

Научно-исследовательская работа

Предмет

Окружающий мир

**ПРОЦЕССЫ ФОРМИРОВАНИЯ И РАЗВИТИЯ ОБРАЖНОЙ ЭРОЗИИ  
И СУФФОЗИЙ НА УРБАНИЗИРОВАННОЙ ТЕРРИТОРИИ  
АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ**

*Выполнили:*

***Кусаева Анна Александровна***

*учащаяся 9 класса*

***Есина Вероника Андреевна***

*учащаяся 9 класса*

***Анасимов Александр Дмитриевич***

*учащийся 10 класса*

*МБОУ Тазовская СОШ,*

*Россия, ЯНАО пос. Тазовский*

*Руководители:*

***Семенова Ольга Сергеевна***

***Кунин Сергей Анатольевич***

*Педагоги дополнительного образования,*

*МБОУ Тазовская СОШ,*

*Россия, ЯНАО пос. Тазовский*

## **Введение**

Эрозия почвы - это процесс разрушения и сноса верхних слоёв почвы. Эрозию разделяют на естественную и антропогенную, ветровую и водную. Естественная эрозия проходит медленно и в её процессе плодородие почвы не изменяется. Антропогенная эрозия связана с деятельностью человека, из-за этого усиливается естественная эрозия. Водная эрозия связана с разрушением и смывом почвы под действием водных потоков, а ветровая с выдуванием и переносом мельчайших почвенных частиц ветром.

Суффозия - это механический вынос частиц переувлажнённого грунта плывуна потоком подземных вод.

С всеобщим потеплением климата на планете на территориях Арктической зоны активизировались процессы геокриологических комплексов. Посёлок Тазовский Ямало-Ненецкого автономного округа изобилует высокой активностью процессов овражных эрозий и суффозий. Климатические ритмы и постоянное увеличение технических и жилых инфраструктур на геологическую и геокриологическую среду способствуют развитию нежелательных геокриологических процессов, вызывая агрессивные процессы эрозии и суффозии [1].

### **Цели и задачи исследовательской работы.**

Основная цель исследовательской работы - изучение процессов формирования и развития овражной эрозии и суффозий на урбанизированной территории арктической зоны.

Задачи исследования:

1. Изучить виды эрозий и суффозий на урбанизированной территории посёлка Тазовский.
2. Выявить причины возникновения эрозии и суффозии на территории посёлка.
3. Произвести расчет ливневых потоков и определить их влияние на динамику и активность процессов овражной эрозии и суффозии.

## Основная часть

Тазовские участки наблюдений за опасными экзогенными геологическими процессами созданы в 2012 году научно-исследовательским центром Тазовской средней школы для мониторинга динамики и активности процессов овражной эрозии и суффозии.



Фото 1. Сложная водная эрозия, совмещенная с оползневыми процессами по склону многолетней мерзлоты.



Фото 2. Оползень в районе речного порта, движение грунта по склону многолетней мерзлоты



Фото 3. Сложная подпочвенная суффозия с вымыванием грунта- пльвуна, на территории Тазовской средней школы.



Фото 4. Размыв грунта водной эрозией в результате таяния мерзлоты на большом уклоне лыжной трассы п. Тазовский.



Фото 5. Ступенчатое термокарстовое понижение русла реки Таз в районе речного порта.

Формирование эрозийных оврагов и суффозий на территориях многолетней мерзлоты напрямую зависит от количества выпавших летних и зимних осадков, а так же от среднегодовых температур. Не мало важное значение в формировании овражных процессов имеет участие человека на урбанизированных территориях.

Прежде чем перейти к расчёту ливневых потоков определяющих динамику развития процессов эрозии и суффозии почвы, необходимо определить причины ускоряющей эти процессы. Предполагаем, что одной из причин является повышение среднегодовых температур и резкое повышение общего количества годовых осадков в посёлке Тазовский.

