



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования**

«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ

ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра метеорологии, климатологии и охраны атмосферы

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(бакалаврская работа)

На тему «Гололедные явления на территории Ленинградской области»

Исполнитель Латышев Дмитрий Алексеевич

Руководитель кандидат физико-математических наук, доцент
кафедры МКОА

Кашлева Лариса Владимировна

(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»

Заведующий кафедрой

(подпись)

кандидат физико-математических наук, доцент

(ученая степень, ученое звание)

Сероухова Ольга Станиславовна

« 12 » 06 2020 г.

Санкт-Петербург

2020

Оглавление

Введение.....	3
1 Условия формирования гололеда и гололедных явлений	
1.1 Общее описание гололёдных явлений. Гололёд и гололёдица и их различия.....	4
1.1.1 Разновидности гололёдных явлений.....	5
1.1.2 Наиболее опасные гололёдные явления.....	6
1.2. Влияние гололедных явления на производственную хозяйственную деятельность людей.....	7
1.2.1 Актуальность проблемы.....	7
1.2.2 Влияние гололёдных явлений на сельское хозяйство.....	8
1.2.3 Влияние гололёдных явлений на автомобильный транспорт.....	9
1.2.4 Борьба с гололедными явлениями.....	10
1.2.5 Влияние на логистику и экономику логистику и экономику.....	14
1.2.6 Влияние гололёдных явлений на авиасообщения, аэродромы.....	15
1.3 Методы прогноза гололеда.....	17
2. Физико-географическое и климатическая характеристика Ленинградской области.	
2.1 Физико-географическое характеристика Ленинградской Области.....	20
2.2 Климатическое характеристика Ленинградской области в холодный период.....	24
3 Анализ особенностей гололедных явлений в Ленинградской области.	
3.1 Общее описание исходных данных.....	29
3.2. Статистика гололёдных явлений на территории Ленинградской Области, для городов Санкт-Петербург, Шлиссельбург, Любань.....	40
3.3 Анализ статистики.....	53
Заключение.....	55
Список литературы.....	57

Введение

В данной работе сделана попытка раскрытия сущности гололедных явлений и их прямого влияния на отрасли нашей жизни. Ко всему прочему приведена, проанализирована и подвергнута сравнению статистика гололедных явлений, а также приведены меры борьбы с гололедными явлениями для каждой сферы.

Благодаря особенностям гололедных обледенений, данные виды «опасных погодных явлений» являются актуальными каждый год.

Актуальность темы. Не для кого не будет секретом, что гололедные явления всегда были проблемой для человечества, особенно на территориях с довольно «мягкой зимой». Значимость обледенений будет преследовать людей на протяжении всего времени, иначе это будет отражаться на деятельности и здоровье. Проблема приобрела значительный размах с изобретением и развитием авиации, а также наземным транспортом, преследуя нас и в 21 веке.

Цель работы: Изучение гололедных явлений на территории Ленинградской области, оценка частоты и опасности. Методы противодействия проблеме.

Задачи дипломной работы можно сформулировать исходя из выше перечисленной цели:

1. Сбор, оценка и изучение литературы и статей о формировании и развитии гололедных явлений на территории Ленинградской области
2. Составление статистики на основе числа случаев гололедных явлений в Ленинградской области
3. Сравнение и анализ статистических данных, для более точного определения и фокусирования внимания

Структура работы. Выпускная квалификационная работа на 57 страниц. Состоит из введения, 3 глав, разделенных на подглавы, заключения и списка литературы

Глава 1. Условия формирования гололедных явлений.

1.1 Гололёдные явления – В метеорологических письмах, прогнозах и сводках все виды обледенения, образующиеся на твёрдых и горизонтальных покрытиях, независимо от причин образования, принято называть гололедицей. В целом можно сказать, что гололедица это гололедно-изморозевые образования на земле. Грубо говоря гололедица – корка льда на земной поверхности, которая образовалась из-за замерзания дождевой или талой воды. Гололёд - вид атмосферного обледенения, который оседает на проводах линии электропередач. По аэросиноптическим условиям различают внутримассовый и фронтальный гололед. Для внутримассового гололеда характерно образование в зонах адвекции теплого и влажного воздуха при отрицательной температуре в приземном слое. Благоприятными условиями образования являются:

-Выпадение осадков из мощной слоистой облачности, на верхней границе которой отмечается положительная температура

-Наличие слоя инверсии, где нижняя граница примерно на высоте 500-1000м, а верхняя граница примерно на высоте 1500м

