

**Департамент образования мэрии города Новосибирска  
Дворец творчества детей и учащейся молодежи «Юниор»**

**XLI городская открытая научно-практическая  
конференция НОУ «Сибирь»**

Секция: физическая география и геоэкология

**Тема: Мониторинг оврагов по космическим снимкам**

**Автор:**

**Питерин Станислав Сергеевич**

10 класс МБОУ «Технический лицей при СГУГиТ»

Ленинского района

города Новосибирска

Научный руководитель:

**Калюжина Любовь Николаевна.**

учитель географии в.к.к.

МБОУ «Технический лицей при СГУГиТ»

конт. тел. 89137738016

Новосибирск 2021

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ _____	3
1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ _____	5
2 СОВРЕМЕННЫЕ ЭРОЗИОННЫЕ ФОРМЫ РЕЛЬЕФА _____	7
3 РЕЗУЛЬТАТЫ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА ОБРАГАМИ _____	10
ЗАКЛЮЧЕНИЕ _____	15
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ _____	17
ПРИЛОЖЕНИЯ:	
ПРИЛОЖЕНИЕ А      МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ      ХАРАКТЕРИСТИКИ ОБРАГОВ _____	18
ПРИЛОЖЕНИЕ Б      ВЕКОВОЙ ХОД КОЛИЧЕСТВА ОСАДКОВ (мм) г.НОВОСИБИРСК (1900-2021 гг.) _____	20

## ВВЕДЕНИЕ

Овражная эрозия ухудшает качество сельскохозяйственных земель и разрушает угодья. Это приводит как к затруднениям при их обработке, так и потерям ценных земель.

На урбанизированных территориях интенсивное развитие овражной эрозии создает угрозу объектам надземной и подземной инфраструктуре, а отдельных случаях может нанести непоправимый урон гражданскому строительству или спровоцировать техногенную катастрофу [3,10, 14,15].

Оценка динамики и прогнозирования линейной эрозии в зоне интенсивного земледелия, в том числе и на урбанизированных территориях является актуальной задачей [7]. Эта задача была еще поставлена в 60-е годы прошлого века [3].

Наибольший вклад в теорию развития линейной эрозии рельефа внесли: Докучаев В.В., Маккавеев Н.И., Бутаков Г.П., Ковалев С.Н., Зорина Е.Ф., Зятькова Л.К. и др.

Как известно, оврагообразование в Приобье Новосибирской области предопределяется: рыхлыми лессовыми супесчано-суглинистыми породами; интенсивными ливнями и значительной скоростью весеннего снеготаяния; нарушенным дерново-растительным покровом.

Овраги (промоины, отвершки и долины мелких рек) занимают до 30 % территории плато. И они широко распространены в районах, примыкающих к Оби. Площадь сельскохозяйственных земель, подверженных плоскостному смыву в области составляет 7,8%, в том числе площадь пашни 13,6% [4]. Ежегодно из сельскохозяйственного оборота области выбывают почти 70 га, в том числе из-за овражной эрозии [5 и 6].

Развитие информационных технологий и появление космических снимков высокого и сверхвысокого разрешения позволяют успешно решить задачи по анализу современного овражного расчленения, динамики оврагов, а также по идентификации поясов струйчатой эрозии на пахотных землях [7 и 14].

При этом в Интернете создаются сервисы, которые позволяют использовать бесплатные архивные трансформированные космические снимки, например, Google Планета Земля и др. Считают, что эти ресурсы позволят определить различные показатели заовраженности.

В этой связи предлагаем разработать подход применения Google Планета Земля для мониторинга оврагов.

**Объектом** нашего исследования является прибрежная территория Новосибирского водохранилища.

**Предметом** исследования является разработка подхода применения космических снимков в среде Google Earth Pro для мониторинга оврагов.

**Целью** работы является разработка подхода применения Google Earth Pro для мониторинга линейной эрозии рельефа.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- 1) рассмотреть общие сведения о Новосибирской области;
- 2) рассмотреть современные эрозионные формы рельефа;
- 3) разработать подход применения космических снимков в среде Google Earth Pro;
- 4) выполнить наблюдения за береговыми оврагами Новосибирского водохранилища.

**Методы исследования:** поисковый, статистический, аэрокосмический.

Наша работа состоит из трех глав. В первой главе рассмотрены общие сведения о Новосибирской области. Во второй главе рассмотрены современные формы линейной эрозии рельефа. В третьей главе разработан подход применения космических снимков в среде Google Earth Pro, а также приведены результаты мониторинга береговых оврагов Новосибирского водохранилища.

## 1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ

Новосибирская область входит в состав Сибирского федерального округа и расположена в Западной Сибири. Граничит с Казахстаном (на юго-западе), с Омской (на западе), с Томской (на севере), с Кемеровской (на востоке) областями и с Алтайским краем (на юге). Область состоит из 490 муниципальных образований из них: 30 муниципальных районов, 5 городских округов, 26 городских поселений, 429 сельских поселений. И она является промышленно-аграрным регионом с мощным научно-образовательным комплексом, а также выполняет функцию хаба транспортно-распределительной системы Сибири.

Площадь территории Новосибирской области составляет 17 775,6 тыс. га. Ширина территории с севера на юг составляет 425 км, а длина с востока на запад – 625 км [4].

Новосибирская область находится в континентальной области умеренного климатического пояса. Суровая и продолжительная зима с устойчивым снежным покровом от 20 см (на юго-западе) до 50 - 70 см (на севере). Переходные сезоны (весна, осень) короткие и отличаются неустойчивой погодой, возвратами холодов, заморозками. Заморозки на почве начинаются во второй половине сентября и заканчиваются в конце мая. Лето жаркое, но сравнительно короткое – от 90 до 100 дней на севере и до 120 - 130 дней на юге. Самый теплый месяц – июль (+18<sup>0</sup>С...+20<sup>0</sup>С) [2 и 4].

