с ними.

Объект исследования – территория Барнаульского городского округа.

Предмет – мониторинг эрозионных и склоновых процессов на территории Барнаульского городского округа (далее – г.о.).

Целью работы является выявление эрозионных и склоновых процессов, протекающих на территории Барнаульского городского округа.

Для осуществления обозначенной цели были поставлены следующие задачи:

1. охарактеризовать эрозионные процессы и эрозионные формы рельефа;
2. охарактеризовать физико-географические условия Барнаульского городского округа;
3. проанализировать состояние эрозионных и склоновых процессов на территории Барнаульского городского округа;
4. охарактеризовать зоны, подверженные совокупному влиянию эрозионных и склоновых процессов на территории Барнаульского г.о
5. выявить влияние изменения русла реки Обь на эрозионные и склоновые процессы.

Основой для данной курсовой послужили труды следующих ученых, которые активно занимались разработкой данной темы: Осипов В.И., Звонков В.В., Захаров Н.Г., Кузнецов М.С., Трегубов П.С., Емельянова Е.П., Воскресенский С.С., Залевский А.Г.

При написании работы использовались следующие методы исследования: анализа, синтеза, математико-статистический, геоинформационно-картографический.

ГЛАВА 1. ЭРОЗИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ И ЭРОЗИОННЫЕ ФОРМЫ РЕЛЬЕФА

1.1. Понятие эрозионных процессов

Эрозия – это разрушение горных пород и почв поверхностными водными потоками и ветром, включающее в себя отрыв и вынос обломков материала и сопровождающееся их отложением (Кузнецов, 1996). В современном мире эрозия имеет широкий масштаб распространения и большое количество видов. Наиболее изученными на сегодняшний день являются два самых распространенных вида эрозии – это водная и ветровая.

По скорости развития эрозию делят на нормальную и ускоренную. Нормальная имеет место всегда при наличии сколько-либо выраженного стока, протекает медленнее почвообразования и не приводит к заметным изменениям уровня и формы земной поверхности. Ускоренная идет быстрее почвообразования, приводит к деградации почв и сопровождается заметным изменением рельефа. По причинам выделяют естественную и антропогенную эрозию (Захаров, 2009).

В современном мире большое распространение имеет водная эрозия почв. Данный вид эрозии получил распространение во всех районах, где есть водные объекты. Водная эрозия – это процесс разрушения горных пород и почв дождевыми, талыми и текучими водами (Захаров, 2009). Водная эрозия подразделяется на несколько видов: ирригационная, плоскостная и линейная. Каждый вид имеет свои свойства и путь образования, остановимся на каждой подробнее.

- Плоскостная эрозия:

Или другими словами поверхностная эрозия почв (рис. 1.1.). За счет большого количества стекания талых и дождевых вод по верхним горизонтам

почв, происходит их смыв, что приводит к образованию эрозии. Долгое воздействие дождевых или талых вод на почву, ведет ее к потере ее главного свойства – плодородия.



Рисунок 1.1. – Плоскостная эрозия (Последствия эрозии..., 2018)

Процессы плоскостной эрозии, вызывающие смыв верхнего наиболее плодородного слоя, резко снижают плодородие черноземов, ухудшая их водный, питательный и микробиологический режимы и физико-химические и физико-механические свойства. Поверхностная эрозия, или смыв, в свою очередь делится на плоскостную и струйчатую. Различие это достаточно условное (Захаров, 2009). Считается, что плоскостная эрозия вызывается движением сплошной пелены стока. Практически условия для ее образования создаются редко, и смыв почвы осуществляется преимущественно струйчатыми потоками. Граница перехода поверхностной эрозии в линейную также условна: считается, что если следы эрозии на поле исчезают в результате обычной обработки почвы, то это – поверхностная эрозия. Основная защита почвы от плоскостной эрозии – это залужение.

- **Линейная эрозия:**

это размыв земной поверхности постоянными или временными водотоками с образованием узких протяженных рытвин (рис. 1.2). Эта эрозия начинается со струек, сбегаящих по наклонам рельефа после дождей. Образуется еле заметная ложбина временного водотока или промоина вдоль полевой борозды.



Рисунок 1.2. – Линейная эрозия (Su Erozyonunun izlenmesi..., 2019)

При повторении дождя ложбинки углубляются, со временем превращаются в овраги, а далее – в балки или в речные долины. Появившиеся при этом склоны способствуют развитию новых промоин. Линейная эрозия – это самый мощный фактор общего процесса эрозии, приводящий к понижению возвышенностей и гор (Мирцхулава, 1962). Характерными типами эрозии для степей являются овраги, для субарктики – мелкие рытвины временных водотоков – делли. Также линейная эрозия

подразделяется на глубинную и боковую. Глубинная (или еще ее называют донная) – разрушает дно русла. Донная эрозия имеет направление от устья реки вверх по течению и развивается до достижения уровня базиса эрозии (Звонков, 1975). Боковая эрозия – разрушает берега. При изучении начальных этапов линейной эрозии, мы можем увидеть наличие развития сразу двух ее форм. На начальных этапах чаще всего преобладает глубинная (донная) эрозия, а в последующих – боковая.

- Ирригационная эрозия:

Это разновидность водной эрозии, которая возникает в основном из-за несоблюдения правил полива в орошаемом земледелии (рис. 1.3.). Принцип эрозии заключается в том, что в результате слишком большого полива на участках земли со значительной крутизной, слой почвы начинает потихоньку смываться. В некоторых случаях долгий смыв почвы приводит к образованию оврагов (Трегубов, 1987).



Рисунок 1.3. – Ирригационная эрозия (Разработать противоэрозионные технологии..., 2013)

Места возникновения ирригационной эрозии разнообразны, но основной фактор образования данной эрозии – это человек (Трегубов, 1987).

1.2. Формы рельефа, формирующиеся под действием эрозионных процессов

Под действием эрозионных процессов формируются разнообразные формы рельефа. Эти формы рельефа образуются повсеместно. Наиболее важный фактор образования таких форм рельефа – это вода. Эрозионные и аккумулятивные формы широко распространены на равнинах, а там, где условия благоприятствуют стоку и размыву, они решительно господствуют в рельефе (Горкин, 2006).

Овраг – эрозионная рытвина, выходящая за пределы перегиба склона, на котором возникла промоина (рис. 1.4). Овраги растут главным образом за счет размыва уступа, нередко возникающего в вершине оврага (вершинный перепад). Вода, стекающая в овраг, падает с уступа и, энергично разрушая его, заставляет отступать (Воскресенский, 1971). Одновременно происходят углубление и расширение оврага на всем его протяжении. Скорость роста оврага в длину обычно не превышает нескольких метров в год, но в исключительных случаях овраг удлиняется за год на 60-80 и более метров. При благоприятных условиях длина оврага достигает более 10 км. Глубина зависит от положения расчленяемой поверхности над базисом эрозии оврага и от интенсивности процесса врезания. Склоны глубоко врезанных оврагов имеют высоту в несколько десятков метров.

Крутизна овражных склонов различна и определяется характером слагающих их пород. Овраги, врезанные в песчаные породы, имеют неустойчивые, легко осыпающиеся склоны (Воскресенский, 1971). Овраги могут иметь ответвления и образовывать сложные соединяющиеся системы. Овраг, выработавший профиль, перестает расти. Склоны его постепенно выполаживаются и зарастают, дно выравнивается, овраг превращается в балку.



Рисунок 1.4. – Овраг (фото автора)

Балка – задернованная ложбина эрозионного происхождения (рис. 1.5.). Переход оврага в балку происходит не сразу на всем его протяжении. Он начинается снизу и постепенно продвигается вверх по оврагу. В то время как в нижней части уже сформировалась балка (Новицкий, 1911-1915), в верховьях оврага продолжает расти углубление.

При понижении базиса эрозии, при поднятии водосборного бассейна балки или при резком увеличении количества стекающей в нее воды балка может возобновить рост и вновь стать оврагом. Если овраг, врезаясь, достигает уровня грунтовых вод, в нем появляется постоянный водоток – речка (Новицкий, 1911-1915).



Рисунок 1.5. – Балка (фото автора)

Известно несколько условий, которые содействуют развитию оврагов – это крутые склоны, рыхлые и легкорастворимые породы, морозобойные трещины, достаточное количество осадков и возникновение временных потоков дождевых и талых вод, слабая задернованность поверхности или отсутствие растительности вообще. Важную роль в образовании и росте оврагов играет уничтожение растительности и неправильная распашка земель.

Данные виды рельефа встречаются на многих континентах нашей планеты. Разнообразие географических условий придают различные морфологические черты. В основном овраги развиваются на равнинах степных и лесостепных зон, где они сильно влияют на облик рельефа. Расчленивая поверхность, понижая уровень подземных вод, овраги причиняют очень большой вред хозяйству. Вести борьбу с оврагами трудно: их засаживают кустарниками и деревьями, перегораживают плотинами, предохраняющими почву от дальнейшего размыва. Применяют и другие методы борьбы с оврагами, но все это не всегда дает желаемые результаты.

Огромное значение имеет предупреждение образования оврагов, разумное и бережное отношение к использованию природы.

Помимо временных водостоков, есть и постоянные, которые создают свои формы рельефа. Главная из этих форм – речная долина.

Реки создают долины самостоятельно или в той или иной степени обрабатывают понижения, сформированные тектоникой и карстовыми процессами. От истории развития долины, ее возраста, стойкости и характера залегания пород, в которые она врезана, зависит ее морфология. Долины отличаются друг от друга шириной и строением дна, высотой, крутизной, формой и строением склонов. Дно невыработанных долин совпадает с руслом, но чаще реки создают широкое плоское дно, на котором расположены русло и пойма (Смолянинов, 2010). По внешнему виду можно выделить несколько типов долин:

Пойменная долина имеет широкое плоское дно. Русло занимает часть дна, остальное пространство заливается водой в половодье, т. е. представляет собой пойму. Над поймой поднимаются склоны долины, обычно осложненные надпойменными террасами. Пойменная долина возникает при расширении V-образной долины. Широкие выработанные пойменные долины типичны для равнинных рек (Смолянинов, 2010).

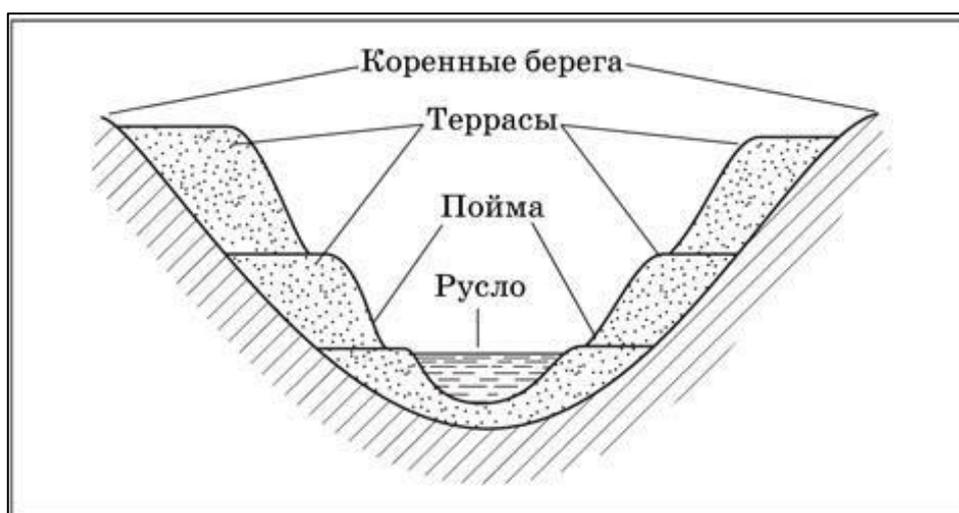


Рисунок 1.6. – Выработанная долина (Смолянинов, 2010)

Часть речной долины, затопляемая во время половодья (рис. 1.6.) – это пойма обычно сложена аллювием и покрыта растительностью. Но иногда она врезана в коренные породы и аллювий почти отсутствует. Ширина поймы больших рек с неравномерным стоком может составлять несколько десятков километров. Часто соседние участки поймы сильно отличаются по ширине. Во время разлива река выносит на пойму наносы, которые постепенно повышают уровень ее поверхности. Также во время отложения наносов, происходит подмыв берегов. Несомненно, формирование почвенного покрова и распределение растительности влияет поймы. Пойма получила широкое применение в сельском хозяйстве, ведь ее территория очень плодородна.

Терраса – горизонтальная или слабонаклонная площадка, вытянутая вдоль склона долины и отделенная от нижележащей террасы уступом (рис. 1.6.). При медленном формировании террас переход от одной террасы к другой может быть постепенным и резко выраженного уступа не образуется (Смолянинов, 2010). Самой нижней речной террасой является пойма, все остальные террасы называются надпойменными.

Речные террасы делятся на эрозионные и аллювиальные. Эрозионные террасы – результат врезания реки в коренные породы (Смолянинов, 2010). Создаются они неравномерным и энергичным врезанием реки при преобладании глубинной эрозии. Врезание вызывается поднятием бассейна реки, понижением базиса эрозии, увеличением массы воды в реке. Эрозионные террасы хорошо выражены в верхнем течении рек, расположенных в предгорьях. В долинах равнинных рек они встречаются значительно реже, чем аллювиальные террасы. При изучении речных террас необходимо тщательно перепроверять все признаки и свойства, так как террасу легко можно спутать с оползнем, возникшим на склонах долины.

Рельеф, в котором господствуют эрозионные формы, – типичный эрозионный рельеф. Формируется он, прежде всего на платформенных;

участках с горизонтальным или слабонаклонным залеганием поверхностных слоев при условии достаточного количества атмосферных осадков. Эрозионный рельеф создается, как правило, совокупной деятельностью временных и постоянных водотоков.

1.3. Склоновые процессы и формируемые ими формы рельефа

Склон – это поверхность, на которой определяющую роль в перемещении вещества играет составляющая ускорения силы тяжести, ориентированная вниз по склону. На долю склонов (с углом наклона более 2°) приходится более 80% поверхности суши (Воскресенский, 1971).

Почти все разрушение поверхности суши протекает в результате склоновых процессов. Кроме того, они развиты на дне морей и океанов. Сущность склоновых процессов в перемещении и при благоприятных условиях – накоплении продуктов выветривания, чаще всего в пределах верхней и нижней частей одного и того же склона. В результате этого на склонах образуются денудационные (выработанные) и аккумулятивные формы рельефа.

Склоны классифицируют по крутизне, длине, форме профиля и происхождению (Емельянова, 1985).

По крутизне выделяет склоны:

- очень пологие (2-4°);
- пологие (4-8°);
- средней крутизны (8-15°);
- крутые (15-35°);
- очень крутые (более 35°).

По длине:

- длинные – более 500 м;
- средние – от 50 до 500 м;

- короткие – менее 50 м.

По форме профиля:

- прямые;
- выпуклые;
- вогнутые, ступенчатые;
- со сложным рельефом (в том числе выпукло-вогнутым).

По происхождению склоны делятся:

- эндогенные;
- экзогенные.

Склоновые процессы и рельеф склонов. Рассмотрим более подробно некоторые процессы, происходящие на склонах, и их морфологические результаты.

- Обвальные склоны

Обвалом называется процесс отрыва от основной массы горной породы крупных глыб и последующего их перемещения вниз по склону. Образованию обвала предшествует возникновение трещины или системы трещин, по которым затем происходит отрыв и обрушение блока породы. Морфологическим результатом обвалов является образование стенок (плоскостей) срыва и ниш в верхних частях склонов и накопление продуктов обрушения у их подножий. Стенки срыва представляют собой довольно ровные поверхности, часто совпадающие с плоскостями разломов и границами пластов. Они наблюдаются на склонах крутизной 30-40°. Ниши формируются на более крутых склонах. Крутизна их стенок достигает 90°, иногда ниши ограничены нависающими карнизами (Воскресенский, 1971). Четко выраженные ниши напоминают по внешнему виду огромные цирковидные чаши (рис. 1.7.).



Рисунок 1.7. – Обвальный склон (фото автора)

Обвалы небольших масс породы, состоящей из обломков размером не более 1 м^3 называют камнепадами.

- Осыпные склоны

Образование осыпей связано преимущественно с физическим выветриванием. Наиболее типичные осыпи наблюдаются на склонах, сложенных мергелями или глинистыми сланцами (Воскресенский, 1971). У классически выраженной осыпи различают осыпной склон, осыпной лоток и конус осыпи.



Рисунок 1.8. – Осыпной склон (фото автора)

Осыпной склон сложен обнаженной породой, подвергающейся физическому выветриванию (рис. 1.8.). Продукты выветривания – щебень, перемещаясь вниз по склону, оказывают механическое воздействие на поверхность склона и вырабатывают в нем желоб – осыпной лоток глубиной 1-2 м при ширине в несколько метров. Движение обломков на осыпных склонах продолжается до тех пор, пока уклон поверхности не станет меньше угла естественного откоса. С этого момента начинается аккумуляция обломков, формируется конус осыпи. Осыпные конусы могут слипаться друг с другом, к ним примешивается грубообломочный обвальный материал, и в конце концов у подножья склона образуется сплошной шлейф из крупных и мелких обломков породы. Формируются отложения, которые называют коллювиальными или просто коллювием (Воскресенский, 1971).

- Оползневые склоны

В отличие от рассмотренных выше процессов при оползании происходит перемещение монолитного блока породы (рис. 1.9.). Процессы оползания всегда гидрогеологически обусловлены. Они возникают в случае, если водопроницаемые породы подстилаются горизонтом водоупорных пород, чаще всего глин. Оползни образуются как в горах (в областях

развития слабосцементированных пород), так и на равнинах, где они приурочены к берегам рек, морен, озер (Осипов, 1999).