Такие условия образуются в холодного время года в теплой части циклона, а так же на западных и северных перифериях антициклона – гребня. Если происходит снижение слоистой облачности, достигая земной поверхности, образуя адвективный туман, то гололед возникает без морозящих осадков, в результате того, что капли облачности или адвективного тумана оседают на поверхность. Фронтальные гололеды наблюдаются чаще всего перед теплым фронтом и перед теплым фронтом окклюзии при выпадении переохлажденного дождя. Фронтальный гололед наиболее интенсивен и опасен. Для них характерна резкое изменение отрицательных температур перед фронтом на положительные за фронтом,

когда в холодном воздухе приземные температуры в пределах от -1 до -8, а в теплом от +5 до +10 градусов Цельсия. Чаще всего, значительные гололедные явления возникают при неторопливом смещении фронта, со скоростью 20-25 км/ч. Независимо от причины образования гололедного явления, их интенсивность возрастает с усилением ветра.

1.1.1 Разновидности гололедных явлений дорожных и аэродромных покрытий:

1. Гололед – Образуется при замерзании переохлажденных капель дождя, или же мороси, при условии морозящего дождя вместе со слабым морозом. Отличительным признаком гололеда служит – сплошной слой плотного, прозрачного или матового льда стекловидного строения с гладкой поверхностью. Агрегатное состояние при этом жидкое.
2. Гололедица – Образуется при замерзании напочвенной воды. Должно соблюдаться условие образования: Морозящий дождь при слабых морозах. Отличительным признаком служит сплошной слой плотного прозрачного или матового льда стекловидной формы с гладкой поверхностью. Агрегатное состояние при этом жидкое.
3. Ледяной налёт – образуется при замерзании капель дождя или мороси на охлажденном покрытии. Условием образования служит слабый, кратковременный и тёплый дождь или морось при резком потеплении до плюсовых температур. Его отличительный признак - стекловидная, прозрачная, реже матовая ледяная корка с гладкой поверхностью. Агрегатное состояние при этом парообразное.
4. Зернистый налёт – образуется при намерзании капель тумана на охлажденном покрытии. Условием служит густой туман в начале оттепели. Отличительный признак – сплошная ледяная корка белесоватого цвета с шероховатой поверхностью. Агрегатное состояние парообразное.

5. Зернистая изморозь – образуется при намерзании капель переохлажденного тумана. Условием служит плотный туман во время небольшого мороза с ветром. Отличительный признак – хрупкая, пористая с зернистым строением ледяная корка матового белого цвета с шероховатой поверхностью. Агрегатное состояние парообразное.
6. Снежный накат – образуется при уплотнении свежесвыпавшего влажного снега. Условием служит многократное приложение уплотняющей нагрузки автомобиля. Отличительным признаком является спрессованный слой снега с неровной поверхностью. Агрегатное состояние твёрдое.
7. Снег оледенелый – образуется при замерзании талой воды в слое снега (режеляционная перекристаллизация). Условием служит похолодание после таяния снега. Отличительным признаком является снежно-ледяная корка мутновато-матового цвета с неровной поверхностью. Агрегатное состояние твёрдое.
8. Тающий снег – подтаивание ранее выпавшего снега и уплотнение его автомобилем. В некоторых случаях может наблюдаться дополнительное увлажнение тающего снега дождем или моросью. Температура воздуха и почвы близка к 0, преимущественно положительная. На автодорогах образуется спрессованный снежно-ледяной бугристый слой в совокупности с лужами талой воды.

1.1.2 Самые опасные виды гололедицы.

1. Замерзшая вода, или гололедица, которая образуется в результате замерзания дождевой или талой воды, обволакивающей землю при температуре воздуха ниже 0 градусов по Цельсию. Если перед прохождением холодного фронта шел дождь или наблюдалась оттепель, которая привела к таянию снежного покрова, то при наступлении резкого понижения температуры за быстродвижущимся холодным фронтом появляется сильная гололедица.

2. Если перед тем, как прошёл холодный фронт, при слабой оттепели, выпал некоторый слой мокрого снега, то после холодного фронта (вслед за выпадением мокрого снега) образуется оледенелый мокрый снег. Выпадение мокрого снега происходит при положительной температуре (от 0,3 по Цельсию до 2-х), замерзанием мокрого снега происходит при небольших отрицательных температурах (от 0 до 1 градуса по Цельсию). Оледенелый мокрый снег является крайне опасным видом обледенения.
3. В целом к опасным видам можно ещё отнести твёрдый налёт. Он образуется при скоротечных потеплениях после устойчивых морозов, когда на поверхности дорог ещё сохраняется отрицательное значение температуры, поскольку асфальтовые и мощёные поверхности обладают значительной температурной инерцией. Образование твёрдого налёта происходит при осадках в виде дождя или мороси, а также в некоторых случаях капель адвективного тумана при плюсовых значениях температуры воздуха. Выпадая на холодную поверхность дорог капли замерзают и образуют сплошной ледяной налёт.