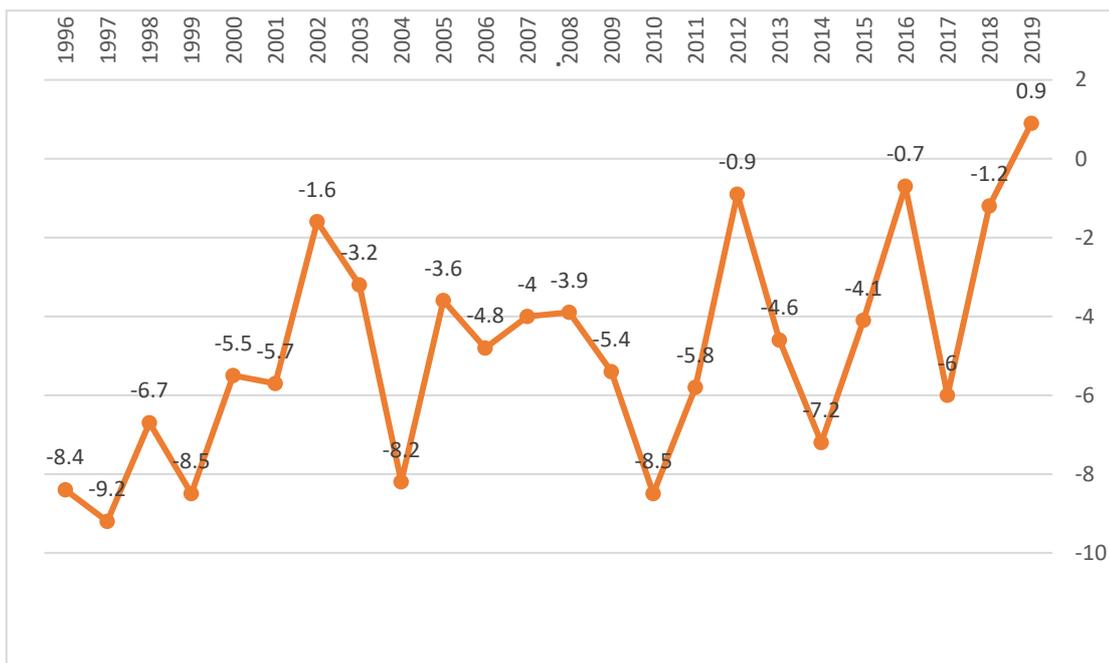


График 1. Среднегодовые температуры на территории посёлка.

За последние 24 года климат в посёлке Тазовском претерпел сильные изменения. Среднегодовые температуры стремительно повышаются более чем на 5°C. Рост среднегодовых температур приводит к изменениям рельефа местности. Многолетняя мерзлота тает, возникают термокарстовые понижения и при возникновении благоприятных грунтово-почвенных условий возникают эрозийные и суффозионные процессы.

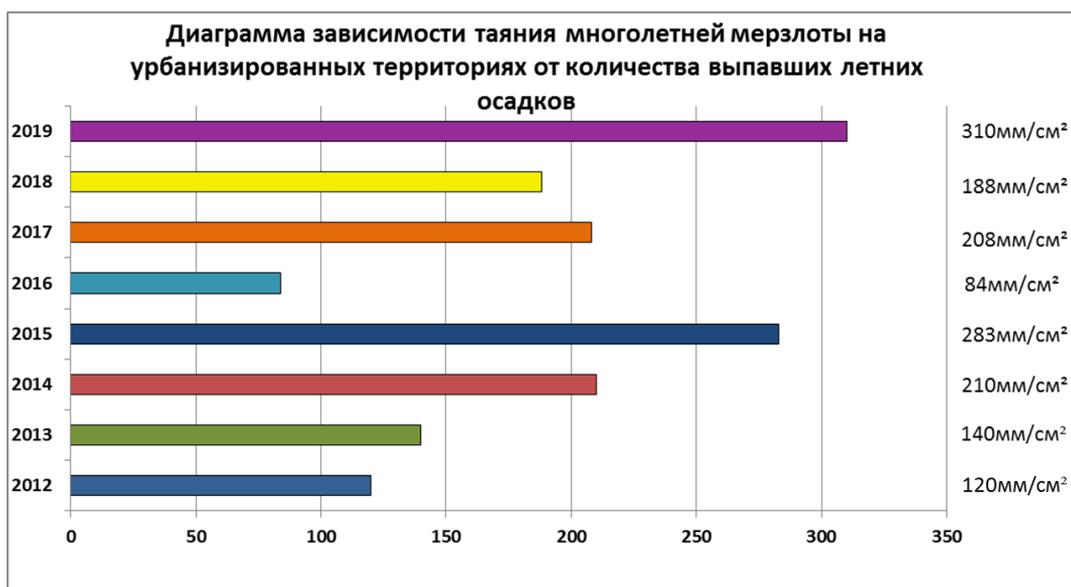


Диаграмма 1. Зависимость деградации многолетней мерзлоты от количества летних осадков на урбанизированных территориях.

Необходимо отметить, что не только повышение среднегодовых температур является причиной возникновения деградации многолетней мерзлоты и в стремительном изменении ландшафта местности, но и повышение ежемесячного количества летних осадков. Рост летних осадков влияет на просадку почв, вымыванию грунта и на возникновения эрозийных процессов.