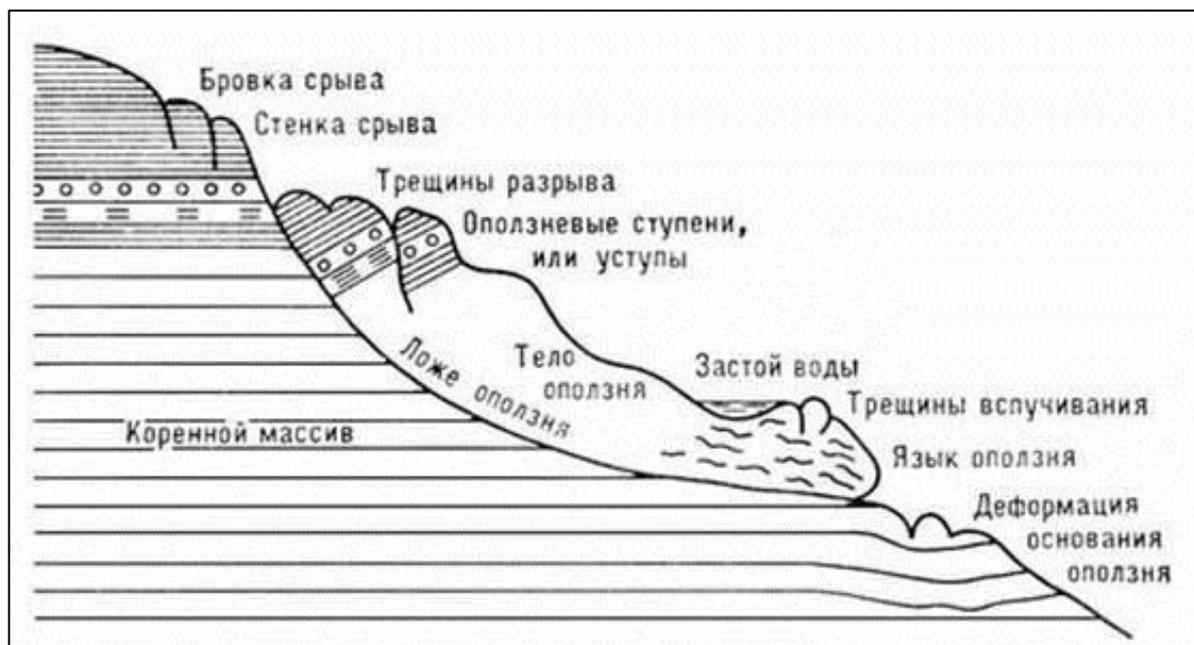


Рисунок 1.9. – Схема строения оползневого склона

В отличие от рассмотренных выше процессов при оползании происходит перемещение монолитного блока породы. Процессы оползания всегда гидрогеологически обусловлены. Они возникают в случае, если водопроницаемые породы подстилаются горизонтом водоупорных пород, чаще всего глин. Оползни образуются как в горах (в областях развития слабосцементированных пород), так и на равнинах, где они приурочены к берегам рек, морен, озер (Осипов, 1999). Возникают оползни на крутых склонах, наклон которых равен или превышает 15° . При меньших углах оползни образуются редко. Размеры оползней сильно варьируют. Встречаются громадные оползни, захватывающие сотни тысяч кубических метров породы, и малые, объем которых не превышает нескольких десятков кубометров. Оползневые склоны делятся на несколько типов:

Оползни-сплывы – мелкие формы оползневых деформаций, возникающие на склонах средней крутизны ($15-30^\circ$). Они образуются за счет сплыва рыхлого материала по поверхности скальных пород или мерзлых

грунтов и захватывают толщу мощностью от 2 до 5 м. Также иногда еще выделяют такие мелкие формы рельефа, как оползни-оплывины, представляющие собой мелкие блоковые оползни, захватывающие толщи пород от 0,3 до 1,5 м (Осипов, 1999). Ведущее значение в их образовании имеет увлажнение верхнего горизонта рыхлых осадков, слагающих склоны, иногда только почвенного слоя.

ГЛАВА 2. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕРРИТОРИИ БАРНАУЛЬСКОГО ГОРОДСКОГО ОКРУГА

2.1. Геологическое строение и рельеф

Территория городского округа проходит через Барнаульский срединный массив Кулундинкой равнины. Кулундинская равнина является периферийной тектонической структурой Западно-Сибирской плиты. На геологическом разрезе мы можем увидеть, что в геологическом строении принимают участие палеозойские скальные породы складчатого фундамента, также можем увидеть породы кайнозойской складчатости. На глубинах около 270 м залегают палеозойские породы, в свою очередь на поймах рек они углубляются до 370 м. Залегая на глубине, данные породы не выходят на поверхность (Барнаул, 2006). Из палеогеновой, неогеновой и четвертичной системы распространены континентальные песчано-глинистые осадки. Породы, которые находятся на платформе, имеют субгоризонтальное залегание.

Территория городского округа сложена неоднородными отложениями, что видно в разнообразии пород, залегающих на разной глубине. Известно, что основная часть города, которая занята Приобским плато, сложена покровными лессовидными суглинками. Суглинки и супеси делювиально-пролювиально-деляпсивные обнажаются на склонах плато; также на склонах обнажаются суглинки, и пески краснодубровской свиты. Песчаные отложения поймы реки Барнаулки прослеживаются в центральной части города. Обрамляя город, долина реки Обь оставляет песчаные осадки, а в подошве склона реки прослеживаются глины и суглинки кочковской свиты (Барнаул, 2006). В связи с этим на территории Барнаульского городского округа активно происходит размывание пород, которые в свою очередь способствуют

развитию эрозионных и склоновых процессов. Данные процессы особенно активно протекают на берегах рек города.

Рассматривая геологию Барнаульского городского округа, можно проследить большую зависимость рельефа от геологического строения. Рельеф города разнообразен, как по происхождению, так и по формированию, и имеет различную степень изученности (Приложение 1).

Рельеф территории Барнаула определяют основные геоморфологические структуры, такие как Приобское плато и долины рек Обь и Барнаулка. Приобское плато – это пологая равнина, которая имеет максимальные отметки от 230-250 м, в северной части на границе с долиной реки Барнаулки, эти отметки опускаются до 185-190 м. Абсолютные отметки в южной нагорной части изменяются от 180 до 230 м. Наивысшая отметка была зафиксирована на высоте 251,4 м в районе АО «Барнаулмясо» (Скубневский, 2000). В целом рельеф плато осложнён эрозионными геоморфологическими структурами разных форм: долиной реки Пивоварки, оврагами, мелкими понижениями, западинами (Скубневский, 2000). Наиболее крупная из них – это долина реки Пивоварки (лог Пивоварки) протяженностью 12 км. Более меньший овраг Сухой лог протяженностью 8 км, который расположен в западной части Барнаульского г.о. В долине Оби склон плато крутой достигает 25-60, местами обрывистый с отметками высот от 50 до 110 м. В целом склон неустойчив, так как подвержен частому оползнеобразованию, плоскостному смыву (Скубневский, 2000). Более пологий склон у левобережья долины Барнаулки достигает всего 2-5, имеет менее выраженный рельеф, но правобережный склон достигает высотой 40 м и выражен в рельефе относительно четко, так как склон более крутой (20-50).

Обрамляя приобское плато, Обь представлена как низкой, так и высокой поймой. Пойма на левобережье близь поселка Ильича достигает в ширину до 1,5 км, а в районе отстойников около 4 км. Если рассматривать правый берег Оби, то самая крупная пойма достигает 5-7 км в ширину

(Скубневский, 2000).

Террасированная долина Барнаулки представлена поймой и тремя надпойменными террасами (Скубневский, 2000). Пойма не очень широкая, около 50-20 м, местами отсутствует, высотой достигает не более 2м, кроме тех мест, где она подсыпана (2-5 м). Что касается террас, то первая надпойменная терраса располагается на левом берегу реки и достигает в ширину 500-800 м, далее расположена 2 надпойменная терраса, местами их разделяет улица Короленко. Вторая надпойменная терраса занимает только левый берег реки и имеет ширину не более 950м. Разделяющей границей между второй и третьей террасами является улица Чкалова. Для третьей террасы характерен дюнно-грядовый рельеф, который вызван развитием эоловых песков (Скубневский, 2000). Ширина достигает 600-900 м, граница третьей террасы и приобского плато проходит по улице Молодежной. Средняя высота всех надпойменных террас располагается в пределах от 140 до 185 м.

2.2. Гидрология

Речная сеть Барнаульского городского округа представлена: одной из крупнейших рек России – Обью, и ее притоком р. Барнаулкой (Приложение 2).

Главная водная артерия городского округа обрамляет его с севера и востока. В долине реки выделяют высокую и низкую пойму. Левобережье простирается от 500м до 4 км, так наибольшую ширину пойма имеет в районе северо-запада городского округа, а наименьшую – у поселка Ильича (около 1,5 км).

В свою очередь правый берег реки представлен более пологой и широкой поймой, имеющую высоту всего 4-6 метров и ширину до 7 км (Скубневский, 2000). Пойма правого берега очень сильно деформирована и

имеет множество стариц, болот, покрытых кустарниками и луговой растительностью.

Характеризуя, реку Обь, можно сказать, что это равнинная река со средним расходом воды до 6 тыс.м³/с. Основную часть года река покрыта льдом, около 170 дней с толщиной льда до 2 м. Весеннее половодье отмечается резким поднятием уровня воды на 4-7 м. Во время теплого периода отмечается две волны паводочные, одна из них – это таяние снега на равнинной части в конце апреля- начале мая, а другая стаивание льдов в конце июня (Приложение 3).

Река Барнаулка один из притоков р.Обь, которая берет свое начало в Шипуновском районе. Преимущественно равнинная река, имеет длину около 200 км и площадь 5500 км². Основное питание у реки грунтовыми водами, которые расположены сравнительно на небольшой глубине.

В черте города в Барнаулку впадает р. Пивоварка, текущая по бывшему заводскому пруду. Питание река получает в основном дождевое с конца апреля и до середины июня. Река имеет общую площадь более 58км.

Водные ресурсы в районе города испытывают серьезную антропогенную нагрузку – это и сброс отходов, а также сточные воды промышленных предприятий. Наиболее нарушен естественный баланс у р. Пивоварка, так как на всей ее территории происходит колоссальный сброс сточных вод.

2.3. Климат

Территория Барнаульского г.о. входит в область континентального умеренного климатического пояса. Континентальный климат характеризуется большой амплитудой колебания температуры, летние температуры могут достигать отметок до +34° С, а зимние опускаются до -42° С. Из этого можем сделать вывод о большом колебании температур в континентальном климате

(Харламова, 2005). Помимо температуры, климат характеризуется неравномерностью выпадения атмосферных осадков. В летний период выпадает достаточное количество осадков, примерно 280 мм, а в зимний период их значительно меньше – 153 мм. Относительная влажность в холодный период года варьируется в пределах 74-79%, а в теплый период составляет 55-73%. Ветра в основном юго-западные, западные и южные.

За последние 30 лет отмечается значимое повышение среднегодовой температуры с +2,0 до +2,7° С, преимущественно за счет увеличения средней температуры зимних месяцев от 0,5 до 2 градусов и сокращения средней продолжительности зимы на 4-5 дней, одновременно с небольшим повышением температуры летних месяцев в пределах 0,5 градуса и большей средней продолжительностью лета на 3-4 дня (Харламова, 2005). Данные об изменении температур, мы можем видеть в таблице температур воздуха в период с 2001 по 2017 гг. В целом за последние годы можно проследить повышение температуры, которое способствует увеличению количества осадков, что может повлечь за собой развитие опасных эрозионных и склоновых процессов. Частые и обильные осадки вызывают размывание почв и появление небольших промоин. С каждым годом промоины все более разрастаются, перерастая в овраги, и тем самым увеличивая площадь занятую эрозионными и склоновыми формами рельефа.

По количеству атмосферных осадков Барнаул относится к зоне недостаточного увлажнения (Харламова, 2005). Среднегодовое количество осадков составляет 539 мм, во время теплого режима выпадает около 70% от общего их количества. Наиболее продолжительные осадки наблюдаются в зимний период, особенно в ноябре -декабря, в это время формируется устойчивый снежный покров.

Можно сказать, что погодные условия в городе достаточно контрастные, так как городской округ находится внутри континента и расположен далеко от крупных водоемов. Поэтому при поступлении

воздушных масс разных температур. При этом погодные условия в городе могут быть достаточно контрастными – это объясняется внутриконтинентальным расположением с удаленностью от крупных водоемов. Поступление воздушных масс разных температур со стороны Атлантики, Алтайских гор, Северного Ледовитого океана и степных районов Средней Азии может создавать относительно крупные положительные и отрицательные аномалии температур и атмосферных осадков в любое время года (Харламова, 2005).

Таблица 2.1. – температуры воздуха в период 2001-2020 гг.

Показатель	Месяц												Год
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Абсолютный максимум, °С	5	7	16	32	37	37	38	38	34	27	15	6	38
Средний максимум, °С	-11	-8	-1	10	20	24	26	24	18	9	-2	-9	9
Средняя температура, °С	-16	-14	-7	4	13	18	20	17	11	4	-6	-13	3
Средний минимум, °С	-20	-19	-12	-1	7	12	14	12	6	0	-10	-17	-3
Абсолютный минимум, °С	-48	-43	-36	-28	-9	-1	3	0	-8	-27	-39	-44	-48
Норма осадков, мм	24	18	17	28	40	55	68	44	34	37	37	31	433

Остановимся подробнее на микроклимате в разных частях городского округа. В районе площади Спартака и долины реки Барнаулки, а также прилегающей пониженной старой части города могут наблюдаться благоприятные условия для стекания холодного плотного воздуха с

окружающей территории и его застаивания. Особенно низкие температуры в холодное время года наблюдаются на западных окраинах города и прилегающих участках. Зимой более высокие температуры наблюдаются на площади Октября, Новом рынке и в нагорной части города (Харламова, 2005).

В летний период характеризуется наибольшим количеством тепла в центральной части города – это площади Спартак и Октября. Более низкие температуры могут наблюдаться в парковых зонах и зонах одноэтажной застройки.

2.4. Растительный покров и ландшафтная структура

Флора Барнаульского городского округа (Приложение 4) и его окрестностей относится к подзоне южной лесостепи. Коренная растительность представлена степными, лесными и пойменно-луговыми типами, здесь распространены злаки и разнотравье.

Степные поверхности приурочены к поверхности Приобского плато, где распространены разнотравно-злаковые ассоциации (мятлик узколистый, кострец безостый, лапчатка серебристая, люцерна серповидная), развитые на обыкновенных и выщелоченных черноземах (Барнаул, 2006). Они почти полностью распаханы или угнетены хозяйственной деятельностью человека и сохранились лишь на склонах балок, логов и на выгонах близ селений.

Леса занимают днища и склоны балок: берёзовые колки с примесью осины и подлеском из шиповника, караганы. На поверхности ложбины древнего стока произрастает Барнаульский ленточный бор, в котором насчитывается до 30 видов древесных пород. Берега рек обильно поросли черёмухой, ивой, тополем (Ревякин, 2006).

Клен ясенелистный, береза и тополь бальзамический сибирский – наиболее часто встречаемые виды деревьев на территории города. К

остальным менее распространенным относятся сирень венгерская и обыкновенная, яблоня ягодная (сибирская), рябина сибирская, вяз японский и приземистый, ель обыкновенная и сибирская.

Всего в бору в черте города растет 30 видов древесных и кустарниковых пород. Травянистый покров бора состоит из засухоустойчивых злаков (ежа сборная, полевица гигантская, купена лекарственная, различные виды горошка, клевера) и разнотравных растений (ирис русский, хвощ лесной, фиалки) (Ревякин, 2006). В пониженных местах бора – богатый моховой покров с зарослями кустарничков – брусники, черники и высоких трав, а также разнотравно-злаково-папоротниковые сообщества (папоротник-орляк обыкновенный, овец пушистый, купена лекарственная, герань лесная, душица обыкновенная).

Берега реки Барнаулки, протекающей через бор, обильно поросли черемухой, калиной, жимолостью татарской и шиповником.

Среди городской застройки растительность представлена искусственными насаждениями – парками (Юбилейный, Центральный, Солнечный ветер, Изумрудный, Лесная сказка, Нагорный, дендрарий), скверами, бульварами, которые располагаются у общественных зданий. Основные древесные породы – тополь чёрный, клён ясенелистный, рябина, берёза бородавчатая, ель сибирская, яблоня (Ревякин, 2006). Всего в городе и его окрестностях произрастает 880 видов сосудистых растений, которые относятся к 95 семействам и 413 родам, из них 30 видов занесены в Красную книгу Алтайского края.

По геоботаническому районированию флора городского округа относится к подзоне южной лесостепи. Выделяется несколько геоботанических районов: Приобский район южной лесостепи, район средней лесостепи Бийско-Чумышской возвышенности, а также пригородные районы приобских сосновых лесов, сосновых боров, ложбин древнего стока и пойменных лугов.

В целом растительность – эффективное средство защиты почв от эрозии, так как она принимает на себя ударную силу капель дождя. Корни растений скрепляют почвенные частицы, тем самым препятствуя размыву и смыву почв. Они также способствуют проникновению вод поверхностного стока в почву (Эйтинген, 1949). Растения снижают скорость водного потока. Лесная подстилка и дернина препятствуют заиливанию пор. Растительность дает возможность накопить больше снега и таким образом ослабить промерзание почв, обеспечив лучшее впитывание воды в почву в период весеннего снеготаяния. Нарушение растительного покрова приводит к развитию эрозии. Наиболее интенсивно эрозия проявляется на склонах, лишенных растительности. Лучше всего от эрозии защищают растения с мощной корневой системой. Основным примером растительности, которая сдерживает оползневые процессы, является густой многолетний травяной покров. Но лучше всего развитие оврагов сдерживают древесные породы. Одна из таких пород – это береза, она хорошо выдерживает засухи, и морозоустойчива. Её способность размножаться семенами, порослью, корневыми отпрысками помогает ей прочно удерживать те площади, где ее посадили, и расширять область распространения на соседние территории.

На бедных и сухих почвах хорошо растут и задерживают развитие оврагов вяз и татарский клен. Данные деревья цепкие и неприхотливые. Там же, где не могут расти данные виды, возможно, выживут кустарники золотистой смородины, жимолости татарской, акации желтой, ирги (Эйтинген, 1949).

Одна из морозостойких древесных пород, которая задерживает развитие оврагов и неприхотлива к почве – это лиственница. В основном лиственница произрастает в зоне лесостепи и северной части степной зоны.

Не менее полезна в защитных насаждениях и сосна. Она переносит самые неблагоприятные условия: жару, мороз, сухость, экономно расходует воду. Транспирация ее такая же, как и у сельскохозяйственных культур.

Ясень, клен остролистный и некоторые виды тополей немного более привередливы к условиям произрастания. Ясень и клен сажают в нижней части оврага, там, где почвы богаты минеральными веществами и влагой. Тополь, особенно черный, используют при облесении днищ оврагов (Эйтинген, 1949).