Уникальность природы Новосибирской области заключается в наличии разнообразных природных комплексов: больших и малых рек, пресных и соленых озер, степей и лесостепей, гор, черневой тайги и березовых перелесков, сосновых боров, верховых и низинных болот.

К основным рекам области относят Обь, Омь, Бердь, Иня и Карасук. Плотиной Новосибирской ГЭС образовано Новосибирское водохранилище. На территории области расположено около 3 тыс. пресноводных, соленых и горько-соленых озер (Чаны, Убинское, Сартлан и др.). На севере и северо-западе расположена южная часть крупнейшего в мире Васюганского болота [2, 4].

Юго-восточная часть территории самая высокая. Здесь расположены возвышенные поверхности Салаирского кряжа. Наибольшая абсолютная высота поверхности (г. Пихтовый гребень) составляет 493 м, а глубина вреза рек достигает до 200-250 м. Большая часть территории области находится в пределах Западно - Сибирской равнины, где наиболее крупными орографическими элементами являются Васюганская равнина, Барабинская низменность, Кулундинская равнина и Приобское плато [2].

Приобское плато выделяется абсолютными отметками, превышающими 150-175 м, и сильно вытянутыми в северо-восточном направлении водораздельными увалами, разделенные древними речными долинами. Густота

расчленения поверхности составляет 0,2-0,8 км/км<sup>2</sup>, а глубина расчленения может достигать 50-100 м. Уклоны поверхности не превышают 1<sup>0</sup>. Только в районах левобережья р. Оби, где развито овражно-балочное расчленение, уклоны достигают 5-10<sup>0</sup>.

Основными рельефообразующими процессами Приобья являются просадочность и оврагообразование.

Просадочность проявляется в виде просадок земной поверхности с образованием западинных блюдец. Они образуются на ровных и плоских водоразделах территории с размерами 50-150 м и глубиной 1,5-2,5 м.

Считают, что оврагообразование в Приобье предопределяется: рыхлыми лессовыми супесчано-суглинистыми породами; интенсивными ливнями и значительной скоростью весеннего снеготаяния; нарушенным дерново-растительным покровом.

Овраги (промоины, отвершки и долины мелких рек) занимают до 30 % территории плато. И они широко распространены в районах, примыкающих к Оби. На участках с наиболее расчлененным рельефом развиваются вторичные, или донные, овраги. При этом расстояние между бровками оврага достигает 70 м, а глубина - 30 м. Скорость роста таких оврагов может достигать 5-50 м в год. Овраги наносят ущерб объектам гражданского (промышленного) строительства и пашням.

На пашни негативное воздействие оказывают склоновые (первичные) овраги и плоскостной смыв. Первичные овраги развиваются на пологих склонах (до уклона 2-3<sup>0</sup>), где талые и дождевые воды образуют множество эрозионных рытвин и промоин. Глубина таких оврагов обычно составляет 1,5-2,0 м. Плоскостной смыв развит на не закрепленных естественной растительностью склонах более 2-3<sup>0</sup> [2]. Площадь сельскохозяйственных земель, подверженных плоскостному смыву в области составляет 7,8%, в том числе площадь пашни 13,6% [4].

Ежегодно из сельскохозяйственного оборота области выбывают почти 70 га, в том числе из-за овражной эрозии [5 и 6].

## 2 СОВРЕМЕННЫЕ ЭРОЗИОННЫЕ ФОРМЫ РЕЛЬЕФА

На основании анализа литературы [3, 8, 9, 11], посвященные зарождению и развитию овражно-балочной системы, выявили следующее.

Возникновения и последующие преобразования линейных эрозионных форм рельефа разнообразны и не одинаковы в различных природных условиях.

В процессе линейной эрозии почв временными водными потоками (дождевых или талых вод) выделяют две большие группы эрозионных форм рельефа: современные и древние.

Современные эрозионные формы рельефа представлены рытвинами промоинами, оврагами.

Рытвины (борозды, размоины) - линейные эрозионные формы глубиной до 0,5 м, шириной 0,5-1,0 м. Если эта форма рельефа не уничтожена при распашке, тогда эта форма рельефа переходит к следующей стадии - промоине.

Промоины имеют глубину до 1,5-2,0 м, ширину 1,0-3,0 м, вертикальные или крутосклонные, незадернованные стенки. Поперечный профиль симметричный или слабо асимметричный. Продольный профиль обычно повторяет форму склона.

При продолжающейся усиленной эрозии временными водотоками промоина переходит к основной форме эрозии – оврагу. Овраг существенно отличается от других как древних, так и современных линейных эрозионных образований - характерными размерами, формой поперечного и продольного профиля и динамическим состоянием (рисунок 1). Считают, что эта форма является одна из самых динамичных современных рельефообразующих процессов в течение длительного времени 150-300 лет.

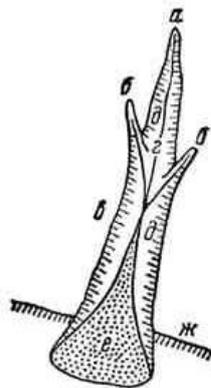


Рисунок 1 – Схема оврага [11]:

*а* – вершина; *б* – отвершки; *в* – бровка; *г* – тальвег; *д* – откосы; *е* – конус выноса; *ж* – бровка балки (долины).

Сводная классификация современных эрозионных форм, связанных временными водотоками приведена на рисунке 2.