1.2 Влияние гололедных явлений на производственную и хозяйственную деятельность людей

1.2.1 Актуальность проблемы

Если в целом рассматривать гололедные явления, то каждое из них представляет ту, или иную опасность, просто в меньшей или большей степени. Актуальность этой темы берет своё начало ещё за долго до расцвета метеорологии и современной цивилизации в целом, поскольку косвенно связана с сельским хозяйством и животноводством. С течением времени, развитием технологий и производства люди всё больше начали обращать своё внимание на проблему гололедных явлений, так как началось влияние на логистику, экономику и самое важное – на здоровье и жизни людей. В настоящее время проблема никуда не делась, но и не разрослась до

катастрофических масштабов, люди просто научились противодействовать ей, или же просто сосуществуют с ней параллельно, даже не подозревая, насколько гололедные явления могут быть коварными и разрушительными. Практически каждый год в различных новостных ресурсах мы можем наблюдать, как нам рассказывают про аварии на дорогах, о задержках рейсов, о болезни посевов, вызванной гололедом. Подытоживая вышесказанное, можно с полной уверенностью утверждать, что проблема гололедных явлений была актуальной, как на заре 20-ого века, так и на рубеже веков, продолжая своё шествие до нашего времени и далее.

1.2.2 Влияние гололедных явлений на сельское хозяйство.

Гололедные явления наносят существенный ущерб, вызывая выпревание озимых посевов. Уже ранней весной болезнь обнаруживается после таяния снега, или после образования над посевами ледяной коры, после того, как замерзает растаявший снег. Наблюдается на всходах озимых посевов ржи и пшеницы, в виде сплошного серого, или беловатого, похожего на паутину налета. Так же могут образовываться мелкие, черные склероции. Солнечные лучи, проникшие через кору и нагревшие растения, заставляют их поглощать намного больше кислорода, чем обычно, вскоре количество кислорода под корой становится недостаточным и растение погибает. Так же листья приобретают розовую окраску, или происходит образование белых хлопьевидных скоплений – конидиальное спороношение. Участки пораженных растений бугреют, начинают гнить или засыхают, в следствии чего на полях образуются очаги погибших растений, или как проще их назвать – плешины. В связи с наступлением теплой погоды болезнь сбавляет обороты и притормаживается, у некоторого количества растений получается выжить и продолжать своё развитие. Устранение этой проблемы возможно только своевременным разрушением ледяной корки при помощи катков, тяжелых борон, прогоном скота, или остро подкованных лошадей.

Так же в районах пастбищного содержания скота гололедные явления вызывают обледенения пастбищ, что влечет за собой падеж животных. Из-за обледенения в местах кормления, ненадлежащей уборке, отсутствия запаса корма – животные просто гибнут, что влечет за собой тяжелые последствия. В частности, это случается с животными, которые питаются подножным кормом.

1.2.3 Влияние гололедных явлений на автотранспортные средства и дороги.

Не для кого не секрет, что гололедные явления имеют огромное влияние на автотранспорт и дороги. С конца октября до середины марта существует высокая вероятность аварии на автодороге, в связи с тем, что гололедные явления ухудшают сцепление шин с дорожным покрытием. Для безопасного передвижения с заданной скоростью, коэффициент сцепления, должен составлять не менее 0.45. При возникновении скользких участков на дороге, коэффициент сцепления снижается приблизительно до 0.08 - 0.2, в следствии чего существенно ухудшает условия безопасности движения транспорта. Чаще всего лёд на дороге образуется в виде плёнки, похожей на стекло, с примерной толщиной 1-2мм или ледяной корки, достигающей до 10мм и более. Скольжение на дорожных покрытиях в зимнее время вызвано образованием слоя льда – гололедица, возникновением пленки льда на поверхности уплотненного снега, который остался на дорожном покрытии – снежный накат, или выпадением рыхлого, влажного или мокрого, снега. Эти отложения сильно разнятся между собой по условиям образования, их свойствам и физическому состоянию, что естественно требует более четкого различия в применении технологий работ по борьбе с гололедными явлениями. Стандартными условиями образования стекловидной плёнки служат – оттепель коррелирующая с дождем, моросью при отрицательном значении температуры, или выпадением жидких осадков при положительной температуре воздуха, достигающей до +3 градусов по Цельсию, на охлажденное покрытие. Также ледяная пленка образуется при замерзании

талой, или дождевой воды. Происходит это в случае перехода температуры воздуха от положительных значений к отрицательным.