Из вышесказанного, можно сделать вывод, что для укрепления склонов и предотвращения развития склоновых и эрозионных процессов, необходимо грамотно размещать травянистые, кустарниковые и древесные насаждения. «Многоярусное» укрепление, т.е. комбинированное использование травянистых и кустарниковых, травянистых и древесных видов будет более эффективно, нежели использование только травянистого или только кустарникового покрова. К сожалению, в настоящее время в Барнаульском городском округе не ведется комплексных целенаправленных мероприятий, направленных на улучшение эрозионной обстановки, поэтому с каждым годом мы наблюдаем увеличение площади, подверженной эрозии.

ГЛАВА 3. ИНТЕНСИВНОСТЬ ЭРОЗИОННЫХ И СКЛОНОВЫХ ПРОЦЕССОВ НА ТЕРРИТОРИИ БАРНАУЛЬСКОГО ГОРОДСКОГО ОКРУГА

Территория Барнаульского городского округа является местом протекания эрозионных процессов средней активности. Активизация процессов наблюдается в весенний период паводков на реках в пределах г.о. Развитие опасных геодинамических процессов на территории городского округа во многом зависит от геологической среды, которая определяет вид возникновения процессов и многие специфические черты их динамики. За всеми эрозионными процессами, происходящими на территории Барнаула, ведется информационная сводка о проявлении ОЭГП, которая выпускается раз в квартал. В ходе выполнения работы были проанализированы сводки за все кварталы в период с 1 квартала 2010 г. по 4 квартал 2018 г., а также рассмотрен прогноз развития ОЭГП на 2019 г.

Данная информационная сводка составляется по оползневым процессам разного происхождения. По происхождению оползни бывают двух основных видов – это эрозионные и суффозионные. Так как в сводках отдельно оползни эрозионного происхождения не рассматриваются, мы будем анализировать все данные, которые были получены на данный период (приложения 9, 10).

- **2010 год**

За проведенный анализ сводок обычно оползневые процессы в пределах г.о. происходят в период паводков, но в 2010 году было зафиксирован сход оползня в 1 квартале. Оползень образовался в ночь с 5-го на 6-ое января 2010 года на территории ЗАО ЗПК «Барнаульская мельница». Площадь оползня около 40м². Объем смещенных грунтовых масс около 120 м³. Следует отметить, что грунты в оползневой зоне, вследствие

продолжительных осадков в летний период 2009 года были перенасыщены влагой, что привело к их промерзанию в зимний период на значительную глубину. Оползень вызвал разрыв водопровода. Руководством предприятия были приняты меры по немедленному устранению утечки, особого воздействия оползень на другие объекты не оказал.

- **2011 год**

Оползневые процессы на территории городского округа были зафиксированы в период паводков. За паводковый период было зафиксировано 14 сходов оползней с суммарным объёмом 57 тыс.м³. Сход одного из оползней объёмом не менее 15 тыс.м³ в марте привел к разрушению линии ливневого коллектора, возникла угроза воздействия оползневых процессов на жилые дома и находящиеся вблизи объекты фирмы «Алтопрод-торг». 10 и 22 июня, в период ливневых дождей, в овраге сошли оползни объёмом по 10 тыс.м³. В пос. Гоньба зафиксировано 2 схода оползней небольших объёмов. Прямого воздействия оползнями на объекты поселка не оказано, но на всем протяжении береговой линии в пределах поселка имеется опасность схода значительных по объёму оползней.

- **2012 год**

Пик оползневых процессов приходится на период паводков, в 2012 году во втором квартале отмечалась резкая активность оползней, которые причинили ущерб городу. В пределах оползневой зоны г.о. (левый берег р. Обь и правый береговой склон р. Барнаулка) было зафиксировано 12 сходов оползней. Суммарный объём сошедших грунтовых масс составил 2,33 тыс.м³. Количество зафиксированных оползней, по сравнению с аналогичным периодом 2011 г., осталось, практически, неизменным, объём сошедших оползневых масс уменьшился почти в 16 раз. В целом, эти показатели находятся в пределах среднемноголетних значений. Среди сошедших

оползней 8 проявлений суффозионного происхождения, 4 – эрозионного. В пределах промышленной зоны отмечалось увеличение техногенной нагрузки на склон в результате организации свалок. Кроме того, расширяется строительство в прибрежной зоне без выполнения рекомендаций по защите берега от оползневого процесса. В Барнаульской оползневой зоне в пределах Центрального района зафиксировано 3 схода оползней суммарным объёмом около 250 м³. В оползневой зоне Октябрьского района, по результатам дежурной съёмки, выявлено 6 сходов оползней суммарным объёмом около 930 м³. Основная часть оползней приурочена к промышленной зоне, где количество оползнеобразующих факторов несколько выше, чем в жилой части района. В пределах оползневой зоны Ленинского района г. Барнаула зафиксировано 3 схода оползней суммарным объёмом около 1,15 тыс.м³. На участке берегового склона в районе п. Казённая Заимка отмечены многочисленные сходы оползней, обрушений, сплывов грунтов общим объёмом около 1000 м³. Причиной активизации геодинамических процессов здесь стали суффозионная деятельность подземных вод и замачивание берегового склона талыми водами. Помимо оползневых процессов в паводковый период происходит интенсивное разрушение берегового склона под действием речной эрозии.

- **2013 год**

При анализе сводок за 2013 год было выявлено, что активизация эрозионных процессов приходилась на 2 квартал. За этот период в пределах оползневой зоны Барнаульского г.о. было зафиксировано 10 оползней, общим объёмом 2,5 тыс. м³. Количество зафиксированных оползней, по сравнению с аналогичным периодом 2012 года, осталось практически неизменным. За отчетный период 1 и 3 квартала в пределах Барнаульского участка наблюдений сходов оползневых блоков и активизаций других разновидностей ОЭГП не зафиксировано. При анализе сводок, данных за 4

квартал не было получено, но при анализе за прошлые годы можно предположить, что в этом квартале не было активизации оползневых процессов.

- **2014 год**

В 2014 году за 4 квартала наблюдалась активизация эрозионных процессов в пределах г.о. во 2 квартале. За период с апреля по май объем оползневых масс составил 160 м³. Активизация оползневого процесса, отмечалась в пределах оползневой зоны городского округа, в Центральном, Октябрьском и Ленинском районах города. В остальные периоды оползневые процессы не были зарегистрированы, либо происходили в единичных случаях.

- **2015 год**

За второй квартал 2015 года в пределах оползневой зоны в г.о. (левый берег р. Обь и правый береговой склон р.Барнаулка, общей протяженностью 42 км) выявлено 12 сходов оползней с объемом 6350 м³. Количество зафиксированных оползней, по сравнению с аналогичным периодом 2014г., осталось практически неизменным, объём оползневых масс увеличился более чем в 4 раза. В пределах оползневой зоны Центрального района г.о. выявлено 2 активных проявлений оползневого процесса. Суммарный объём сместившихся оползневых масс составлял около 550 м³. На участке пер. Присягина – ул. Тачалова отмечался сход оползня объемом 50 м³. На правом склоне долины р. Барнаулка, ул. Мамонтова д. 252, сошел оползень объемом около 500 м³. В Октябрьском районе г. Барнаула выявлено 7 активных проявлений оползневого процесса. Суммарный объём сместившихся оползневых масс составлял около 4700 м³. На территории Ленинского района г. Барнаула выявлено три активных проявления оползневого процесса. Суммарный объём сместившихся оползневых масс составлял около 1100 м³.

- **2016 год**

Данный год характеризуется особой зафиксированной активностью эрозионных процессов во втором квартале на территории городского округа. В пределах оползневой зоны г.о. (левый берег р. Оби и правый береговой склон р. Барнаулки, общая протяженность – 42 км) было зафиксировано 11 сходов оползней объемом 1330 м³. Количество оползней по сравнению с аналогичным периодом 2015 г., осталось неизменным, объём оползневых масс снизился более, чем в 4 раза. Отмечены несколько новых участков, где ранее развитие оползней не наблюдалось. В оползневой зоне Центрального района зафиксирован 1 оползень объёмом около 50 м³. Достаточно активно оползневые процессы продолжают развиваться в пос. Ерестна. В Октябрьском районе произошло 6 сходов оползней суммарным объёмом около 930 м³. Все оползни находятся в зонах промышленно-хозяйственной деятельности. В пределах оползневой зоны Ленинского района г. Барнаула зафиксировано 4 оползня суммарным объёмом 350 м³. В районе СНТ «Обь-2» наиболее заметные обрушения грунтов замечены напротив садовых участков №№ 577, 580, 631. Здесь поверхность плато покрыта многочисленными открытыми трещинами заколов оползневых блоков. Заколовшиеся и осевшие в предыдущие годы оползневые блоки продолжают проседать. В п. Казённая Заимка на всем протяжении береговой линии отмечены многочисленные сходы оползней, обрушений, сплывов, оплывин незначительных объемов. Факторы, которые способствуют образованию оползней, выступают замачивание берегового склона талыми водами в период весеннего сезонного оттаивания грунтов, слагающих склон, и суффозионная деятельность подземных вод. Немаловажную роль в осложнении геодинамической обстановки на участке играет достаточно интенсивные гравитационно-эрозионные процессы в паводковый период. В остальные кварталы наблюдалось относительное затухание эрозионных процессов.

Из просмотренных информационных сводок о проявлении ОЭПП за установленный период, можно выявить особый пик активности эрозионных процессов во втором квартале, так как период паводков благоприятная среда для развития оползней на данной территории. Меньшую активность схода оползня наблюдается в 1 и 3 квартале, 4 квартал фиксируется спокойствием эрозионных процессов. Для уменьшения схода оползня нужно готовиться заранее, укреплять прибрежную зону, зону особого риска образования оползней.

- **2017 год**

В пределах оползневой зоны г. Барнаула (левый берег р. Оби и правый береговой склон р. Барнаулки, общая протяженность – 42 км) было зафиксировано 11 случаев активизации оползневого процесса (суммарный объём оползней ~ 2600 м³). Количество оползней, по сравнению с аналогичным периодом 2016 г., осталось неизменным, объём оползневых масс увеличился почти в 2 раза. По условиям формирования оползни отнесены к суффозионному (5), эрозионному (3), полигенному (3) типам генезиса. Во 2017 г. оползневой процесс характеризуется некоторым повышением активности. В пределах промышленной зоны растёт техногенная нагрузка на присклоновую территорию в результате организации несанкционированных промышленных свалок, строительства производственных объектов. Отмечены просадки поверхности на всех свалках, состоящих из тяжелых техногенных грунтов. В значительной части береговой зоны города существует необходимость проведения противооползневых мероприятий и возведения капитальных берегоукрепительных сооружений. В пределах оползневой зоны Центрального района на участке пер. Присягина – ул. Тачалова сошел оползень объёмом ~ 50 м³. Оползень эрозионного происхождения, образовался в результате замачивания берегового склона талыми водами.

В последние годы на участке СНТ «Обь-2» крупные оползневые смещения отсутствуют. Тем не менее, в прибрежной части и на самом береговом склоне р. Обь напротив территории садового товарищества геодинамическая обстановка очень сложная. Визуально отмечается продвижение бровки берегового склона в сторону садоводства, как в результате его размыва вешними водами в период весеннего снеготаяния, так и посредством круглогодичных обрушений на вертикальных стенках склона горных пород мелких и средних объемов. Наиболее заметные обрушения горных пород отмечены напротив садовых участков №№ 577, 580, 631, 689, эксплуатация которых продолжается, несмотря на рекомендации по запрету садово-огороднической деятельностью. В береговой черте поверхность плато покрыта многочисленными открытыми трещинами заколов оползневых блоков. Заколовшиеся и осевшие в предыдущие годы оползневые блоки все больше проседают, существует вероятность образования оползней второго порядка.

- **2018 год**

В пределах оползневой зоны г. Барнаула (левый берег р. Оби и правый береговой склон р. Барнаулки, общая протяженность – 42 км) на уч. Барнаульский зафиксировано 2 случая активизации оползневого процесса. Оползни образовались в результате замачивания поверхности склона талыми водами в период начала весеннего снеготаяния и оттаивания грунтов. На участке пер. Присягина – ул. Тачалова, в пределах образовавшегося в 2011 г. оползневого цирка, напротив дома №4 по пер. Присягина, сошел оползень объемом ~ 50 м³. Оползень сформировался в верхней и средней частях южного склона оползневого цирка. Язык оползня сместился в северо-восточном направлении по поверхности оползневых тел предыдущих лет, залегающих в приподошвенной части склона. Здесь они подвергаются замачиванию, частичному размыву подземными водами, с выносом их в

русло р.Оби. На участке сохраняется необходимость проведения капитальных берегоукрепительных работ. Участок Лесокирзаводской спуск. В нижней части автомобильного спуска, где производится несанкционированное изъятие глинистых грунтов, сошел оползень объемом около 30 м³. Большая часть смещенных оползневых масс была вынесена талыми водами в виде полужидких грязевых потоков на территорию п. Ильича, и далее, по ливневым лоткам и канавам, в р. Обь. Здесь активное развитие оползней создает угрозу для строений частного жилого сектора, расположенного на поверхности «плато». Вблизи участка автодороги Р-256 (427 км), в районе с. Долина Свободы развивается блоковый оползень II порядка, расположенный внутри древнего оползня. Зона надоползневого уступа представляет собой серию дугообразных трещин и уступов высотой от 1 до 2,5 м. Оползневое тело структурное, разбито трещинами, но сохранило структуру склона. Язык оползня состоит из ряда валов выдавливания, высота основного вала достигает 3-4 м, высота конечных валов – до 0,5-1 м. Оползень с блоковым механизмом смещения горных пород, с глубиной захвата пород до 2-3 м. Активность оползневого процесса высокая(приложение 5).

- **2019 год**

За 2019 год в пределах оползневой зоны в г.о.(левый берег р.Обь и правый береговой склон р.Барнаулка, общей протяженностью 42 км) выявлено 10 сходов оползней общим объемом 6350м³. В «Барнаульской оползневой зоне» зафиксированы 2 случая активизации оползневого процесса. Оползни образовались в результате замачивания склона талыми водами и оттаивания горных пород. Первый оползень объемом около 30 м³ сошел вблизи дома № 4 по пер. Присягина. Второй оползень объемом около 150 м³ зафиксирован в районе ООО «Гамбит» по ул. Фабричная. Оползень сформировался в результате пригрузки склона техногенными грунтами. Тело оползня в основном представлено техногенными отходами, которые

подвержены размыву талыми и родниковыми водами с выносом их в русло р. Обь.

- **2020 год**

За 2020 год в пределах оползневой зоны в г.о.(левый берег р.Обь и правый береговой склон р.Барнаулка, общей протяженностью 42 км) выявлено 18 сходов оползней общим объемом 4700м³. В г. Барнауле (Ленинский район), 9-й Заводской проезд, 40 (пункт наблюдений Барнаульский) с апреля 2020 г. отмечена активизация оползневых процессов. В настоящее время ЭГП – в стадии развития, базисом служит русло р. Оби. Длина активного участка – 5 м, ширина – 50 м, площадь –250 м², объём – 30 м³, грунты сползли к подошве склона. Затронуты супеси, суглинки полигенетических отложений краснодубровской свиты на глубину 0,12 м. Предыдущий сход был в 2019 г. Триггерный фактор оползневого смещения - интенсивное снеготаяние. В результате бровка оползневого цирка продвинулась вглубь городской территории на 0,2 м, уничтожено 10 м² земель населённого пункта, воздействие происходило в апреле-мае.



Рисунок 3.1. – Суммарный объем оползневых масс за 2010-2020 гг.

Основные факторы активизации оползневых процессов: речная боковая эрозия; суффозионные явления; размыв и замачивание прибрежной части берегового склона талыми и дождевыми водами; инженерно-хозяйственная деятельность человека. Каждый из факторов в большей или меньшей степени влияет на объем схода оползневых масс. Из проделанного анализа видно, что в 2011 году было больше всего образований оползней, по сравнению с другими рассмотренными годами (рис. 3.1).

3.1. Районирование территории по интенсивности склоновых процессов

На данный момент в зоне действия активизации оползневых процессов на территории Барнаульского городского округа, находится участок протяженностью 42 км, который имеет номер 2212200001 по реестру ГМСН ЭГП. Мониторингом оползневой зоны с 1974 года занимается оползневая станция при АОО «Алтайская гидрогеологическая экспедиция». В 1996 году было сделано районирование Барнаульского городского округа по трем оползневым районам (Залевский, 1996). На основании этих данных и проделанного анализа сводок было выделено 4 оползневых района по берегу реки Обь и один – на берегу реки Барнаулка. Оползневые районы выделялись по анализу коэффициента пораженности склона. Каждая зона характеризуется различной степенью интенсивности оползневых процессов и величиной техногенной нагрузки на береговую зону. Рассмотрим каждую оползневую зону более подробно (Приложение 6).

3.1.1. Первый оползневой район

Первый оползневый район простирается вдоль Оби от второго речного городского водозабора до речного вокзала (устье р. Барнаулка) и характеризуется отсутствием промышленных предприятий. В результате активизации оползневых процессов первый оползневый район увеличился за последние 10 лет на 6,5 км, и на данный момент его протяженность составляет 11 км (табл. 3.1.1). Основными факторами активизации оползневых процессов являются боковая эрозия реки Обь. Берег крутой (45-55°) до отвесного, высотой 50-67 м над уровнем р. Обь. Пораженность склона очень высокая из расчета КП, по отношению к другим районам. Коэффициент пораженности (КП) рассчитывается по формуле: площадь активных оползней делится на площадь рассматриваемой территории.

За период с 1974 по 2020 г. в данном районе зафиксировано 131 оползень (рис. 3.1.1).

Таблица 3.1.1 – Характеристика первого оползневого района

Оползневая зона	Характеристика оползневых деформаций			
	Протяженность, км	Коэффициент поражения склона (КП)	Крутизна склонов, градусы	Количество зафиксированных оползней в 1974-2020 гг.
Первый оползневой район	11	0,65 (высокий)	45-55	131

Самый крупный оползень объемом 220 000 м³ произошел в июле 1995 года на ул. Поселковой. Основным оползнеобразующим фактором послужила речная боковая эрозия в паводковой период. Свою роль сыграла и круглогодичная суффозия.