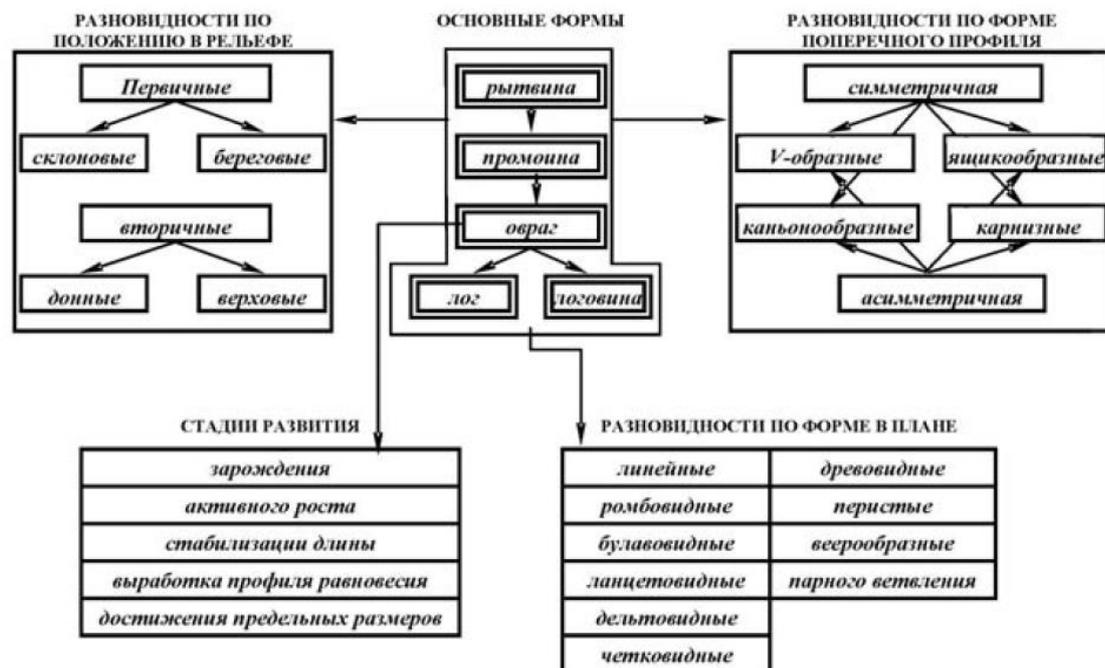


Рисунок 2 – Классификация современных эрозионных форм рельефа [с.13, 9]

Развитие овражной эрозии, в том числе овражно-балочной системы на территории представляют в виде трех стадий:

- 1) начальную, представленную рытвинами, промоинами, эрозионными бороздами и ложбинами;
- 2) зрелую – первичными (склоновыми) и вторичными (донными) оврагами;
- 3) завершающую – балками и лощинами, т.е. древними эрозионными формами рельефа.

Поэтому, по активности развития, овраги подразделяют на активные, слабоактивные, скрытого развития и активизирующиеся.

К активным оврагам относятся такие, которые в привершинной части имеют крутые обнаженные склоны, а в приустьевой – задернованные.

Слабоактивные (полуздернованные) овраги характеризуются более пологими склонами и незначительным годовым приростом в длину. Склоны активизирующихся оврагов полностью задернованы или полуздернованы и лишь в приустьевой части обнажены, что указывает на оживление процессов эрозии.

По скорости увеличения длины оврага подразделяют на следующие группы: медленно растущие (<0,5 м/год); умеренно растущие (0,5-2,0 м/год); быстро растущие (2,0-10 м/год) и катастрофично растущие (>10 м/год).

Все причины развития овражной эрозии сводят к естественным (геолого-геоморфологические и гидрометеорологические условия), антропогенным и другим факторам, которые создают главное условие для линейной эрозии: беспрепятственный вынос русловым потоком за пределы эрозионного вреза размытого и поступающего с бортов грунта.

Овражная эрозия ухудшает качество сельскохозяйственных земель и разрушает угодья. Это приводит как к затруднениям при их обработке, так и потерям ценных земель.

На урбанизированных территориях интенсивное развитие овражной эрозии создает угрозу объектам наземной и подземной инфраструктуре, а отдельных случаях может нанести непоправимый урон гражданскому строительству или спровоцировать техногенную катастрофу [3, 10, 14,15].

Оценка динамики и прогнозирования линейной эрозии в зоне интенсивного земледелия, в том числе и на урбанизированных территориях является актуальной задачей [7]. Эта задача была еще поставлена в 60-е годы прошлого века [3]. Развитие информационных технологий и появление космических снимков высокого и сверхвысокого разрешения позволяют успешно решить задачи по анализу современного овражного расчленения, динамики оврагов, а также по идентификации поясов струйчатой эрозии на пахотных землях [7 и 14].

Дистанционное зондирование Земли в настоящее время является наиболее интенсивно развивающимся способом получения актуальных и объективных данных о процессах и явлениях, происходящих в различных геосферах Земли [12]. При этом в Интернете создаются сервисы, которые позволяют использовать бесплатные архивные трансформированные космические снимки, например, SAS.Планета и Google Планета Земля и др. Считают, что эти ресурсы позволят определить различные показатели заовраженности: густоту овражной сети (км/км<sup>2</sup>), плотность оврагов (ед./км<sup>2</sup>), площадную и линейную динамику овражной сети. И этому есть подтверждение. Для выявления тенденции и темпов развития береговой эрозии в республике Татарстане, Воронежской и Оренбургской областях успешно применили SAS.Планета и геоинформационную систему MapInfo [7].

В этой связи предлагаем разработать подход применения Google Планета Земля для мониторинга оврагов.

### 3 РЕЗУЛЬТАТЫ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА ОВРАГАМИ

Мониторинг - *система постоянных наблюдений, оценки и прогноза изменений состояний какого-либо природного, социального и т.п. объекта* [13].

Следовательно, ключевыми словами мониторинга являются наблюдение, оценка и прогноз.

#### 1. Наблюдение.

Многие ученые отмечают, что при эксплуатации гидротехнического сооружения территории водохранилищ, а именно береговая линия претерпевает существенные изменения, которые приводят к нерациональному использованию земель, деградации, развитию эрозионных процессов. Поэтому в качестве объекта исследования были выбраны четыре оврага на левом берегу Новосибирского водохранилища. В районе СНТ «Рябина», в восьми километрах на юго-запад от н.п. Ленинское, выбрали три оврага, и четвертый – между н.п. Боровое и Береговое (рисунок 3).