График 2. Высота снежного покрова на территории п. Тазовский в период 2000 по 2019года.

Зимние осадки за последние 20 лет тоже изменяются в сторону увеличения. Количество зимних осадков зимой 2019 года стабильно увеличивается в два раза по сравнению с осадками, выпавшими зимой 2000 года.

Выпавшие зимние осадки в тёплое время года достаточно стремительно таяли, примерно за семь десять дней. Часть растаявших осадков неизбежно впитывалось в грунт, но основная масса уходила по склону рельефа в низины, а дальше в реки. Так было десятки лет, но с изменением климата наблюдается такое время года, как весна. Переход между зимой и летом перестал быть стремительным и растянулся по времени до полутора месяцев. Многократные

циклические повышения и понижения температур дают возможность таять зимним осадкам медленно, впитываясь практически полностью в почву, и только незначительная часть растаявших осадков поступает в низины и реки.

У себя в школе мы провели эксперимент. В отрезную пластиковую бутылку поместили на улицу и оставили там до полного наполнения её снегом. С 1 литра снега мы получили приблизительно 125мл воды.

Элементарные математические расчёты показывают, что в 1 см<sup>3</sup> снега содержится 0,1 мм воды. Этот расчёт позволит нам определить, какое количество воды образуется при таянии снежного покрова.

Расчёт количества оттаявших осадков в период с 2000 по 2019 года.

Таблица 1.

Год	Высота снежного покрова (см)	Количество оттаявших осадков (мм/см <sup>2</sup> )
2000	25	2,5
2001	17,5	1,75
2002	32	3,2
2003	25	2,5
2004	29	2,9
2005	28	2,8
2006	24	2,4
2007	22	2,2
2008	26	2,6
2009	41	4,1
2010	33	3,3
2011	29	2,9
2012	31	3,1
2013	34	3,4
2014	35	3,5
2015	39	3,9
2016	52	5,2
2017	47	4,7
2018	51	5,1
2019	53	5,3

В таблице представлены расчёты за последние 20 лет, в которой высота снежного покрова приведена в количество образовавшийся воды от таяния снега.

Как говорилось ранее, таяние снежного покрова растянуто во времени, что приводит к практически полному насыщению водой и без того переувлажнённый грунт в посёлке Тазовский. С наступлением постоянных положительных температур в летнее время, порой они достигают  $+35^{\circ}\text{C}$ , часть этой впитавшейся воды испаряется, но основная масса участвует в процессе размораживания многолетней мерзлоты. Собравшаяся в грунтовых пространствах вода, разжижает породу до состояния пльвуна, и вместе с ней стекает в нижние точки рельефа образуя эрозии и суффозии.

Для определения количества сточных вод необходимо рассчитать площадь поверхностей расположенных на территории исследуемого объекта.

Расчет площади стока ливневых вод проводим с использованием космической карты SASPlanet по которой определяем размеры участка стока ливневых вод.



Фото 6. Определение площади стока ливневых вод. Участок №1

Площадь территории с эрозийными процессами, которая форму треугольника, вычисляем по теореме Герона:

$$S = \sqrt{(p(p-a)(p-b)(p-c))} \quad (1)$$

где:  $p$  – полупериметр треугольника;  $a, b, c$  – длины сторон треугольника, образованного территории эрозии ( $a=403,90$  м,  $b=325,68$  м,  $c=496,69$  м);  $S$  – площадь поверхности пригорка,  $\text{м}^2$

$$p=(a+b+c)/2$$

$$p=(404+326+497)/2=613,5\text{м}$$

$$S_1=\sqrt{(613,5(613,5-404)(613,5-326)(613,5-497)}$$

$$S_1=\sqrt{(613,5\cdot 209,5\cdot 287,5\cdot 116,5)}=\sqrt{4304893073,4375\text{м}^2}=65611,6839\text{ м}^2=656116839\text{ см}^2$$