а)

б)

Рисунок 3.1.1а, б – Оползневая зона первого района

3.1.2. Второй оползневой район

Второй оползневый район располагается на 5 км от устья р. Барнаулки до железнодорожного моста через р. Обь. Характерной особенностью района является то, что почти на всем протяжении он защищен песчаной косой от размыва берегов рекой. Здесь развиты оползни суффозионного или смешанного (полигенного) типа. Крутизна берега достигает 30-45° и более, высота 50-60 м. Пораженность склона оползневыми процессами очень высокая (КП=0,8). За период с 1974 по 2020 год в данном районе зафиксировано 170 оползней (рис. 3.1.2). Наиболее крупный оползень произошел в 1996 году на участке нефтебазы объемом 10000 м³.

Таблица 3.1.2 – Характеристика второго оползневого района

Оползневая зона	Характеристика оползневых деформаций			
	Протяженность, км	Коэффициент поражения склона (КП)	Крутизна склонов, градусы	Количество зафиксированных оползней в 1974-2020 гг.
Второй оползневой район	5	0,8 (очень высокий)	5-45	170



Рисунок 3.1.2. – Участок разрушенного берега р. Обь (фото автора)

3.1.3. Третий оползневой район

Третий оползневый район прослеживается от железнодорожной выемки (мост через р. Обь) до начала оврага КЖБИ-2 (граница Октябрьского и Ленинского районов г. Барнаула). В большей части территории района береговой склон отделен от р. Оби низкой и высокой поймой с отметками поверхности 130-135 м. Главными факторами, вызывающими образование оползней, является инженерно-хозяйственная деятельность человека и интенсивная суффозионная деятельность подземных вод. Пораженность оползнями средняя. Коэффициент пораженности ($KП=0,14$). Склон неустойчивый или находится в состоянии близком к предельному равновесию (табл. 3.1.3).

За период с 1974 по 2020 гг. в данном районе зафиксирован 180 оползней. Самый крупный оползень произошел в апреле 1993 г. в зоне АО «Алтайское химволокно» объемом 36000 м^3 (рис. 3.1.3), который завалил пойму и обскую протоку, нанеся значительный экологический ущерб.

Крупный оползень объемом 8 000 м³ произошел 11 мая 1998 г. за отстойниками ЗАО «Комбината химических волокон». 26 мая на первом этапе сошел оползень объемом 3 000 м³, на втором этапе – 4 фрагментарных схода в сентябре-октябре, общим объемом около 5 000 м³, и в ноябре сошел блок объемом 600 м³.

Таблица 3.1.3 – Характеристика третьего оползневого района

Оползневая зона	Характеристика оползневых деформаций			
	Протяженность, км	Коэффициент поражения склона (КП)	Крутизна склонов, градусы	Количество зафиксированных оползней в 1974-2020 гг.
Третий оползневой район	3,5	0,14 (средний)	25-90	180



Рисунок 3.1.3. – Береговая зона третьего оползневого района (фото автора)

3.1.4. Четвертый оползневой район

Четвертый оползневой район располагается от оврага КЖБИ-2 до поселка Научный Городок, включая в себя жилую и промышленную зону Барнаульского городского округа, поселки Гоньба и Казенная Заимка, садово-огороднические хозяйства вдоль берега р. Оби. Береговой склон в черте города и до КОС-2 (Комплекса очистных сооружений) отделен от основного русла р. Оби широкой поймой. Оползневой район с 1993 года увеличился на 10,5 км и достиг 18,5 км. Современные активные оползневые процессы приурочены к крутым участкам гребней бортов оврагов, подрезаемых выходами подземных вод или временными весенне-летними потоками талых и дождевых вод. Пораженность склона оползнями высокая (КП=0,66).

За период с 1974 по 2020 гг. в данном районе зафиксировано 190 оползней. Крупный оползень объемом 20 000 м³ произошел в начале ноября 1994 г. на участке ОАО «Алтайский дизель». Предполагается, что основными причинами оползневых деформаций послужили аварийная утечка из водовода и многолетние суффозионные процессы. При этом помимо экологического ущерба был нанесен значительный материальный ущерб: разрушены водовод, две артезианские скважины, высоковольтный кабель, засыпаны золопровод ТЭЦ-2 и дорога ул. Красноярской. Значительный по объему оползень (46 000 м³), произошедший 25 июня 1995 г. в районе мясокомбината, унесший 9 человеческих жизней и разрушивший жилые постройки, был скоротечным - в течение минуты. 7 марта 1997 г. произошел оползень объемом 170 000 м³ в результате оттепели на восточном фланге оползневой зоны Барнаульского завода технического углерода. Оползнем был нанесен значительный экологический и материальный ущерб.

Таблица 3.1.4 – Характеристика четвертого оползневого района

Оползневая зона	Характеристика оползневых деформаций			
	Протяженность, км	Коэффициент поражения склона (КП)	Крутизна склонов, градусы	Количество зафиксированных оползней в 1974-2020 гг.
Четвертый оползневой район	18,5	0,66 (средний)	25-85	190



а)



б)

Рисунок 3.1.4 а, б – Береговая часть четвертого оползневого района



Рисунок 3.1.4. – Участок активного оползнеобразования

3.1.5. Пятый оползневой район

Пятый оползневый район протягивается от устья р. Барнаулки вверх по течению до водоема «Лесное Озеро», где река перекрыта плотиной, расстояние в пределах 5 км. Район относительно спокойный, активных оползневых процессов не наблюдается, за данный период зафиксировано 3 оползня. В результате поверхностной эрозии сошел небольшой оползень в 2005г. на склоне правого борта долины р. Барнаулка между ул. Тяпкина-2 и пер. Чумышский-20, под действием поверхностного стока после ливневых осадков (8-9 мм) с бровки склона сползла хозяйственная свалка объемом 200 м³. При этом были частично разрушен жилой кирпичный дом № 20 и замыт жилой дом № 2 по пер. Чумышскому, стоящие в подошве склона.

Таблица 3.1.5. – Характеристика пятой оползневой зоны

Оползневая зона	Характеристика оползневых деформаций			
	Протяженность, км	Коэффициент поражения склона (КП)	Крутизна склонов, градусы	Количество зафиксированных оползней в 1974-2020 гг.
Пятый оползневой район	4	0,02 (низкий)	25-85	6



Рисунок 3.1.5. – Овраг на территории пятого оползневого района



Рисунок 3.1.6 – Овраг вблизи пятого оползневого района (фото автора)

Из вышеизложенного можно сделать вывод, что оползневая обстановка в Барнаульском городском округе продолжает оставаться напряженной, за исследуемый период сошло 700 оползней разной величины. Наиболее

активным периодом схода оползней являются интервалы с апреля по май и с сентября по ноябрь. В это время выпадает максимальное количество осадков, происходит интенсивное таяние снега и подъем уровня воды в р. Обь, что активизирует речную боковую эрозию, которая является одной из основных причин активизации оползневых процессов. Наиболее широко развита речная боковая эрозия в четвертом оползневом районе (пос. Гоньба, Казенная Заимка) и в первом оползневом районе (нагорная часть города). Остальные оползни имеют суффозионный характер. Оползни в основном небольшие, с объемом смещенных грунтов от 100 до 1 000 м³, лишь отдельные оползни достигают более 10 000 м³.

3.2. Районирование территории по интенсивности овражной эрозии

Образование оврагов на территории г.о., как правило, связано с нарушением сложившегося природного комплекса под влиянием антропогенного воздействия. В процессе развития овраг проходит несколько стадий, различающихся скоростью роста и взаимообусловленностью изменения его параметров (длины, глубины, ширины, площади, объема), морфометрией продольного и поперечного профилей. Овражность территории характеризуется следующими количественными показателями: густотой овражного расчленения – протяженность оврагов на единицу площади – км/км² и плотностью оврагов – числом оврагов на единицу площади – единиц/км².

На территории Барнаульского г.о. наблюдается средняя скорость развития овражной эрозии, продвижения вершины оврага составляет около 4 м/год. При сохранении таких темпов роста оврагов через некоторое время следует ожидать начала захвата процессами овражной эрозии плодородных земель, сельхозугодий, расположенных за лесополосой. В связи с этим была проделана работа, которая выявила зоны развития оврагообразования разной

степени активности. Условно г.о. был разделен на три основных района развития оврагов: северный и северо-восточный; восточный и юго-западный район (приложение 7).

3.2.1. Первый овражный район

Первый овражный район занимает территорию северо-востока и севера Барнаульского городского округа (рис. 3.2.1). Протянулся район от границы Павловского района и проходит через п. Научный городок, Гоньба, Казенная Заимка и Турину гору. Имеет среднюю степень активности, но есть риск развития оврагов и увеличение активности до высокой. Овражная сеть в данной местности может нанести урон дорогам, так как через многие овраги были построены дороги или проходят обычные полевые дороги. При наличии благоприятных условий, овраги могут начать развиваться и разрушить дорожное покрытие.



Рисунок 3.2.1. – Овраги вблизи п. Научный городок

3.2.2. Второй овражный район

Юго-западная часть Барнаульского городского округа занята оврагами разной степени активности, что позволяет узнать, где оврагообразование наиболее активно.



Рисунок 3.2.2 – Овражная сеть вблизи п. Сибирская долина

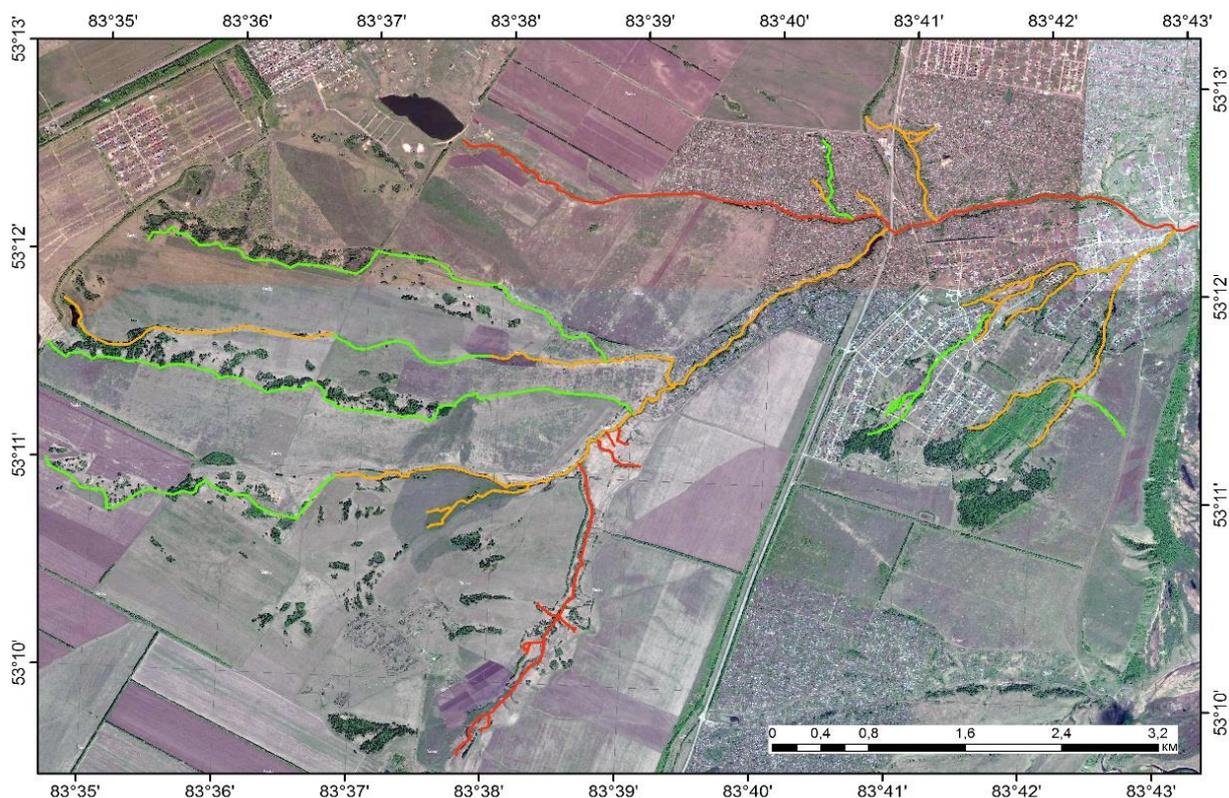


Рисунок 3.2.3 – Овражная сеть на территории Сибирской Долины: цветом обозначена степень активности овражной эрозии (зеленый – низкая; желтый – средняя; красный – высокая)

Основная часть оврагов находится на территории Сибирской долины (рис. 3.2.2). Низкая степень активности характерны для территории вблизи

поселка Сибирская долина. Здесь долгое время формировалась разветвленная сеть оврагов, которые в настоящее время не представляет угрозы жилым постройкам или хозяйственной деятельности, так как большая их часть неактивна – стенки оврагов выположены и частично задернованы (рис. 3.2.3).

3.2.3. Третий овражный район

Находится на территории города Барнаула и является частично или полностью застроенным (рис. 3.2.4). Один из крупных оврагов располагается территории крупного ТРЦ «Европа», в настоящее время данный овраг застроен (рис. 3.2.5).



Рисунок 3.2.4. – Остаточные овраги за ТРЦ «Европа»



Рисунок 3.2.5. – Часть ранее крупного оврага в г. Барнаул (фото автора)

Таким образом, территория Барнаульского г.о является областью развития эрозионных процессов средней активности: площадь территории, охваченной эрозионными процессами увеличивается с каждым годом, но в настоящий момент опасная зона составляет менее 15% площади территории Барнаульского г.о. (около 128 км²) (приложение 8). На территории, охваченной ОЭГП располагается значительное количество объектов культурного наследия – более 90% археологических памятников, расположенных на территории Барнаульского г.о. приурочены к ней (приложение 11). Таким образом, выявление и последующий контроль развития ОЭГП необходим, помимо прочего, для целей сохранения невозполнимых культурно-исторических ресурсов территории.

ГЛАВА 4. ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ РУСЛА РЕКИ ОБЬ НА ЭРОЗИОННЫЕ И СКЛОНОВЫЕ ПРОЦЕССЫ НА ТЕРРИТОРИИ БАРНАУЛЬСКОГО ГОРОДСКОГО ОКРУГА

4.1. Меандрирование рек на территории Барнаульского городского округа

Вот уже более полувека участок реки Обь в районе Барнаульского городского округа остается объектом постоянного внимания инженеров. Столь высокий интерес обусловлен в значительной степени тем негативным влиянием, которое оказывали и оказывают протекающие здесь русловые процессы на хозяйственную деятельность. Правый вогнутый берег реки в окрестностях Барнаульского г.о. интенсивно разрушается, что создает угрозу опорам ЛЭП, сооружениям и объектам культурного наследия (Скубневский, 2000). Для предотвращения этого участок местами укреплен каменной насыпью. Участок наблюдений простирается от водозабора №1 до восточных границ Барнаульского г.о. Его протяженность по оси русла составляет 42км. Правый берег в пределах участка – пойменный. Его неукрепленный верхний сегмент медленно размывается со средней скоростью около 1 м в год, а правый берег был практически стабилен, но в последние два года и здесь наблюдаются признаки его размыва (Скубневский, 2000).

Ежегодно выполняемый комплекс работ на участке включает в себя русловую съемку (промеры глубин, съемку пространственного положения линии уреза воды), съемку бровки правого берега в его неукрепленной части, а также наблюдения за отметкой уровня воды на временном водомерном гидрологическом посту свайного типа (ВВП), расположенном на правом берегу вблизи верхней границы участка. Кроме того, начиная с 2013 г., в комплекс наблюдений включено измерение расходов воды (Скубневский, 2000). Определение расходов производится в створе, расположенном в 250 м

ниже нижней границы участка водозабора с помощью акустического доплеровского профилографа-расходомера Sontek M9 River Surveyor Live.

Весь комплекс наблюдений проводится в течение одного дня, в один и тот же период времени (вторая половина сентября – октябрь), и соответственно, в однотипных гидрологических условиях осенней межени. Поскольку в осенне- зимний период в силу относительной малости расходов воды русловые переформирования практически не происходят, результаты наблюдений отражают состояние русла на конец каждого года (Скубневский, 2000).

Таблица 4.1 – Даты наблюдений, отметки уровня и значения расхода воды на временной станции (Скубневский, 2000)

Год	Дата	Отметка уровня воды		Расход воды, м ³ /с
		ВВП	г/п Барнаул	
2008	13.10	129,35	128,66	–
2010	13.10	128,95	127,78	–
2012	30.10	129,78	129,15	–
2014	19.09	130,33	129,53	1369
2016	09.09	129,50	128,74	1000
2018	23.09	129,65	128,93	1224
2020	19.09	129,64	128,88	1116

Общее представление о рельефе русла р. Обь в исследуемом районе можно составить на основе данных дополнительной русловой съемки, выполненной 15-16 июля 2014 г. В ходе этой съемки промеры глубин производились не только на участке мониторинга, но и на протяжении двух километров выше по течению.

Из приведенных на рисунке 8 данных видно, что в целом за шесть лет наблюдений глубины на склоне гряды и в верхней части плесовой ложбины уменьшились, а в нижней части ложбины они увеличились. Можно сказать, что исходный профиль сдвинулся вниз по течению (Скубневский, 2000).

Все изложенные выше факты позволяют сделать вывод, что на рассматриваемом участке в настоящее время происходит процесс смещения подводной гряды (перекат), левобережного побочня, как части этой гряды, а также прилегающей к ее обратному склону плесовой ложбины вниз по течению. Этот процесс протекает неравномерно во времени и в целом достаточно медленно, порядка 10 м в год. Такое смещение обуславливает и размыв противоположного гряде берега, в данном случае – правого, поскольку река должна поддерживать необходимую для пропуска воды площадь поперечного сечения русла (Скубневский, 2000).