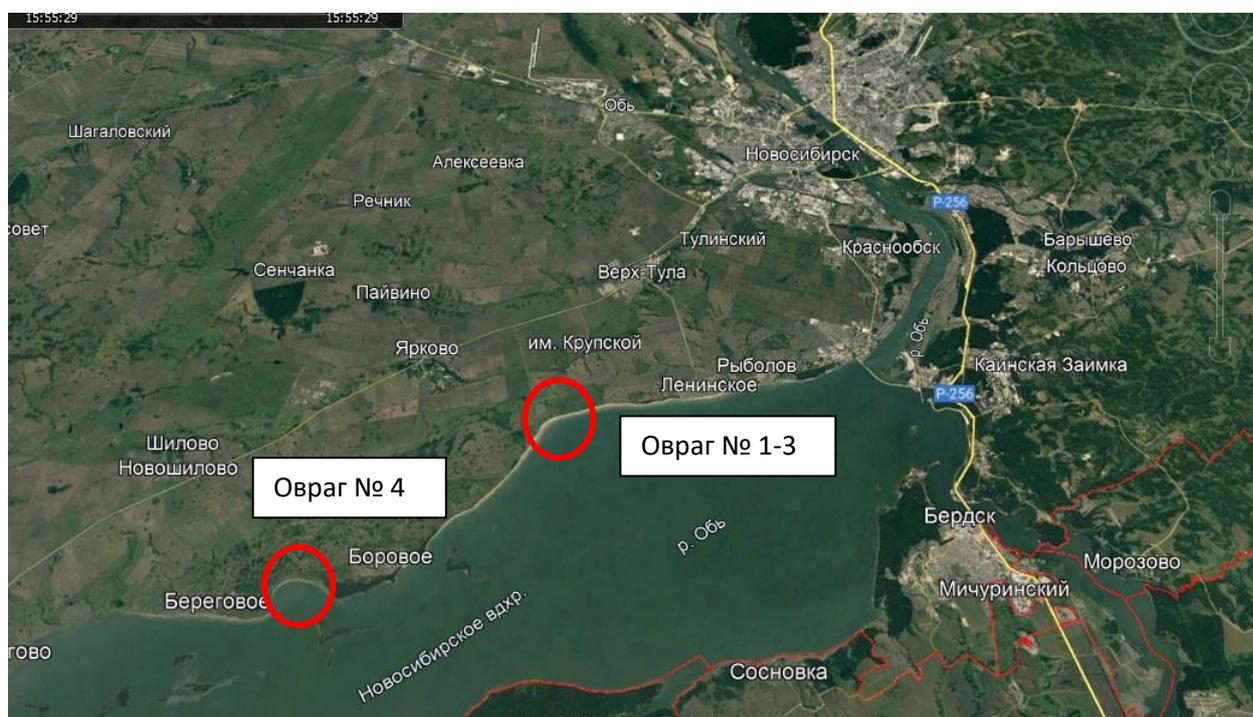


Рисунок 3 – Местоположения оврагов

Опираясь на опыт исследователей [7 и 14] задали следующие морфометрические характеристики оврага: длина; ширина (в вершине, в середине и в районе бровки берега); площадь; периметр и глубина. Подготовили таблицу для каждого оврага (приложение А).

Сбор морфометрических характеристик оврага осуществляли на выбранную дату следующим образом.

В меню Вид выбирают Исторические снимки, затем - дату космического снимка (рисунок 4).

В графическом окне интерфейса Google Earth Pro добиваются удобного масштаба и вида оврага для измерения морфометрических характеристик (см. рисунок 4).

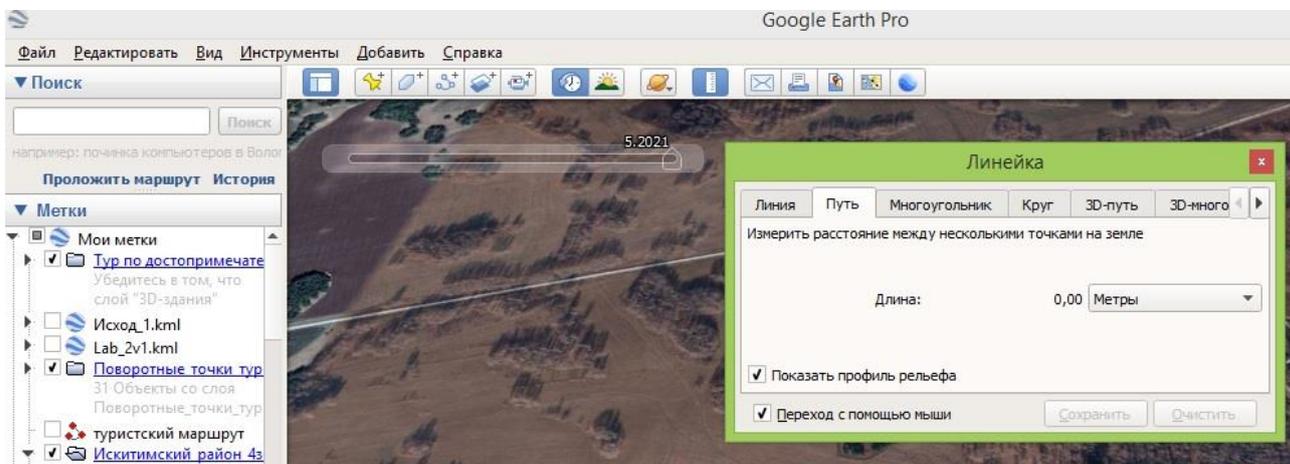


Рисунок 4 – Интерфейс Google Earth Pro

Далее в меню Инструменты выбирают команду Линейка и соответствующую вкладку (Линия либо Путь, либо Многоугольник). Линия применялась для измерения ширины, Путь – длины, а Многоугольник - площади и периметра оврага (рисунок 5).