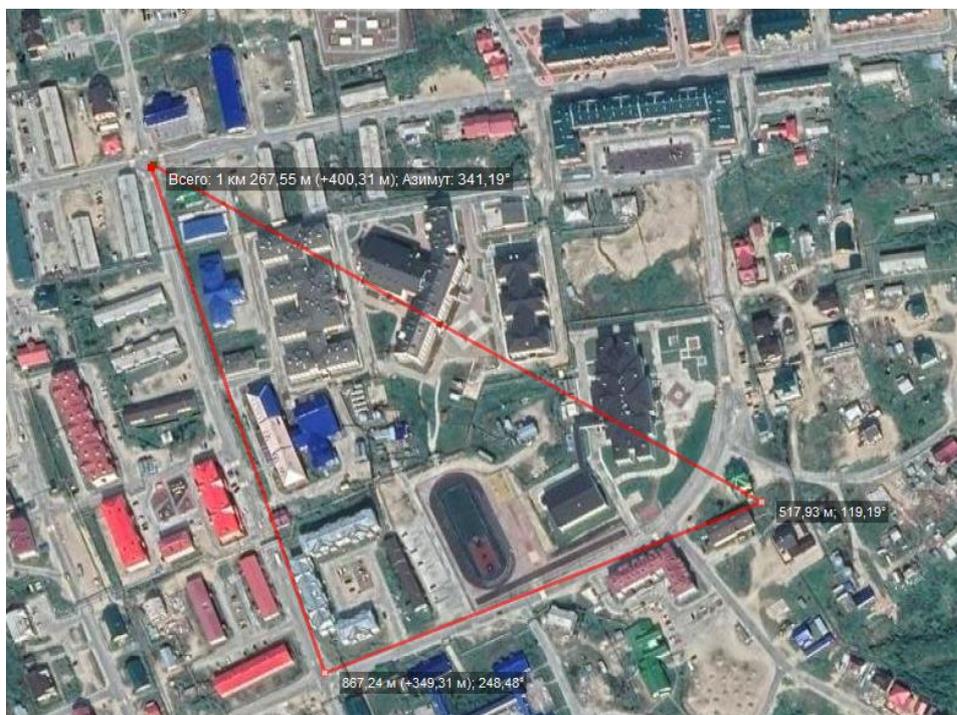


Фото 7. Определение площади стока ливневых вод. Участок №2.

Аналогичным образом, по формуле Герона, определяем вторую половину площади стока ливневых вод на исследуемой территории.

$$S_2=\sqrt{(p(p-a)(p-b)(p-c))}=\sqrt{634\cdot 116\cdot 285\cdot 234}=\sqrt{4904649360}=70033,2018\text{м}^2=7090332018\text{ см}^2$$

Общая площадь стока ливневых вод сложится из двух вычисленных выше площадей:  $S_{\text{об.}} = S_1 + S_2 = 656116839\text{ см}^2 + 7090332018\text{ см}^2 = 1356448857\text{ см}^2$

По полученной общей площади стока можно можно подсчитать суммарный объем ливневых стоков учитывая среднегодовые значения осадков. Результаты расчетов сводим в таблицу :

Динамика суффозионного процесса от объема выпавших  
среднегодовых осадков.

Таблица 2

№ п/п	Года	Величина просадки почвы/см	Ежегодная просадка почвы, см	Среднее количество летних осадков, мм/см <sup>2</sup>	Среднее количество зимних осадков, мм/см <sup>2</sup>	Суммарное среднее значение осадков, мм/см <sup>2</sup>	Объем годовых ливневых стоков на объекте, м <sup>3</sup>
1	2011	0					
2	2012	9	9	120	31	151	20482,77
3	2013	20	11	140	34	174	23602,21
4	2014	37	17	210	35	245	33232,99
5	2015	59	22	283	39	322	43677,65
6	2016	66	7	84	52	136	18447,7
7	2017	82	16	208	47	255	34589,44
8	2018	98	16	188	51	239	32419,12
9	2019	122	24	310	53	363	49239,09

По результатам расчетов и ежегодных измерений величины просадки грунта под опорами теплотрассы можно сделать следующее заключение. Величина просадки грунта вследствие процесса суффозии полностью зависит от количества ежегодных осадков. Так в 2016 году при наименьшем количестве осадков поверхность рельефа на объекте просела всего на 7 сантиметров. В 2019 году при максимальном количестве осадков прошла значительная просадка почвы на 24 сантиметра.

С увеличением таяния термокарста усугубляется процесс суффозии поскольку, с увеличением количества осадков растет мощность грунта пльвуна, основного элемента суффозионного процесса на склонах рельефов местности.

На трассе лыжной базы поселка Тазовский процесс образования оврага прошел стремительно. Начавшись 2018 году, водная эрозия, окончательно размыва лыжную трассу в 2019 году. Попробуем исследовать это явление и рассчитать зависимость скорости оврагообразования от количества выпавших годовых осадков.



Фото 8. Трасса лыжной базы пос. Тазовский.