4.2. Русловые процессы реки Обь

Водный режим реки у Барнаула регулярно изучается с конца XIX в., когда был открыт водомерный пост (октябрь 1893 г.). Самый высокий уровень воды в Барнауле наблюдался 16 мая 1937 г. – 763 см над нулем водомерного поста. По свидетельствам очевидцев, вода тогда дошла до территории, на которой сейчас находится Старый базар. Еще одно крупное подтопление на Алтае случилось в 1969 г., когда был зафиксирован подъем Оби в районе Барнаула до 737 см (Залевский, 2000). В 2014 г. произошло еще одно масштабное наводнение на Алтае, когда период таяния снежного покрова и ледников в горах Республики Алтай совпал с интенсивными ливнями. 7 июня 2014 г. уровень воды в Оби у Барнаула достиг 720 см выше нуля графика водомерного поста, 8 июня 2014 г. – 742 см (Залевский, 2000). Для песчано-глинистого неустойчивого русла реки с частыми перекатами, отмелями и островами в районе города характерен процесс незавершенного меандрирования, приводящий к формированию серии перемещающихся

(мигрирующих) гряд. Представление об интенсивности развития русловых процессов на Оби в районе Барнаула позволяет получить анализ динамики русла реки. Разлив реки Обь в период половодья Разлив реки Обь в период половодья (Залевский, 2000)

За период 1933 -1986 гг. из отчленившихся от берега песчаных побочней (подводная песчаная отмель, примыкающая к берегу) сформировались два крупных острова – Помазкин и Отдыха, площади каждого из которых в настоящее время превышают 2,2 кв. км. За этот период образовалось и отмерло несколько протоков и крупных рукавов, сформировалось две излучины, одна из которых спрямилась.

Мостовые переходы через р. Обь (железнодорожный и коммунальный мосты) оказывают большое влияние на режим русловых процессов и динамику донных отложений. После строительства железнодорожного моста (1913 -1915 гг.) начался размыв песчаных отложений русла Оби, глубина размыва достигала 14,4 м. В створе коммунального моста размыв дна может составить 12 м. В черте города в Обь впадает река Барнаулка, в пригородной зоне – реки Землянуха, Лосиха, Ляпиха, Таловая (Залевский, 2000).

Русловые процессы реки Обь в районе г. Барнаула отличаются значительной спецификой и сложностью протекания. Одной из основных особенностей является высокая интенсивность высотных и плановых деформаций русла. Это характерная черта обусловлена, как естественными факторами русловых процессов (уклоны водной поверхности, состав прорезаемых рекой отложений и донных наносов, гидрологические особенности водного режима), так и антропогенными (разработка пойменных и русловых карьеров, дноуглубительные работы, строительство инженерных сооружений в русле и на берегах реки, возведение берегоукреплений)(Залевский, 2000). Высокая интенсивность русловых процессов обуславливается возможностью крупных переформирований русла за относительно короткие промежутки времени. Происходило спрямление, как

отдельных крутых излучин, так и их серий, формирование новых протоков и заиление староречий.

В конце XIX века на отдельных участках русло располагалось в центральной или правобережной частях дна долины, в дальнейшем постепенно смещалось к левому коренному берегу. Таким образом, происходил подмыв левого берега, что приводило к активизации оползневых процессов. Оползни г. Барнаула так же связаны с метеорологическими условиями района. Климат характеризуется комплексом метеорологических элементов, которые почти все оказывают влияние на коэффициент устойчивости склонов. Это влияние можно оценить количественно, учитывая сезонные колебания прочности пород, вес профильтровавшейся части атмосферных осадков, снеговую и ветровую нагрузки, барометрическое давление и т.д. Для образования и активизации оползней наиболее благоприятны атмосферные осадки холодного периода года, когда меньше потери на испарение. Поэтому внутригодовая активность поверхностных оползней возрастает в зимне-весенний период года. Воздействие инженерно-хозяйственной деятельности человека на развитие оползневых процессов многогранно и порой имеет значительные масштабы, сопоставимые с природным воздействием на их развитие. По-существу, многие оползни Барнаула являются геотехногенными. Активное воздействие на развитие оползневых процессов оказывают следующие причины, вызванные деятельностью человека: вывод на склон и прибрежную полосу водоводов, золопроводов, канализационных колодцев, непрерывная планировка застроенной территории, не регулированность стока атмосферных осадков, застройкой площадей непосредственно у бровки обрывистого склона, загрузка склонов отвалами отходов техногенного производства. Основной причиной антропогенного характера, активизирующей оползневые процессы, является дополнительное увлажнение грунтов. На территории г. Барнаула выделено 5 оползневых районов. В основу выделения был заложен географический

принцип, при котором также учитывается комплекс факторов оползнеобразования, присущих каждому из районов.

Для оценки динамики оползневых процессов в пределах города Барнаула мною был выбран участок в пределах I оползневого района в нагорной части г. Барнаула, Центрального района. Выбор ключевого участка определялся двумя факторами: - наличием свежих оползневых форм; - наличие на территории разновременных крупномасштабных снимков. Наложение разновременных снимков позволило отследить изменение положения бровки оползневого склона и подсчитать площадь поверхности сползшего блока(Залевский, 2000).

Причиной активизации оползневых процессов стало замачивание участка берегового склона существующего оползневого цирка тальми водами в период весеннего снеготаяния. Бровка оползневого цирка продвинулась вглубь территории садового товарищества на 34 м, практически дойдя до садовых домиков № 248, 252, 254, 258, при этом площадь нарушенных оползнем земель составила 3676 м². По этой причине на данном участке прекращена садово-огородническая деятельность. Приняты меры по ограничению доступа людей на участок оползня путем перекрытия улицы, выходящей на берег, металлическими воротами. Это, в свою очередь, будет способствовать к прекращению роста здесь хозяйственно-бытовой свалки, устроенной садоводами на бровке берегового склона, что со временем скажется положительно на относительной стабилизации оползневой обстановки на данном участке.

В заключение оценки динамики оползневых процессов по ключевому участку можно сделать следующие выводы. Использование свободно распространенных данных космической съемки высокого разрешения дают возможность отследить изменение положения бровки оползневого склона и подсчитать площадь поверхностей сползших блоков, а так же существенно

дополнять данные наземных наблюдений, особенно в случаях, когда наземная съемка оползневого цирка затруднена по каким-либо причинам.

Активизация оползневых процессов на территории Барнаульского г.о. приходится на период весенне-летнего половодья, чтобы рассмотреть изменение русла реки Обь, были взяты снимки за три года – 2010,2015,2020 год. Нами были определены ключевые участки, где наиболее активно происходит развитие овражной эрозии (Залевский, 2000).

Первый участок находится в районе городского водозабора. Барнаульский водозабор № 1 был введен в эксплуатацию в 1965 г. Однако сформировавшийся к концу 1980-х гг. непосредственно выше водозабора левобережный пойменный массив (длина – 2,5 км и ширина – до 500 м) и прилегающая к его нижней оконечности крупная надводная русловая форма – побочень (площадь около 2,7 га в условиях межени) – блокируют его работу. Для обеспечения функционирования водозабора приходится периодически разрабатывать канал через тело побочня длиной более 300м. Правый вогнутый берег реки в окрестности водозабора в своем нижнем крыле интенсивно разрушался, что создавало угрозу опоре ЛЭП. Для предотвращения этого участок от створа перехода ЛЭП на 320 м вверх по течению в конце 1980-х гг. был укреплен каменнонабросным банкетом из крупнообломочной горной массы. Однако продолжавшийся размыв привел к «охвату» рекой верхнего фланга сооружения, причем с годами масштаб этого явления все увеличивался. Так что пришлось в 2015 г. продлить берегозащитное покрытие еще на 580 м вверх по течению.

В 2019 г. здесь было зафиксировано 8 сходов оползней объемом 80 м^3 (в 2015 г. – 100 м^3 , 2010 – 80 м^3). Количество оползней, по сравнению с аналогичным периодом 2015 г., практически не изменилось, объём оползневых масс уменьшился (рис. 4.2.1).

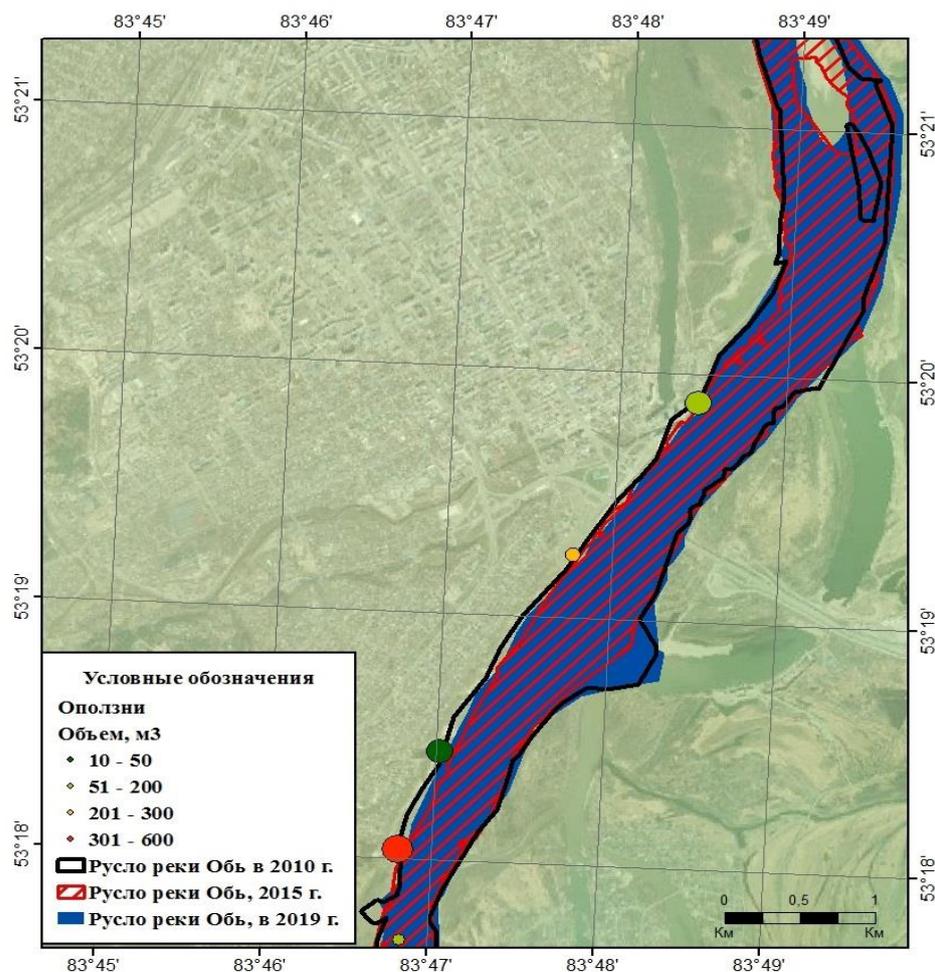


Рисунок 4.2.1. – Изменение русла реки Обь за 2010-2019 гг. (построена автором)

Прямого воздействия на хозяйственные объекты г. Барнаула перечисленные оползни не оказали. Расстояние до ближайших жилых домов составляет примерно от 10 до 80 м. (Залевский, 2000). Основными природными факторами активизации оползневых процессов являются значительная высота обского берега, рыхлые, легкоразмываемые отложения, слагающие берег, замачивание поверхности берегового склона талыми водами в весенний период, суффозионная деятельность подземных вод. Развитию оползневых процессов здесь способствует также возрастающая техногенная нагрузка в результате организации несанкционированных промышленных свалок, строительства производственных объектов и жилых

домов коттеджного типа, обводнения грунтов, слагающих береговой склон, в результате потерь из водопроводных сетей.



Рисунок 4.2.2. – Проявление овражной эрозии (вблизи Городского водозабора) (фото автора)

В целом можно сказать, что в районе городского водозабора овражная эрозия развивается циклично, объемы сходов и число оползней практически остается неизменным, но за развитием данных процессов нужно постоянно следить (рис. 4.2.2).

В состав мероприятий по снижению активности и ликвидации оползневых процессов в пределах Барнаульской оползневой зоны рекомендуется включить террасирование берегового склона с одновременным укреплением его поверхности, организацию поверхностного и подземного стока, строительство дренирующих сооружений, защиту основания берегового склона от эрозионного воздействия реки (строительство контрбанкетов, бетонных стенок и др.).

Второй участок находится, который был нами выделен, находится на повороте реки Обь, что способствует наиболее активному развитию овражной эрозии. В большей части территории района береговой склон

отделен от р. Оби низкой и высокой поймой с отметками поверхности 130-135 м. Главными факторами, вызывающими образование оползней, является инженерно-хозяйственная деятельность человека и интенсивная суффозионная деятельность подземных вод (Залевский, 2000).

В 2019 г. здесь было зафиксировано 18 сходов оползней объемом 180 м³ (в 2015 г. –160 м³, 2010 –140м³). Количество оползней, по сравнению с аналогичным периодом 2015 г., практически не изменилось, объём оползневых масс увеличился (рис. 4.2.3).

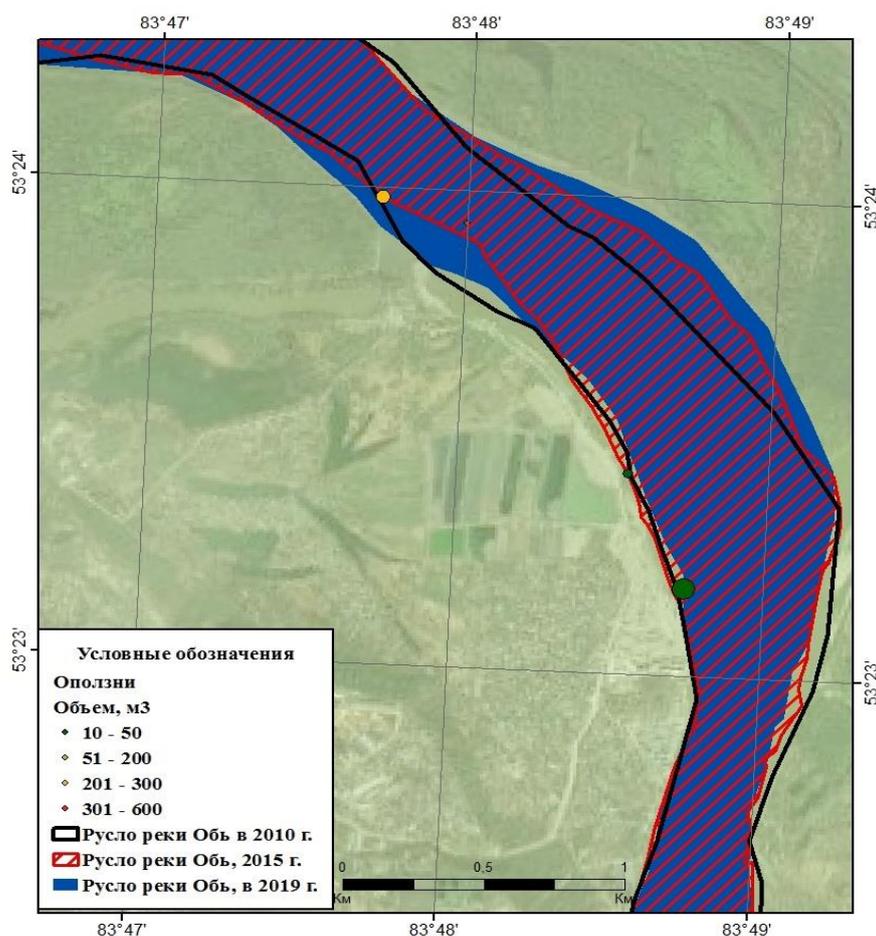


Рисунок 4.2.3. – Изменение русла реки Обь за 2010-2019 гг. (построена автором)

Рассматривая русло реки за 2010, 2015, 2019 год, можно сделать вывод, что данный участок представляет наибольшую опасность для жилых зданий и промышленных предприятий. Именно на данном участке наиболее близко находятся объекты гражданских сооружений. (рис.4.2.4)



Рисунок 4.2.4. – Береговая зона реки Обь (фото автора)

В состав мероприятий по снижению активности и ликвидации оползневых процессов в пределах данного участка рекомендуется включить террасирование берегового склона с одновременным укреплением его поверхности, организацию поверхностного и подземного стока, строительство дренирующих сооружений, защиту основания берегового склона от эрозионного воздействия реки (строительство контрбанкетов, бетонных стенок и др.). Для снижения развития антропогенных оползней, связанных с техногенными факторами, на участках, где произведен снос жилых домов и хозяйственных объектов, до начала строительства капитальных противооползневых сооружений рекомендуется создавать санитарнозащитные зоны. (Залевский, 2000) Здесь следует ликвидировать действующие подземные водопроводящие магистрали, ограничить проезд автомобильного транспорта, запретить организацию свалок хозяйственно-бытовых и промышленных отходов, проведение строительных и земляных работ кроме тех, которые направлены на укрепление берегового склона, а также хозяйственных объектов, необходимых для

жизнедеятельности города, восстановить почвенно-растительный покров с посадкой деревьев, кустарников.

Третий участок находится в северной части реки Обь, на данном участке можно проследить активное изменение русла за выделенные годы. Если рассматривать 2010 год, то русло реки находится ниже и имеет более пологий берег, по сравнению с 2019 годом, где ярко видно, что русло постепенно продвигается на север(рис.4.2.5). В пределах данного участка, четко выражены аллювиальные отложения на левом берегу реки.