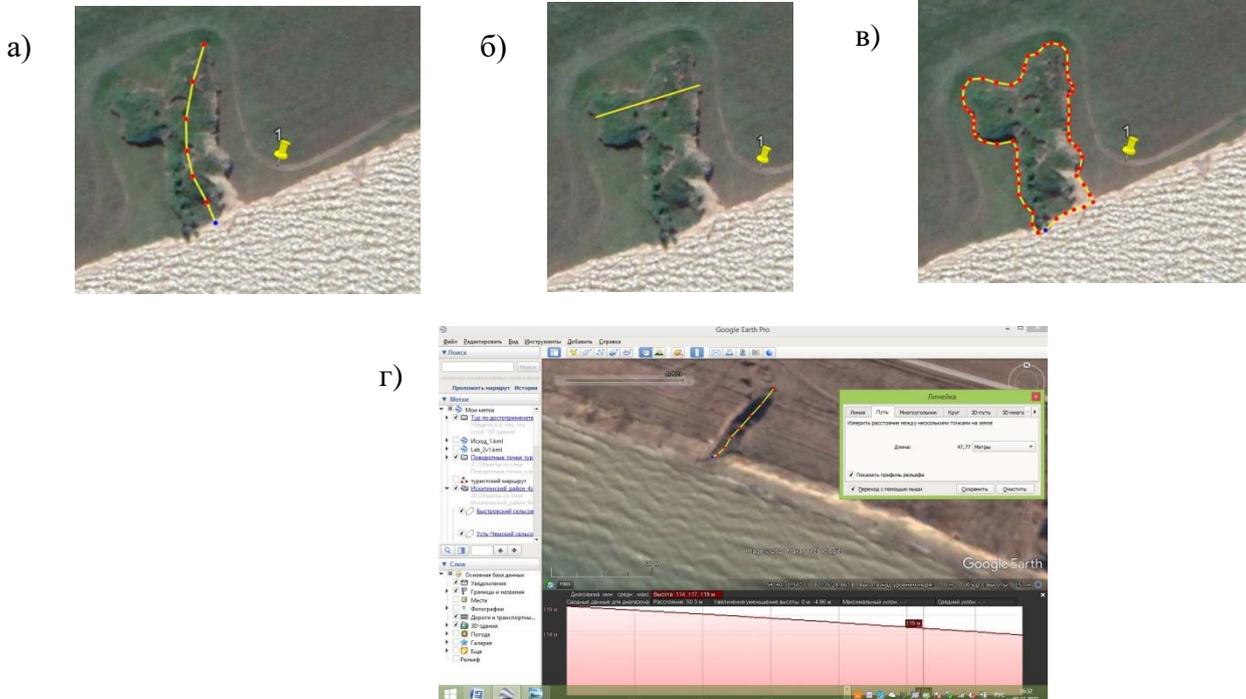


Рисунок 5 – Измерения морфометрических характеристик оврага:  
 а – длина; б – ширина в середине оврага; в – площадь и периметр; г – профиль по тальвегу оврага.

Глубину оврага определяли в середине профиля. Все результаты измерений вносили в таблицу (см. приложение А).

При выборе оврагов и определении морфометрических характеристик придерживались следующих дешифровочных признаков и рекомендаций [7 и 14]:

- овражно-балочной сети присуща развитая древовидная структура;
- к активно растущим оврагам относятся характерная узколинейная плановая форма с четкими, геометрически хорошо выраженными границами. Наличие четкой бровки и линии тальвега, а также незадернованных участков откосов косвенно свидетельствуют о V-образном профиле активно растущего оврага;
- наиболее информативными снимками являются осенние и весенние снимки;
- на зимних снимках хорошо прослеживаются тальвеги оврагов, но на них сложно выделить бровку, а также возникают трудности в определении стадии развития оврага.
- стадии развития овражных форм хорошо прослеживаются на летних снимках, но к их недостаткам можно отнести то, что под густой растительностью сложно дешифрируются донные овраги.

## 2. Оценка.

Рассмотрим темпы и динамику развития линейной эрозии рельефа по каждому оврагу.

### *Овраг № 1.*

В 01.07. 2009 г. длина оврага составила 30,61 м, а площадь – 738,7 кв. м а в 01.06.2021 г. эти характеристики увеличились в 2,3 и 2,5 раза соответственно. Его глубина находится в пределах 3,0 м (см. приложение А).

Значительный рост оврага наблюдается с 2013 по 2019 гг. В этот период максимальная скорость изменения длины оврага достигает 8,2 м/год, а площади почти 172 кв. м/год (рисунок 6 и 7).

За 12 летний период наблюдений выявлено, что средняя скорость изменения длины оврага составила 5,4 м/год, а площади – почти 101 кв. м/год (см. рисунок 6 и 7).

Следовательно, по скорости этот овраг является быстро растущий.

### *Овраг № 2*

В 01.06. 2010 г. длина оврага составила 80,73 м, а площадь – 1935,9 кв. м а в 01.06.2021 г. эти характеристики увеличились в 1,8 и 1,4 раза соответственно. Его глубина находится в пределах 5,5 м (см. приложение А).

Значительный рост оврага наблюдается с 2019 по 2021 гг. В этот период максимальная скорость изменения длины оврага достигает 5,9 м/год, а площади почти 68 кв. м/год (см. рисунок 6 и 7).