Фото 9. Геодезическая съемка на объекте исследования.

Осенью 2019 года в районе лыжной базы провели геодезическую съемку оптическим нивелиром. Уклон местности на трассе лыжной базы составил 13%.



Фото 10. Определение площади стока на территории лыжной базы.

Площадь стока ливневых осадков вычисляем по известной теореме Герона:

$$S = \sqrt{(p(p-a)(p-b)(p-c))}$$
$$S = \sqrt{(187 * (187 - 133) * (187 - 114) * (187 - 127))}$$
$$\sqrt{44229240} = 6650,5 \text{ м}^2 = 66505067 \text{ см}^2$$

По полученной общей площади стока можно можно подсчитать суммарный объем ливневых стоков учитывая среднегодовые значения осадков. Результаты расчетов сводим в таблицу 3.

Динамика овражного процесса от объема выпавших среднегодовых осадков.

Таблица 3

№ п/п	Года	Глубина размыва почвы/см	Максимальная ширина оврага/см	Общая длина оврага, м	Среднегодовое значение осадков, мм/см <sup>2</sup>	Объем годовых ливневых стоков на объекте, м <sup>3</sup>
1	2018	95	142	18	239	1596
2	2019	208	424	54	363	2414

Процесс оврагообразования на объекте полностью зависит от величины среднегодовых температур и от количества выпавших осадков собравшихся в один ливневый сток. Стремительное образование оврага вызвано вдвое увеличившемся объемом сточных вод. И как следствие стремительное таяние термокарста на песчаных грунтах под уклоном 13% приводит к эрозионному оврагообразованию на северном склоне рельефа местности.

Для замедления эрозии почвы используют различные приспособления. В посёлке Тазовский эрозионные участки покрыты георешетками, которые устанавливаются на месте эрозии. К сожалению этих мер мало, сетки рвутся и эрозия продолжает развиваться.



Фото 11,12. Разрушенные георешётки на лыжной трассе.

## **Заключение**

1. По сложившейся геокриологической обстановке в посёлке Тазовском на сегодняшний день преобладают эрозийные и суффозионные процессы. Этому способствуют рост среднегодовых температур и увеличенное количество среднегодовых осадков. Пылеватый песок, преобладающий на территории посёлка, является основополагающим грунтовым фактором в развитии эрозийных и суффозионных процессов.

2. По результатам расчетов и ежегодных измерений величины просадки грунта под опорами теплотрассы можно сделать следующее заключение. Величина просадки грунта вследствие процесса суффозии полностью зависит от количества ежегодных осадков.

3. Процесс оврагообразования на объекте зависит от величины среднегодовых температур и от количества выпавших осадков собравшихся в один ливневый сток. Стремительное образование оврага вызвано вдвое увеличившимся объемом сточных вод. И как следствие, стремительное таяние термокарста на песчаных грунтах под уклоном 13% приводит к эрозийному оврагообразованию на северном склоне рельефа местности.

## Список литературы:

1. Ежегодная оценка современного состояния недр в естественных и техногенно-нарушенных условиях территории Арктической зоны Российской Федерации в пределах Северо-Западного федерального округа., МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И ЭКОЛОГИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЮ ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ГИДРОСПЕЦГЕОЛОГИЯ (ФГБУ «ГИДРОСПЕЦГЕОЛОГИЯ»), Москва, 2018.
2. Панин А.В. Экзогенные процессы и рельеф. Часть III. Курс: Геоморфология, Кафедра геоморфологии и палеонтологии. Географический факультет МГУ.  
Ссылка: <file:///C:/Users/Mister%20Ma3X%20Master/Desktop/%D0%92%D0%B8%D0%B4%D1%8B%20%D0%AD%D1%80%D0%BE%D0%B7%D0%B8%D0%B9%2010.pdf>
3. Семенова О.С., Кунин С.А. Статья ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПЕРЕХОДНЫХ ЗОН ПРОИЗРАСТАНИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА СЕВЕРЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ. Всероссийская научно-практическая конференция "Геоморфология и физическая география Сибири в XXI веке". Г. Томск. Ссылка: <http://geoconf.tsu.ru/geography/>
4. Ткачев Б.П., профессор, доктор географических наук, С. А. Кунин, преподаватель. Статья НАУЧНЫЕ ИДЕИ А.А. ЗЕМЦОВА В ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ НА СЕВЕРЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ. Всероссийская научно-практическая конференция "Геоморфология и физическая география Сибири в XXI веке". Г. Томск. Ссылка: <http://geoconf.tsu.ru/geography/>