Рисунок 4.2.5. – Развитие овражной эрозии (фото автора)

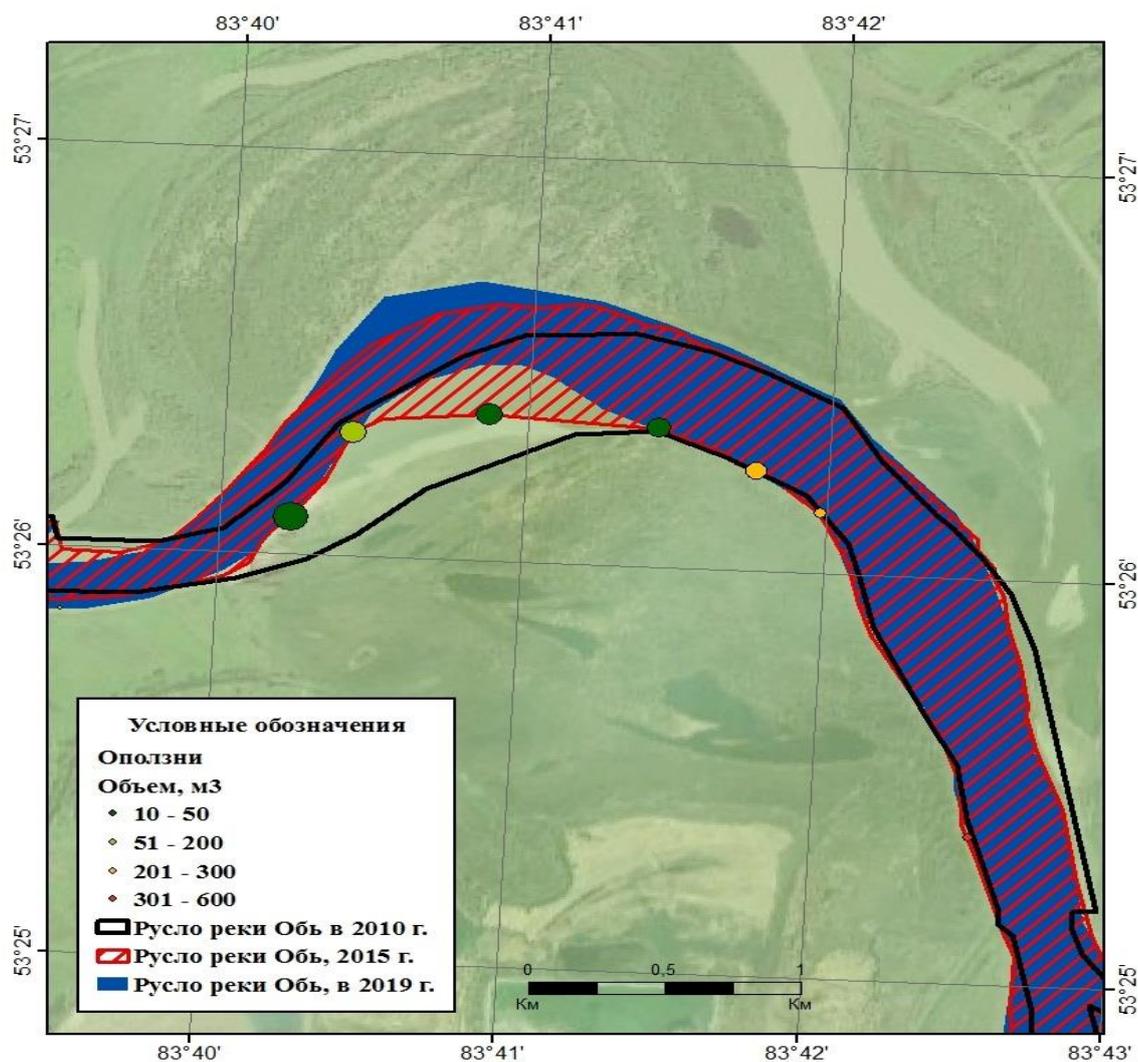


Рисунок 4.2.6. Изменение русла реки Обь за 2010-2019 гг. (построена автором)

В 2019 г. здесь было зафиксировано 20 сходов оползней объемом 150 м³ (в 2015 г. –120 м³, 2010 –140м³). Количество оползней, по сравнению с аналогичным периодом 2015 г., практически не изменилось, объём оползневых масс уменьшился (рис.4.2.6).



Рисунок 4.2.7. – Развитие овражной сети (фото автора)

К настоящему времени оползневой станцией накоплен значительный по объему статистический материал, характеризующий оползневую обстановку в г. Барнауле с 1974 г. (рис. 4.2.7) Собранные данные позволяют судить о динамике оползневых процессов, объемах сместившихся масс, а также оползневой опасности береговых склонов на территории города Барнаула. (Залевский, 2000). Жилая застройка вплотную подходит к бровке вплотную к бровке склона. Развитие оползневых процессов на территории г. Барнаула во многом зависит от сочетания её геологического строения и рельефа, режима осадков, подземных вод, действия русла реки Оби и антропогенной нагрузки, имеющие тенденцию расширения масштабов развития со временем. Проведенные исследования показали, что при анализе нескольких оползнеобразующих факторов, параметры которых выражены в различных размерностях, прогноз оползневой опасности, возможно, осуществлять, используя метод полуколичественной оценки. На основе проведенной оценки степени оползневой опасности нами выделены участки береговых склонов с различной степенью оползневой опасности. По

результатам проведенного исследования, с использованием данных многолетних наблюдений оползневой станции, нами выделены очень опасные участки, где ежегодно фиксируются оползнепроявления.

На этих участках следует вести более детальные наблюдения за состоянием берегового склона и за факторами проявления оползнеобразующих процессов для своевременного предотвращения катастрофы. Для более детального наблюдения возможно использование свободно распространяемых данных космической съемки высокого разрешения для определения отдельных параметров оползней: изменение положения бровки оползневого склона, подсчет площади поверхностей сползших блоков. Дистанционное зондирование существенно дополнит данные наземных наблюдений, особенно в случаях, когда наземная съемка оползневого цирка затруднена по каким-либо причинам (Залевский, 2000). Полученные результаты могут быть использованы при планировании хозяйственной деятельности и защитных мероприятий в прибрежной части береговых склонов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе были рассмотрены понятия эрозионных и склоновых процессов и формируемых ими форм рельефа, также исследована физико-географическая характеристика Барнаульского городского округа, и был проведен анализ интенсивности эрозионных и склоновых процессов на территории Барнаульского городского округа и их влияние на объекты культурного наследия. Данный анализ помог нам выявить проблемы и предложить меры по их решению. Несомненно, эрозионные и склоновые процессы на территории городского округа активны. За последние годы можно проследить динамику увеличения количества схода оползней, появление новых оврагов и также активизация уже существующих. Немалый вклад в их появление вносят русловые процессы, способствующие активизации образования оползней на некоторых участках.

Данные процессы наносят урон археологическим памятникам и промышленным объектам, расположенным по периферии Барнаульского г.о. Большинство наиболее крупных оползней наносит ущерб жилым постройкам и деятельности человека. Наличие на территории разветвлённой овражной сети уменьшает площадь пригодных для сельского хозяйства полей, затрудняет прокладку дорожного покрытия. Можно предложить несколько вариантов решения данной проблемы: укрепление береговой линии рек; правильная застройка и засыпка оврагов; подробное изучение и анализ эрозионной обстановки в городском округе. Исходя из этого, можно сказать, что проделанная работа имеет практическое значение, так как эрозионную и склоновую обстановку в Барнаульском городском округе нужно контролировать, чтобы не произошло чрезвычайных ситуаций, которые принесли бы ущерб деятельности человека. Рассмотренная тема перспективна и актуальна и требует особого внимания, с целью нахождения

реальных путей решения проблем и улучшения опасной обстановки на территории Барнаульского городского округа.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИСТОЧНИКОВ

1. Барнаул. Научно-справочный атлас / Под ред. Ревякина В.С. – ФГУП «ПО Инжгеодезия» Роскартографии, 2006. – 100 с.
2. Воскресенский, С.С. Динамическая геоморфология формирования склонов / С.С. Воскресенский. – Москва, МГУ, 1971. – 230 с.
3. Деградация и охрана почв / Под ред. акад. Г.В. Добровольского. – М.: Изд-во МГУ, 2002. – 654 с.
4. Емельянова, Е.П. Современное состояние и основные проблемы классификации склонов. Проблемы классификации склоновых гравитационных процессов / Е.П. Емельянова. – Москва, 1985. – 250 с.
5. Заславский, М.Н. Эрозиоведение / М.Н. Заславский. – М.: Высшая школа, 1983. – 320 с.
6. Залевский, А.Г. Анализ оползневой обстановки на территории города Барнаула / А.Г. Залевский // Барнаул, Вестник АлтГТУ, 2000. – №1. – 5 с.
7. Захаров, Н.Г. Защита почв от эрозии / Н.Г. Захаров. – ГСХА, Ульяновск, 2009. – 246 с.
8. Звонков, В.В. Водная и ветровая эрозия почв / В.В. Звонков. – Москва, 1975. – 112с.
9. Информационная сводка о проявлении экзогенных процессов на территории Алтайского края. – Боровиха, 2010. – 13 с.
10. Информационная сводка о проявлении экзогенных процессов на территории Алтайского края. –Боровиха, 2011. – 14с.
11. Информационная сводка о проявлении экзогенных процессов на территории Алтайского края. – Боровиха, 2012. – 16с.
12. Информационная сводка о проявлении экзогенных процессов на территории Алтайского края. – Боровиха, 2014. – 12 с.

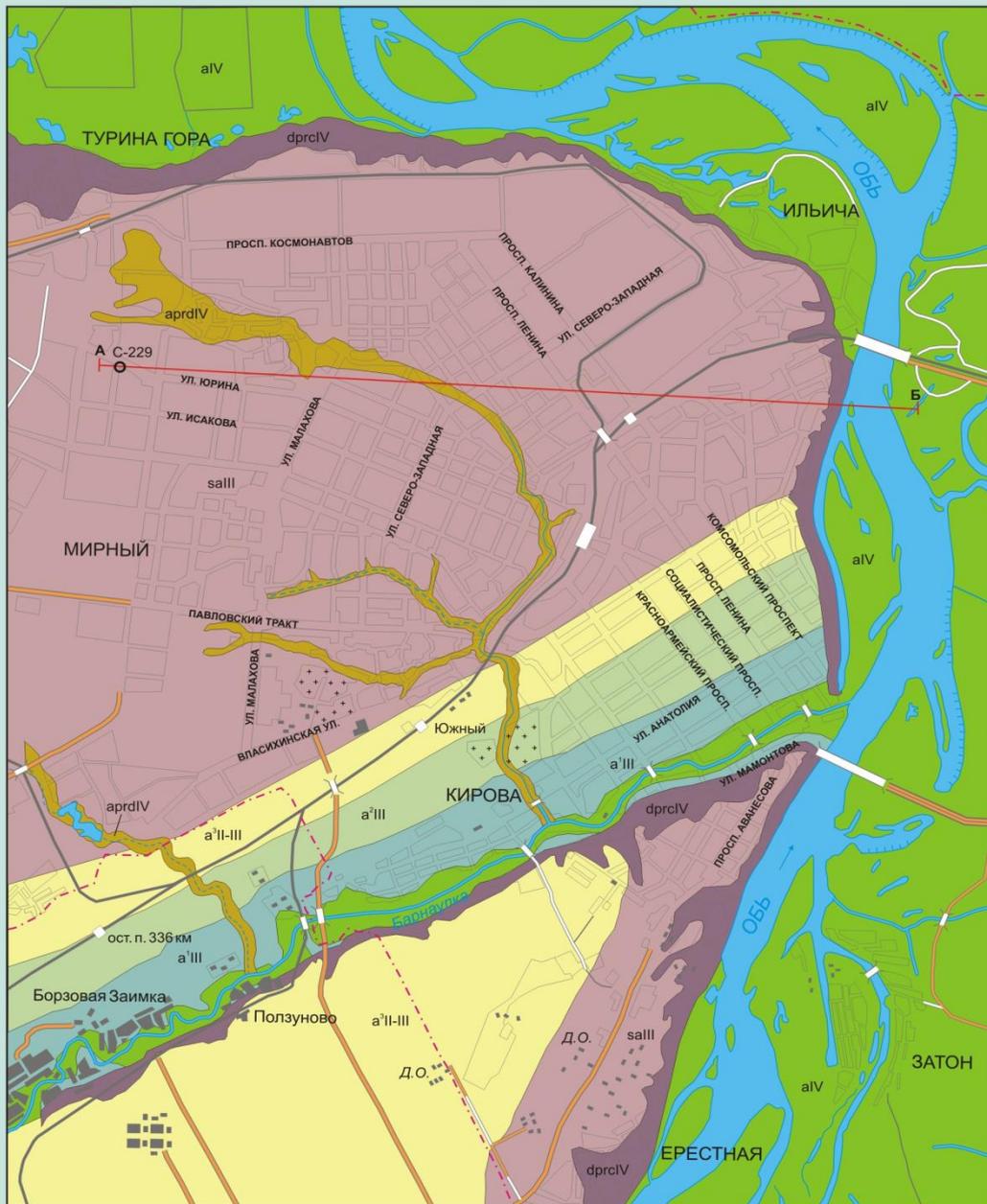
13. Информационная сводка о проявлении экзогенных процессов на территории Алтайского края. – Боровиха, 2015. – 15 с.
14. Информационная сводка о проявлении экзогенных процессов на территории Алтайского края. – Боровиха, 2016. – 17 с.
15. Информационная сводка о проявлении экзогенных процессов на территории Алтайского края. – Боровиха, 2017–20 с.
16. Информационная сводка о проявлении экзогенных процессов на территории Алтайского края. – Боровиха, 2018–20 с.
17. Информационная сводка о проявлении экзогенных процессов на территории Алтайского края. – Боровиха, 2019–20 с.
18. Информационная сводка о проявлении экзогенных процессов на территории Алтайского края. – Боровиха, 2020–20 с.
19. Кузнецов, М.С. Эрозия и охрана почв / М.С. Кузнецов, Г.П. Глазунов. – Москва, МГУ, 1996. – 234с.
20. Киркби М.Дж. Эрозия почвы/М.Дж. Киркби, Морган Р.П./ Пер. с английского М. Ф. Пушкарева. – М.: Колос, 1984. – 415 с.
21. Кирюхин, В.Д. Противоэрозионная организация территории/ В.Д. Кирюхин. – М., «Колос», 1973. – 159 с.
22. Кириллов, С.Н. Проблемы городского землепользования: эколого-экономический аспект / С.Н. Кириллов – ВолГУ, 2001. – 164 с.
23. Конокотин, Н.Г. Планирование и проектирование комплекса противоэрозионных мероприятий на основе инженерных расчетов интенсивности стока и смыва почвы: Лекция для слушателей факультета повышения квалификации инженеров-землеустроителей / Н.Г. Конокотин. – М., 1984. – 39с.
24. Лопырев, М.И. Почвозащитная организация территории склонов / М.И. Лопырев. – Центр. Гипрозем. – Воронеж, 1977. – 111 с.
25. Мирцхулава, Ц.Е. Водная и ветровая эрозия Земли / Ц.Е. Мирцхулава. – Москва, 1962. – 340 с.

26. Михайлова, С.И. Эрозия почв и сети оврагов: учебное пособие / С.И. Михайлова. – Поволжский государственный технологический университет. – Йошкар-Ола, 2016. – 84 с.
27. Новицкий, В.Ф. Военная энциклопедия / В. Ф. Новицкий. – СПб, 1911-1915. – 331 с.
28. Осипов, В.И. Опасные экзогенные процессы / В.И. Осипов. – Москва, ГЕОС, 1999. – 290 с.
29. Последствия эрозии почв [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://ecology-of.ru/priroda/pochvy-posle-erozii/>. – Загл. с экрана. – (Дата обращения: 04.04.2019).
30. Разработать противоэрозионные технологии по сохранению почв предгорий в условиях орошаемого земледелия [Электронный ресурс] – Институт имени У.У. Успанова, 2013. – Режим доступа: <http://soil.kz/otdelyi/otdel-ekologii-pochv/proekt/p-t-3/>. – Загл. с экрана. – (Дата обращения: 04.04.2019).
31. Реймерс, Н.Ф. Природопользование. Словарь-справочник/ Н.Ф. Реймерс. – М.: Мысль, 1990. – 136с.
32. Скубневский, В.А. Барнаул. Энциклопедия / В.А. Скубневский, Л.Г. Ковалева. – Барнаул, из-во АлтГУ, 2000. – 408 с.
33. Смольянинов, В.М. Общее землеведение: литосфера, биосфера, географическая оболочка / В.М. Смольянинов. – Воронеж, Истоки, 2010. – 406 с.
34. Соболев, С.С. Эрозия почв в СССР и борьба с ней / С.С. Соболев. – М., 1973. –97 с.
35. Трегубов, П.С. Ирригационная эрозия почв и меры ее предотвращения: Обзорная информация / П.С. Трегубов, О.А. Аверьянов. – Москва, 1987. – 111 с.

36. Харламова, Н.Ф. Климат и сезонная ритмика погоды Барнаула / Н.Ф. Харламова, В.С. Ревякин, Б.А. Леконцев. – Барнаул: Изд-во АлтГУ, 2005. – 132 с.
37. Швевс, Г.И. Теоретические основы эрозиоведения Текст. / Г.И. Швевс. – Киев, 1981. – 222 с.
38. Эйтинген, Г.Р. Лесоводство / Г.Р. Эйтинген. – Москва, Сельхозгиз, 1935. – 345с.
39. Эрозия [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.mining-enc.ru/e1/eroziya/>. – Загл. с экрана. – (Дата обращения: 20.04.2019).
40. Clark, E.N. Soil erosion: off-site environmental effects Text. // E.N. Clark //Agricultural soil loss processes. 1987. – 89 p.
41. Su Erozyonunun izlenmesi ve Degerlendirilmesi [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.edevletrehberi.net/su-erozyonunun-izlenmesi-ve-degerlendirilmesi/>. – Загл. с экрана. – (Дата обращения: 04.04.2019).

ПРИЛОЖЕНИЯ

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА



МАСШТАБ 1:75 000

- | | |
|---|---|
| <p>dprcIV Современные делювиально-пролювиальные и деляпсивные отложения склона Приобского плато: суглинки, супеси, пески.</p> <p>aprdIV Аллювиально-пролювиально-делювиальные современные отложения оврагов Лог Пивоварки и Сухой Лог: пески, супеси, илы, суглинки.</p> <p>aIV Современные аллювиальные отложения пойм рек Оби и Барнаулки: пески, супеси, суглинки, илы.</p> <p>salIII Верхнечетвертичные субазральные сложного генезиса покровные лессовые отложения Приобского плато: суглинки, супеси.</p> | <p>a¹III Верхнечетвертичные аллювиальные отложения первой надпойменной террасы р. Барнаулки: пески.</p> <p>a²III Верхнечетвертичные отложения второй надпойменной террасы р. Барнаулки: пески, реже суглинки.</p> <p>a¹II-III Средне-верхнечетвертичные аллювиальные отложения третьей надпойменной террасы р. Барнаулки: пески, реже супеси.</p> <p>A B Линия разреза</p> <p>○ Скважина на карте</p> |
|---|---|

Рисунок – Геологическое строение территории Барнаульского г.о.