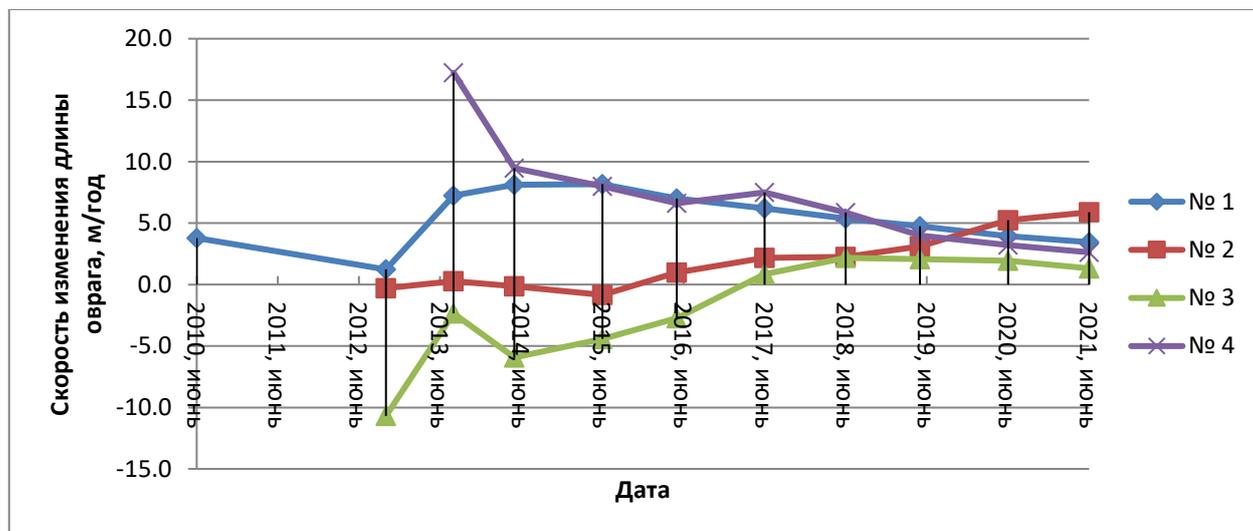


Рисунок 6 – Изменения длины оврагов

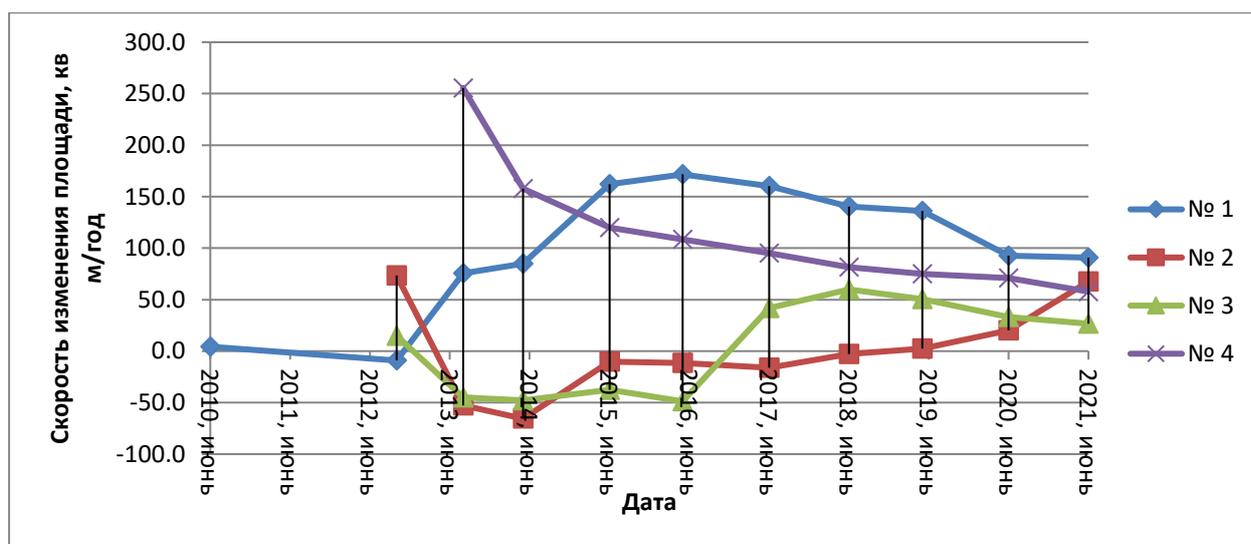


Рисунок 7 – Изменения площади оврагов

За 10 летний период наблюдений выявлено, что средняя скорость изменения длины оврага составила 1,9 м/год, а площади – почти 0,5 кв. м/год (см. рисунок 6 и 7).

Следовательно, по скорости этот овраг является умеренно растущий.

### *Овраг № 3.*

В 01.06. 2010 г. длина оврага составила 86,68 м, а площадь – 1764,31 кв. м а в 01.06.2021 г. эти характеристики увеличились на 17 %. Его глубина находится в пределах 4,8 м (см. приложение А).

Значительного роста оврага за 10 летний период не наблюдается. Средняя скорость изменения длины оврага составила -1,8 м/год, а площади –4,8 кв. м/год (см. рисунок 6 и 7). Здесь следует отметить, что отрицательная скорость изменения длины и площади - это следствие ошибок дешифрирования бровки оврага. Поэтому вероятнее всего наблюдается временная стабилизация развития оврага.

Следовательно, по скорости этот овраг является медленно растущий.

### *Овраг № 4.*

В 01.05. 2012 г. длина оврага составила 21,11 м, а площадь – 257,8 кв. м а в 01.10.2021 г. эти характеристики увеличились в 2,2 и 3,1 раза соответственно. Его глубина находится в пределах 2,8 м (приложение А).

Значительный рост оврага наблюдается с 2013 по 2017 гг. В этот период максимальная скорость изменения длины оврага достигает 17,2 м/год, а площади почти 256 кв. м/год (рисунок 6 и 7).

За 8 летний период наблюдений выявлено, что средняя скорость изменения длины оврага составила 7,2 м/год, а площади – почти 114 кв. м/год (рисунок 6 и 7).

Следовательно, по скорости этот овраг является быстро растущий.

Сопоставление развития овражной эрозии с количеством осадков (приложение Б) выявил, что активизация роста оврагов с 2013 года обусловлено их увеличением по сравнению с предыдущими годами на 100-260 мм.

Определения коэффициентов корреляции зависимости изменения длины и площади четырех оврагов от кумулятивного эффекта осадков выявил следующее:

- наблюдается прямая корреляционная связь;
- значения коэффициентов корреляции находятся в диапазоне от 0,71 до 0,96 кроме четвертого оврага. Здесь коэффициент корреляции зависимости длины оврага от кумулятивного эффекта количества осадков составляет 0,33;
- значение коэффициента корреляции площади первого и четвертого оврагов составляет 0,85 и 0,96 соответственно;
- значение коэффициента корреляции длины второго и третьего оврагов составляет 0,90 и 0,85 соответственно.

Следовательно, овраги № 1 и 4 активно развивались за счет разрушения бровки, а овраги № 2 и 3 за счет линейного роста.

Таким образом, на левом берегу Новосибирского водохранилища линейная эрозия рельефа развивается неоднородно (от медленно до быстро растущих оврагов). В среднем скорость этой эрозии составляет 3 м/год, т.е. наблюдается активное развитие оврагов, что обуславливает прогнозирование.

### 3. Прогноз.

Для прогноза развития линейной эрозии рельефа применили стандартный функционал, реализованный в Excel: построение линии тренда (сглаживающей линии). Результаты построения линий тренда приведены в таблице 1.

Из таблицы 1 видно, что в следующем году с вероятностью порядка 0,8 можно ожидать катастрофический рост оврага № 1: скорость линейной эрозии может составить 23 м/год. Здесь вероятны большие обвалы, которые по площади могут достигнуть 500 кв. м.

Овраги № 3 и 4 тоже вероятнее всего перейдут в более активное состояние. Средняя скорость составит 9 м/год, а их площадь может увеличиться до 200 кв. м.

Таблица 1 - Прогноз линейной эрозии рельефа

Номер оврага	Уравнение линии тренда		Прогноз на июнь 2022 г.	
	Длины, L (м)	Площади, P (кв. м)	L, м	P, кв. м
1	$L = 0,0113t - 410,18;$ $r = +0,82$	$P = 0,3406t - 12880,0;$ $r = +0,88$	95↑	2349↑
2	$L = 0,0157t - 565,87;$ $r = +0,86$	$P = 0,1107t - 2729,5;$ $r = +0,53$	136↓	2220↓
3	$L = 0,0095t - 318,07;$ $r = +0,69$	$P = 0,146t - 4319,6;$ $r = +0,65$	107↑	2209↑
4	$L = 0,0062t - 219,46;$ $r = +0,61$	$P = 0,1378t - 5198,9;$ $r = +0,87$	58↑	971↑

Примечания:  $t$  - дата; ↑ - увеличение; ↓ - стабилизация роста оврага.

В следующем году с вероятностью почти 0,7 овраг № 2 перейдет в режим либо скрытого, либо слабого развития. Если посмотреть на скорости изменения длины и площади, то при увеличении количества осадков не исключаем более активные эрозионные процессы.

Все это обуславливает ведение мониторинга по всей береговой линии водохранилища.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

К основным результатам работы следует отнести следующее:

- 1) рассмотрены общие сведения о Новосибирской области и современные эрозионные формы рельефа;
- 2) разработан подход применения космических снимков в среде Google Earth Pro;
- 3) выполнены наблюдения за береговыми оврагами Новосибирского водохранилища.

На левом берегу Новосибирского водохранилища линейная эрозия рельефа развивается неоднородно (от медленно до быстро растущих оврагов). В среднем скорость этой эрозии составляет 3 м/год, т.е. наблюдается активное развитие оврагов.

В следующем году можно ожидать катастрофический рост оврага № 1: скорость линейной эрозии может составить 23 м/год. Здесь вероятны большие обвалы, которые по площади могут достигнуть 500 кв. м.

Овраги № 3 и 4 тоже перейдут в более активное состояние. Средняя скорость составит 9 м/год, а их площадь может увеличиться до 200 кв. м.

Овраг № 2 перейдет в режим либо скрытого, либо слабого развития.

**Научная новизна** заключается в подходе применения Google Earth Pro, в том числе космических снимков для мониторинга оврагов, и полученных результатах наблюдений за развитием линейной эрозии рельефа по четырем оврагам, расположенных на левом берегу Новосибирского водохранилища, а также анализе, оценке и прогнозе овражной эрозии.

**Практическая значимость.** Разработанный подход и полученные результаты позволят повысить эффективность управленческих решений в сфере землепользования и принимаемых мер для снижения темпов линейной эрозии рельефа. Также разработанная методика и опыт можно применять на уроках в рамках изучения физической географии.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вековой ход количества атмосферных осадков. – URL: <http://www.meteo-nso.ru/pages/50> (дата обращения: 01.10.2021).
2. Горелова Т.А. Природа Новосибирской области: учебное пособие/Т.А.Горелова, Н.В.Гуляева, В.М.Кравцов, Ю.В.Кравцов. – Новосибирск: Изд. НГПУ, 2011. – 160 с.
3. Государственное управление в области охраны земельных ресурсов. – URL: <https://edu.kpfu.ru/mod/book/view.php?id=338560&chapterid=12897> (дата обращения: 04.11.2021).
4. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Новосибирской области в 2019 году – Новосибирск, 2020 – 159 с.
5. Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель в Российской Федерации в 2009 году – Москва, 2010 – 249 с.
6. Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель в Российской Федерации в 2019 году – Москва, 2020 – 206 с.
7. Ермолаев О.П., Медведева Р.А., Платончева Е.В. Методические подходы к мониторингу процессов эрозии на сельскохозяйственных землях Европейской части России с помощью материалов космических съемок // Учен. зап. Казан. ун-та. Сер. Естеств. науки. – 2017. – Т. 159, кн. 4. – С. 668–680.
8. Классификация оврагов. – URL: [https://studwood.ru/1196854/geografiya/klassifikatsiya\\_ovragov](https://studwood.ru/1196854/geografiya/klassifikatsiya_ovragov) (дата обращения: 01.10.2021).
9. Ковалев С.Н. Овражно-балочные системы в городах: научная литература /С.Н. Ковалев - Москва: Компания ПринтКоВ, 2011 - 138 с.
10. Недикова, Е. В. Анализ факторов оврагообразования для определения специфики хозяйственного использования и внедрения систем противоэрозионных мероприятий / Е. В. Недикова, К. Д. Недиков // Экономика и экология территориальных образований. — 2019. — Т. 3, № 2. — С. 65–71.
11. Понятие об овражной эрозии почв. – URL: <https://cyberpedia.su/8x119c5.html> (дата обращения: 01.10.2021).
12. Тематическое дешифрирование и интерпретация космических снимков среднего и высокого пространственного разрешения [Электронный ресурс]: учебное пособие / А. Н. Шихов, А. П. Герасимов, А. И. Пономарчук, Е. С. Перминова ; Пермский государственный национальный исследовательский университет. – Электронные данные. – Пермь, 2020. – 191 с.
13. Толковый словарь русского языка/ Гл. ред. С.А.Кузнецов.– СПб.: «Норинт», 2004.– 960 с.
14. Халыков Е.Е. Особенности картирования развития овражной эрозии на примере оврагов долины реки Мукрыр. *Материалы Международной конференции «ИнтерКарто. ИнтерГИС»* . 2018; 24 (2): 306–318.
12. Шешнёв А.С. Техногенные оползни в овражно-балочных системах Саратов (на примере Глебучева оврага). - URL:[https:// geomorphology.igras.ru/jour/article/viewFile/1308/504](https://geomorphology.igras.ru/jour/article/viewFile/1308/504) (дата обращения: 01.10.2021).