(Барнаул..., 2006)

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ



МАСШТАБ 1:75 000

- Площади распространения первых от поверхности водоносных горизонтов, комплексов**
- Q IV** Водоносный горизонт современных аллювиальных отложений. Пески, суглинки, супеси.
 - Q III-1-3** Водоносный комплекс верхнечетвертичных аллювиальных отложений надпойменных террас р. Барнаулки. Пески, суглинки, супеси.
 - Q III krd** Воды спорадического распространения в нижне-среднечетвертичных отложениях краснодубровской свиты. Супеси, суглинки с прослоями и линзами песков.
- Распространение водоупорных пород**
- N₂кс** Водоупорные верхнеплиоценовые отложения кочковской свиты. Глины, суглинки.
- Направление движения подземных вод
 - Участки разгрузки подземных вод
 - Овраги
 - Точки взятия проб
 - Скважины

- Водоупункты**
- $\frac{15}{2} \bigcirc \frac{4414}{0,3}$ Скважина. Обозначения: вверху - номер скважины и индекс водоупорных пород; слева в числителе - глубина скважины, в знаменателе - глубина кровли водоупорных пород или уровня грунтовых вод; справа - удельный дебит (литр/сек).
 - $8-N, \hat{kс}$ Скважина безводная. Обозначения: вверху номер скважины и индекс пород на заборе; слева - глубина скважины (м).
 - $410,7 \bigcirc \frac{229-Pz$ Скважина (гидрогеологические исследования не проводились). Обозначения: вверху - номер скважины и индекс пород на заборе; слева - глубина скважины (м).
- Бровка уступа Приобского плато
 - Бровка первой надпойменной террасы
 - Бровка второй надпойменной террасы
 - Бровка третьей надпойменной террасы
 - Предполагаемые границы

Рисунок – Гидрологические условия на территории Барнаульского г.о.

(Барнаул..., 2006)

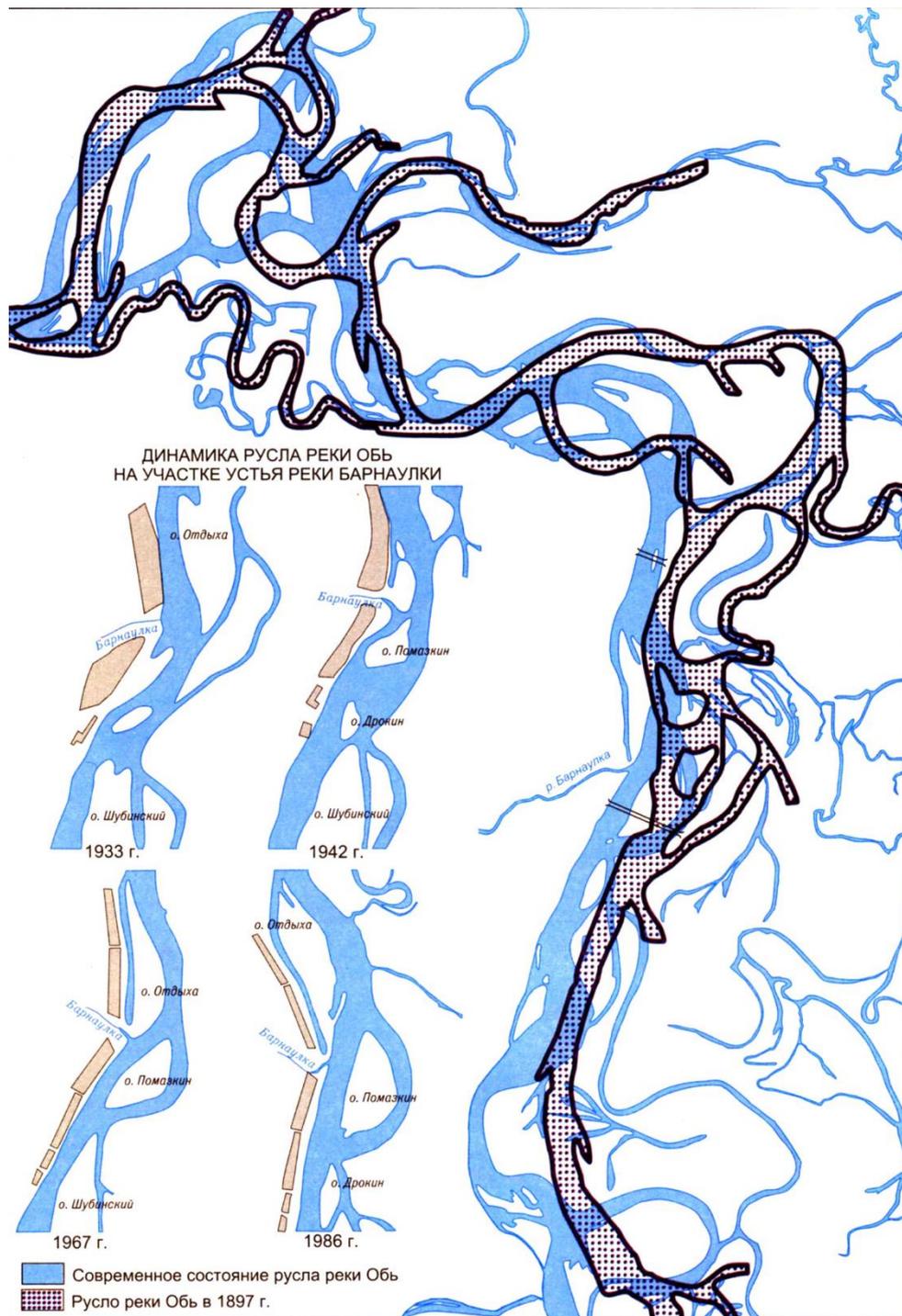


Рисунок – Деформируемость русла реки Обь (Барнаул..., 2006)

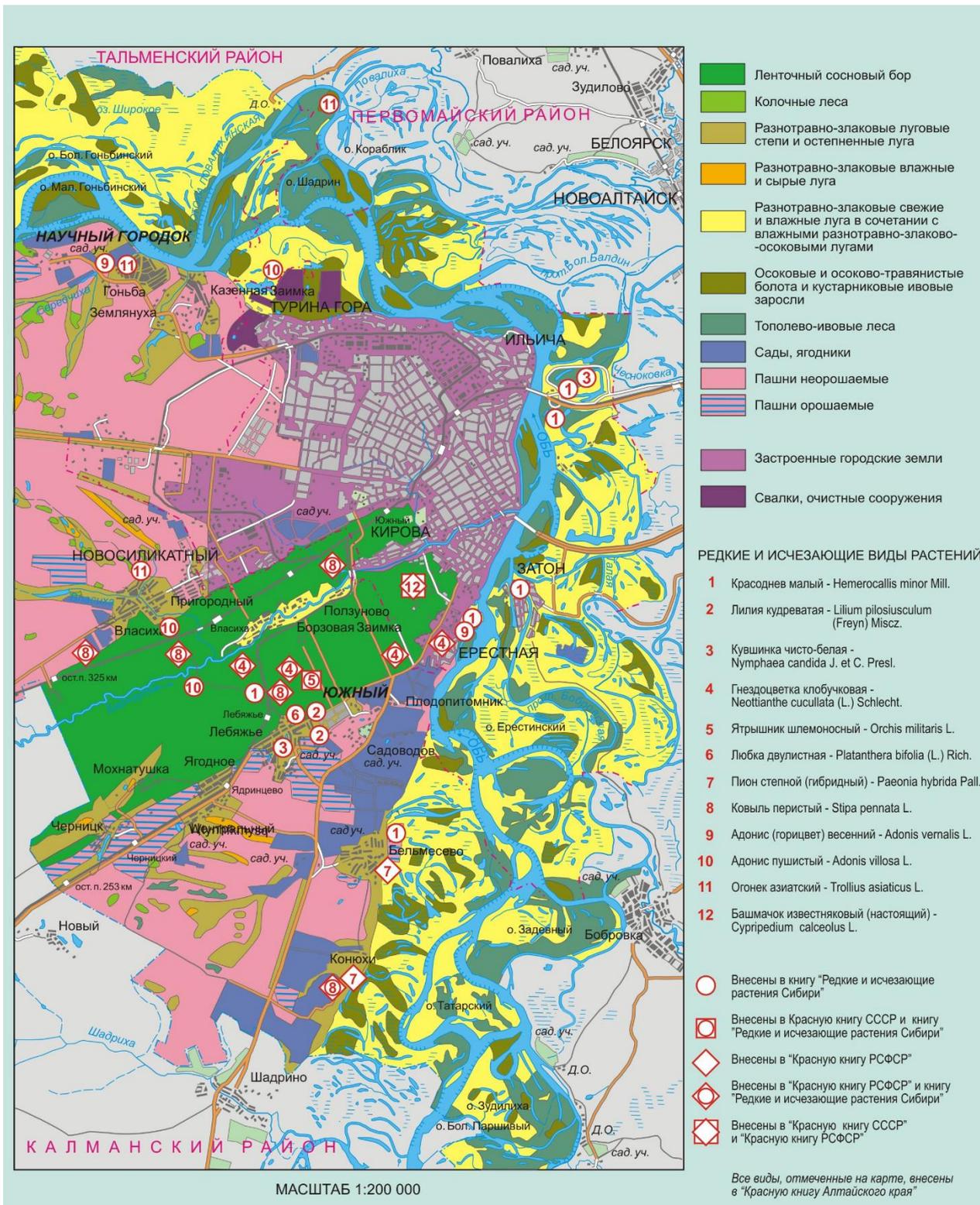


Рисунок – Растительный покров на территории Барнаульского г.о.

(Барнаул..., 2006)

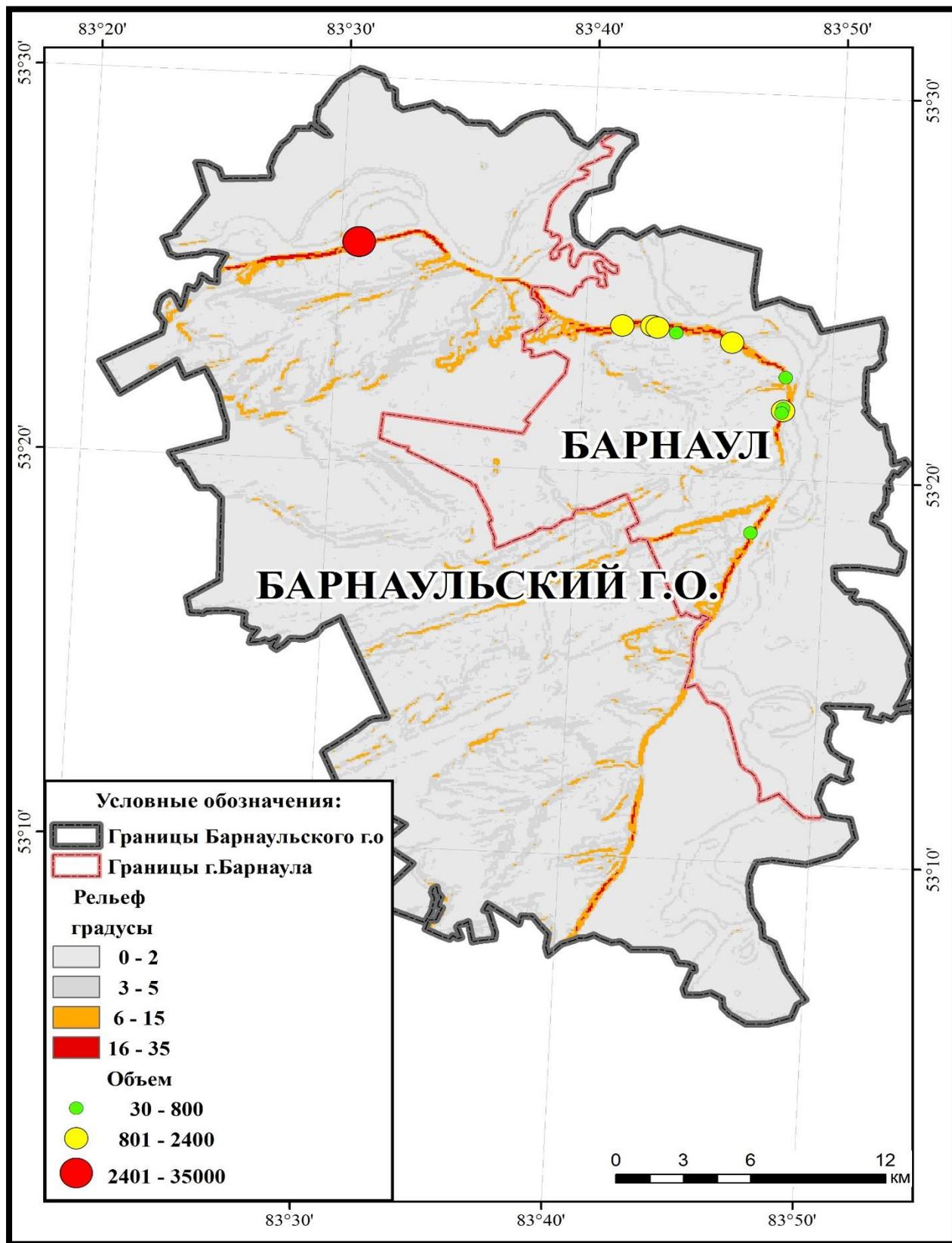


Рисунок – Карта оползневой активности за 2018 год (составлено автором)

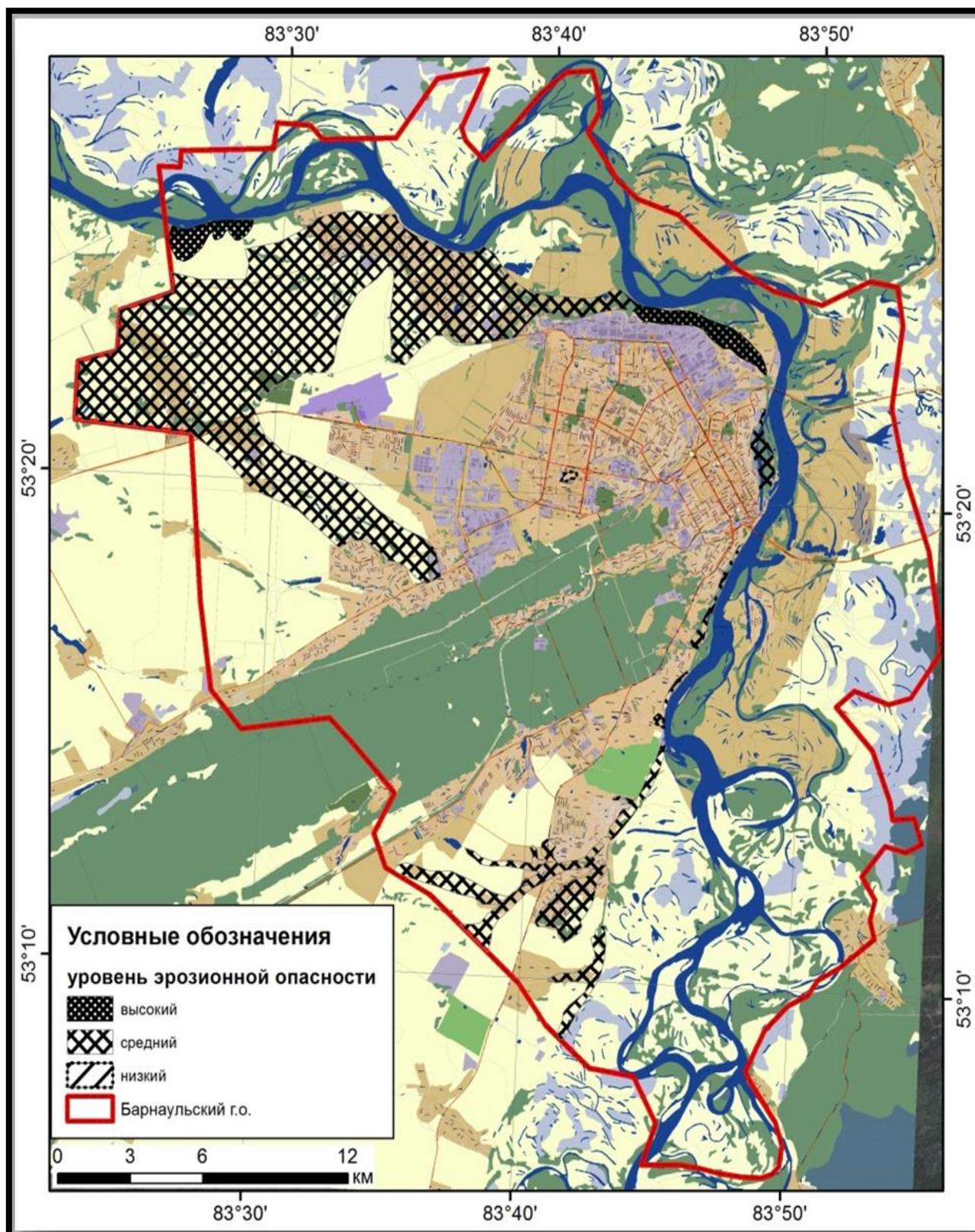


Рисунок – Активность овражной эрозии на территории Барнаульского г.о.
(составлено автором)