ПРИЛОЖЕНИЕ А  
МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОВРАГОВ

№	Дата	Ширина (м) в			Длина, м	Площадь, кв. м	Периметр, м	Глубина, м
		начале	середине	конце				
<b>Овраг № 1, около СНТ «Рябина», уклон=2,3°</b>								
1	2009, июль	10,88	24,19	19,67	30,61	738,70	110,11	2,74
2	2010, июнь	17,89	25,68	24,66	34,09	742,6	111,39	3,29
3	2012, октябрь	14,90	26,69	26,88	34,61	709,10	116,65	3,34
4	2013, август	10,35	22,56	13,98	60,22	1048,20	150,85	2,74
5	2014, май	12,05	15,96	14,00	69,87	1149,20	168,24	3,16
6	2015, июнь	34,19	21,98	14,11	78,95	1697,70	203,29	2,90
7	2016, май	36,27	23,44	24,91	78,51	1912,00	233,08	2,80
8	2017, июнь	40,00	25,14	27,26	79,68	2007,80	234,56	2,68
9	2018, июнь	38,57	19,55	26,33	78,48	1991,30	232,68	3,24
10	2019, май	39,99	20,68	26,86	77,2	2077,20	233,09	3,22
11	2020, июнь	41,04	21,94	23,51	73,75	1750,40	215,54	2,94
12	2021, июнь	40,43	22,33	24,20	71,70	1820,80	219,24	2,82
<b>Овраг № 2, около СНТ «Рябина», уклон=3,3°</b>								
1	2010, июнь	16,8	30,39	32,82	80,73	1935,93	255,86	5,90
2	2012, май	20,69	28,55	37,51	80,15	2076,89	259,85	5,65
3	2013, август	15,55	29,36	33,95	81,57	1768,85	240,65	5,80
4	2014, июнь	20,50	31,74	32,58	80,13	1673,63	239,09	5,40
5	2015, июнь	18,00	34,01	39,26	76,51	1884,78	246,34	5,20
6	2016, август	13,62	34,52	33,15	86,80	1864,95	245,05	5,50
7	2017, июнь	19,43	31,31	17,96	95,94	1823,72	244,25	5,10
8	2018, июнь	23,17	29,51	22,74	98,70	1914,02	295,36	5,45
9	2019, август	14,81	29,50	11,02	109,17	1957,16	294,78	5,65
10	2020, июнь	22,00	23,83	18,40	133,15	2136,12	318,90	5,30
11	2021, июнь	33,05	21,74	24,48	145,49	2680,88	380,58	5,80
<b>Овраг № 3, около СНТ «Рябина», уклон=2,4°</b>								
1	2010, июнь	86,68	9,42	26,20	8,27	1764,31	217,57	5,50
2	2012, май	66,18	10,96	28,50	41,60	1792,68	191,89	5,25
3	2013, сентябрь	79,04	11,84	27,40	40,66	1617,91	197,53	4,83
4	2014, июнь	62,98	9,94	27,80	46,39	1572,85	194,93	4,50
5	2015, июнь	64,57	18,52	26,50	48,70	1576,12	208,35	4,91
6	2016, май	70,53	12,76	23,70	41,27	1475,75	205,61	4,50
7	2017, май	92,55	19,05	21,30	41,37	2053,26	288,01	4,90
8	2018, август	104,4	15,64	31,60	53,00	2254,03	304,05	4,99
9	2019, август	105,57	17,97	23,30	47,41	2227,86	317,42	4,75
10	2020, июнь	105,98	16,98	27,40	38,62	2095,11	292,19	4,40
11	2021, июнь	101,18	11,95	26,00	29,08	2058,52	291,78	4,77

№	Дата	Ширина (м) в			Длина, м	Площадь, кв, м	Периметр, м	Глубина, м
		начале	середине	конце				
<b>Овраг № 4, около н.п. Береговое-н.п.Боровое, уклон=0,2°</b>								
1	2012, май	7,18	13,23	10,97	21,11	257,79	67,35	1,44
2	2013, август	14,62	11,21	14,8	42,68	577,69	121,92	2,74
3	2014, июнь	15,90	12,95	22,13	40,85	586,51	127,6	2,75
4	2016, май	12,87	25,10	23,07	47,63	692,02	149,11	3,35
5	2017, июнь	15,25	25,88	20,44	59,31	741,87	148,85	3,25
6	2018, июнь	10,97	24,54	22,71	56,75	754,49	159,10	3,00
7	2019, ноябрь	13,68	30,52	21,07	45,2	790,65	148,15	3,15
8	2021, октябрь	13,44	33,35	22,15	45,82	802,33	155,99	3,00

ПРИЛОЖЕНИЕ Б  
ВЕКОВОЙ ХОД КОЛИЧЕСТВА ОСАДКОВ (мм)  
г.НОВОСИБИРСК (1900-2021 гг.)[10]