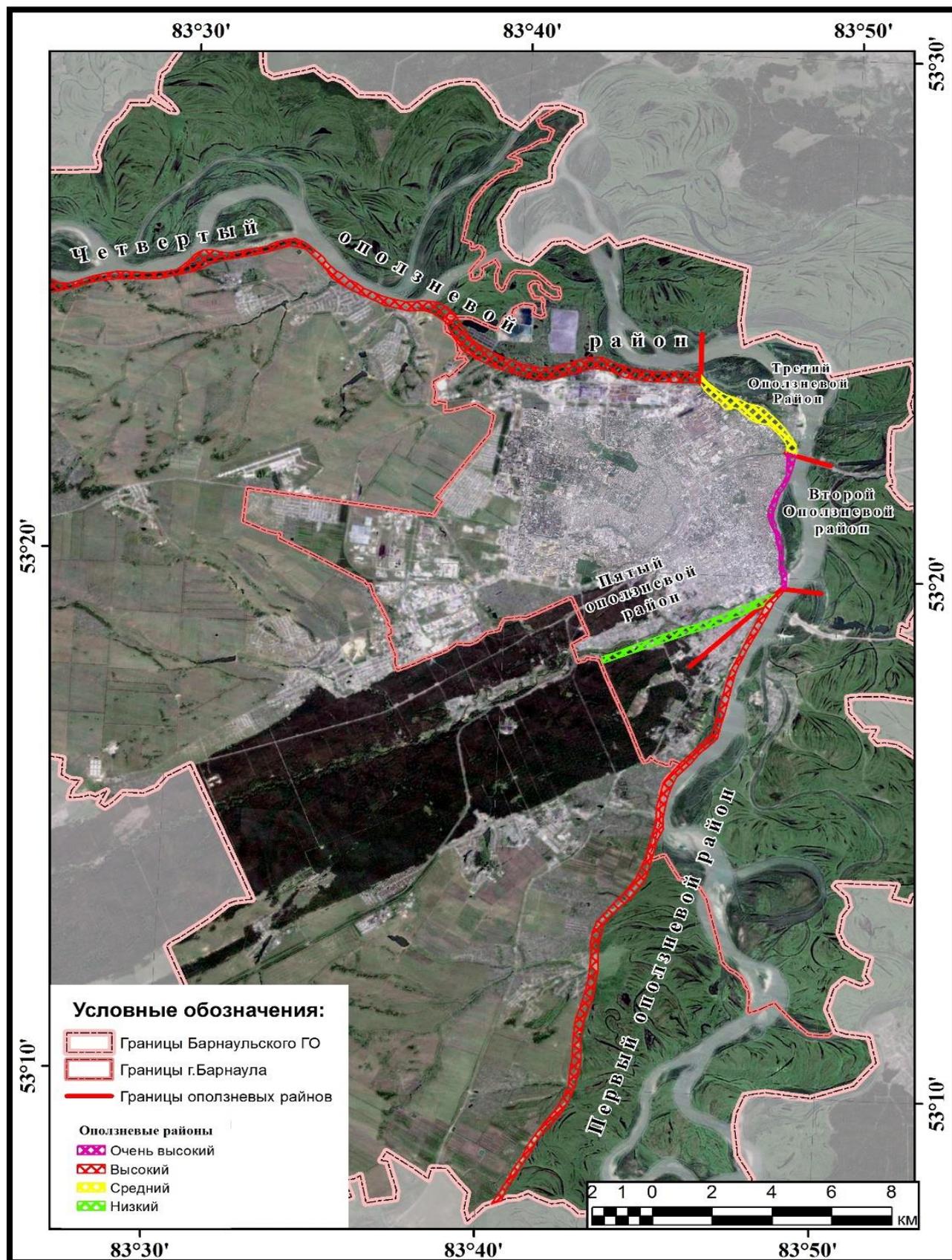


Рисунок – Степень активности эрозионной опасности (составлено автором)

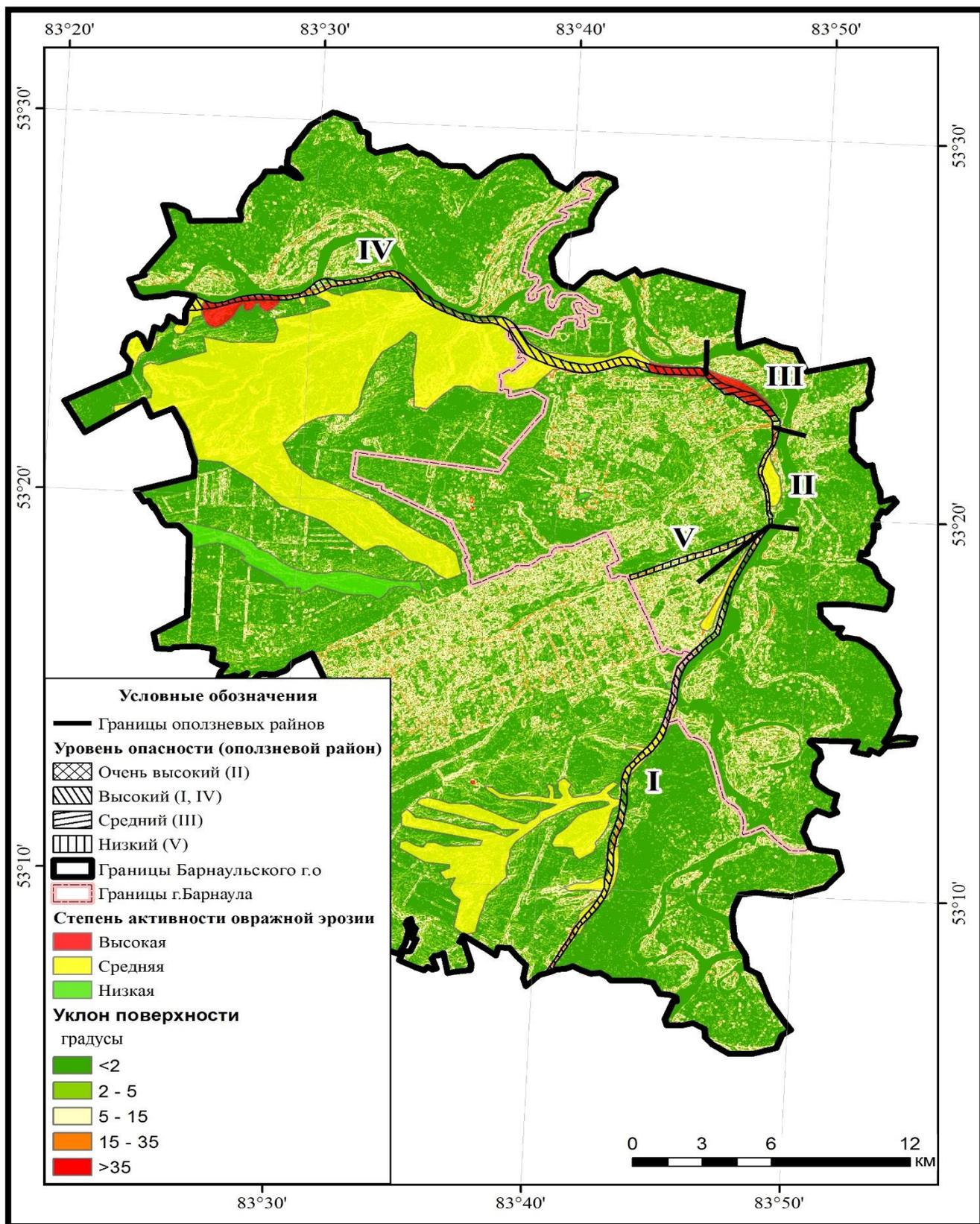


Рисунок – Карта совокупного влияния эрозионных и склоновых процессов на территории Барнаульского г.о. (составлено автором)

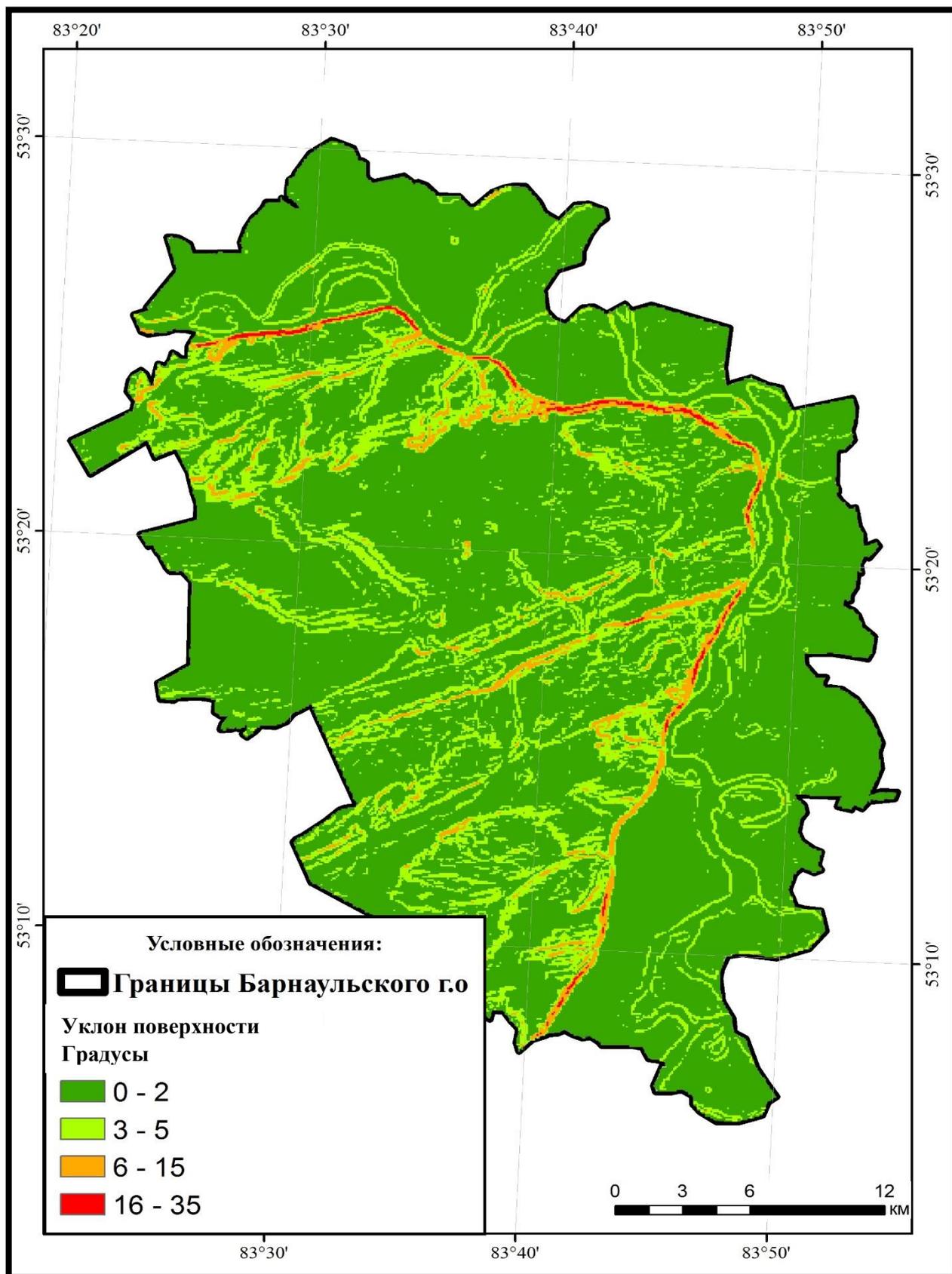


Рисунок – карта уклонов поверхности территории Барнаульского г.о (составлено автором на основе данных ЦМР SRTM)

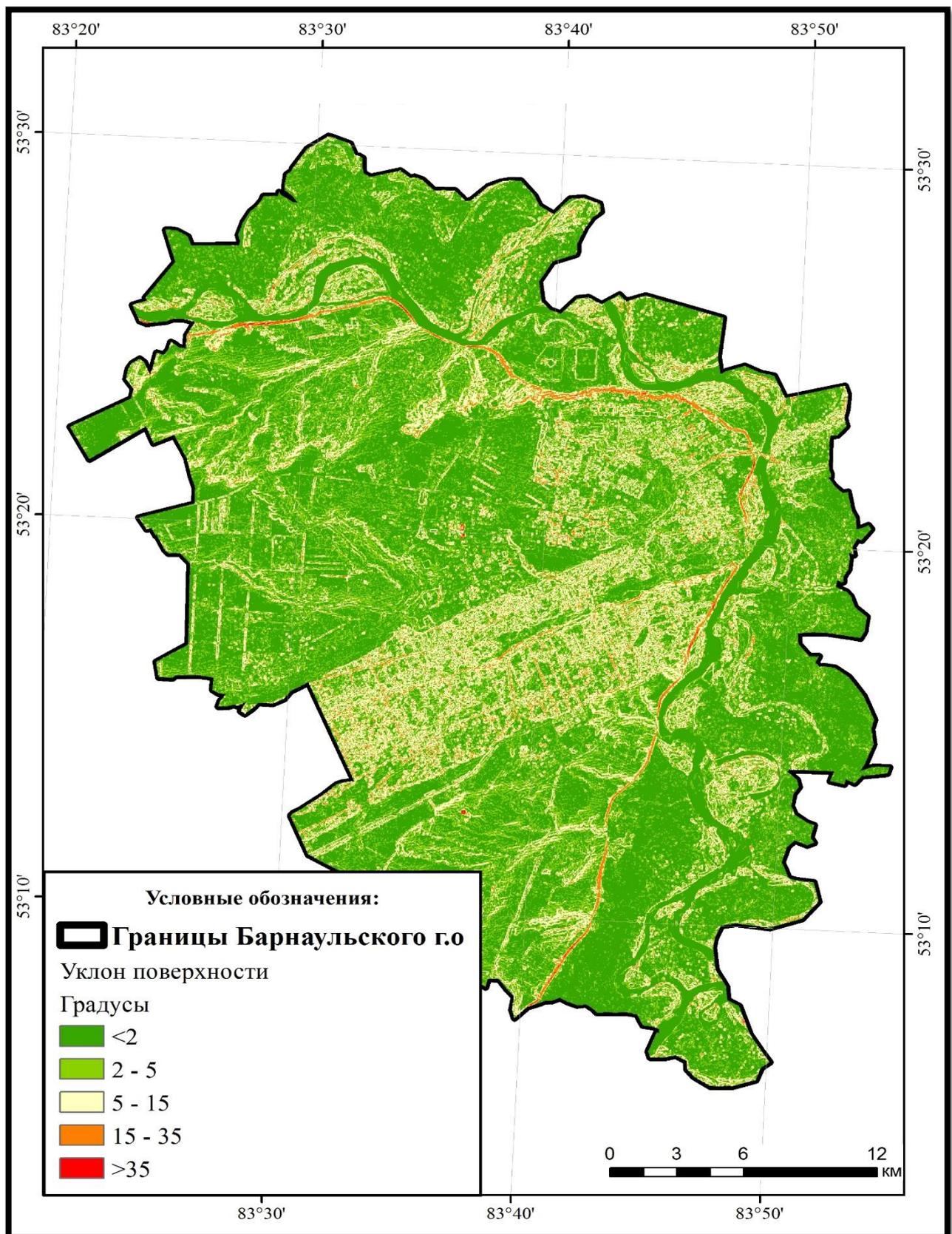


Рисунок – карта уклонов поверхности территории Барнаульского г.о (составлено автором на основе данных ЦММ ALOS)

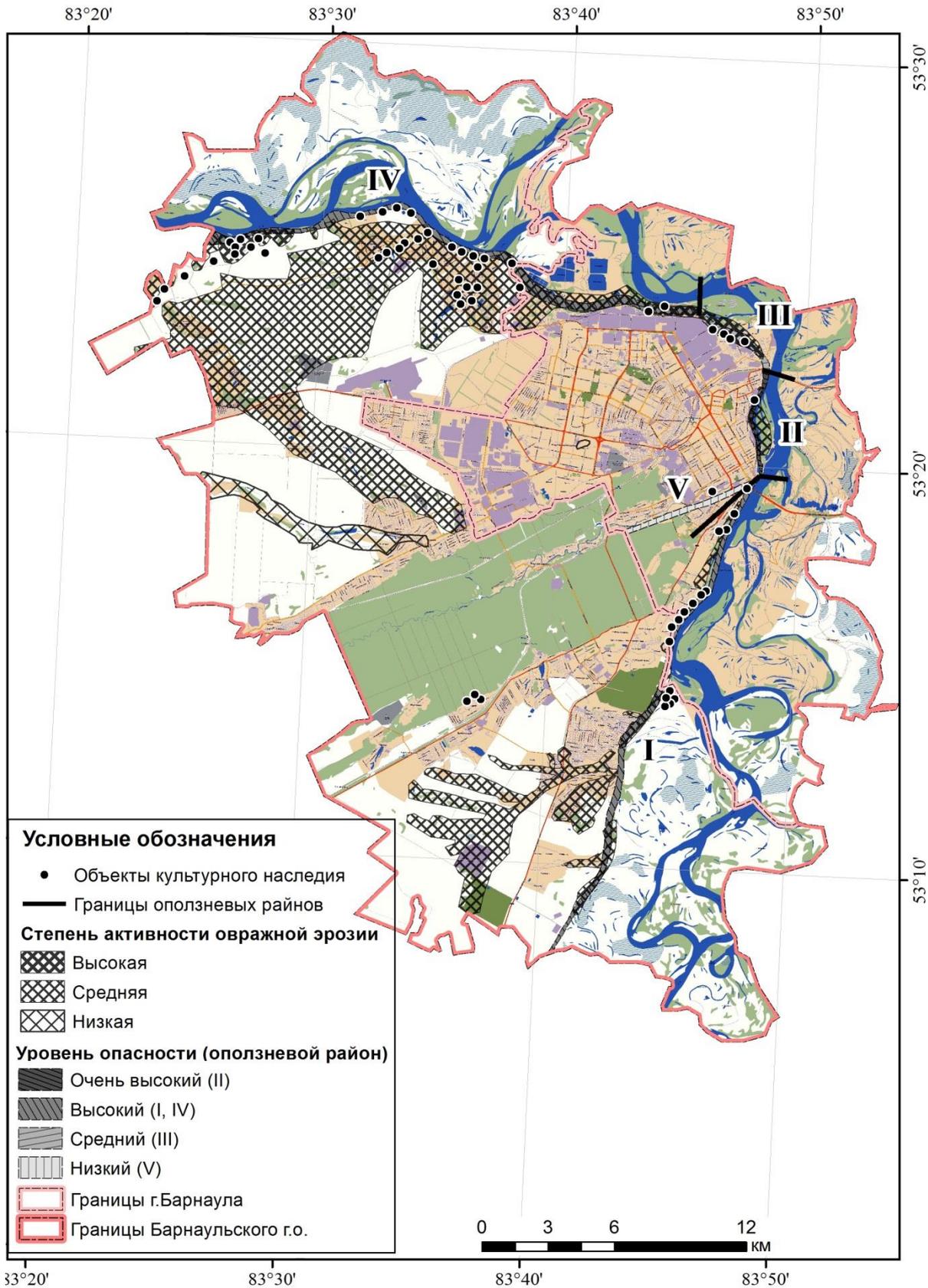


Рисунок – Влияние ОЭГП на объекты культурного наследия (составлено автором по данным: Барнаул. Научно-справочный атлас, 2006)

ПОСЛЕДНИЙ ЛИСТ ВКР

Выпускная квалификационная работа выполнена мной совершенно самостоятельно. Все использованные в работе материалы и концепции из опубликованной научной литературы и других источников имеют ссылки на них.

« ____ » _____ 2021г.

(подпись)

(Ф.И.О.)