1.2.4 Борьба с гололедными явлениями.

Борьбу с гололедными явлениями стоит проводить как можно скорее, в соответствии с ресурсами дорожных холдингов, уровнем важности автодороги и условиями движения на отдельных участках. Особое внимание уделяется дорогам с модернизированными типажам покрытий, дорогам с интенсивным автобусным движением, с туристическими направлениями или дорогам специального назначения. В первую очередь, борьбу с гололедицей на дорогах необходимо проводить в местах с плохой видимостью, крутыми уклонами и кривыми небольшого радиуса, на пересечениях в одном уровне, на искусственных сооружениях и подходах к ним, на дорогах, которые располагаются близко к рекам и водоемам и на всех участках дороги, где чаще всего требуется экстренное торможение. При появлении гололедных явлений, дорожная служба для обеспечения безопасности движения выполняет следующие функции:

- Удаление с покрытий ледяных или снежно-ледяных участков при помощи химических материалов
- Организация фрикционных материалов, повышающих коэффициент сцепления с дорогой
- Ограничение скорости автомобилей

Наиболее эффективная борьба с гололедными явлениями на дорогах – применение химических веществ. Их крайне необходимо применять во всех возможных случаях, когда температурные условия и толщина снежно-ледяного покрова позволяют использовать химические материалы. При использовании этого способа, после удаления снежно-ледяных отложений первоначальное сцепление шин с дорогой восстанавливается. Ограничение скорости передвижения на дорогах 1, 2 и 3 класса допускается лишь на

время, пока не проведена работа по удалению скольжения на дорогах. На остальных дорогах скоростной интервал допускается, как самостоятельная мера, направленная на обеспечение безопасности передвижения на всех отрезках, где невозможно выполнить условия по борьбе с гололедными явлениями.

Химический способ борьбы с гололедными явлениями.

При химическом способе ликвидации гололедных явлений используют химические смешивания с фрикционными материалами.

Для этого используют следующие химические вещества:

-твёрдый – хлористый натрий в виде технической поваренной соли, или соли сильвинитовых отвалов, чешуируванный хлористый кальций, фосфатированный хлористый кальций(ХКФ), смесь хлористого натрия и хлористого кальция, с соотношением 88:12.

-жидкий – хлористый кальций с концентрацией 32-38%, растворы хлоридно-натриевого состава 25%-ой концентрации и более концентрированные:

Природные подземные рассолы

Пластовые воды нефтяных месторождений

Искусственные подземные рассолы

Рассолы соляных озер

Отходы химической промышленности

Количество химического вещества, используемого для борьбы с гололедными явлениями, зависит от химического состава применяемого вещества, температуры воздуха, толщины и типа отложения. Чем толще лёд, или снежный накат и более низкая температура, тем выше расход химических веществ. Норма распределения от расчета быстрого и эффективного таяния льда или снежного наката при толщине слоя в 1мм. Чем

выше толщина льда, тем больше придётся расходовать ресурсов на удаление скольжение на дороге. Следует высчитывать количество пропорционально толщине слоя отложений. Перед использованием рассолов хлоридно-натриевого состава, необходимо проверять его плотность с помощью денсиметров. Если плотность ниже 1.1, то такой рассол нельзя применять, поскольку рассол может замерзнуть и стать дополнительным отложением на участке, что ещё больше затруднит и усугубит ситуацию. Для устранения данной неполадки, плавящие рассолы следует обогащать, добавляя один из реагентов:

- чешуированный хлористый кальций
- порошкообразный хлористый кальций
- реагент ХКФ в количестве 10-12% к объему рассола.

Фрикционный способ борьбы с голеледными явлениями.

При фрикционным способе борьбы со скользкостью на дорогах обычно производится россыпь материалов, повышающих коэффициент сцепление с дорожным полотном. Этот способ применяется временно, до решения о переходе на более экономичный химический способ решения проблемы. Для удаления голеледных явлений используются следующие материалы, повышающие сцепление:

- песок
- мелкий гравий
- дробленый каменный материал
- топливный шлак

Материалы, которые применяют для посыпания дорог, не должны загрязнять дорожное полотно и легко крошиться. Частицы не должны превосходить размер в 5мм, содержание камней и щебня не допускается из-за риска травмы

людей, повреждения близко проезжающих автомобилей и вывода из строя распределяющее оборудование. В следствии чего фрикционные материалы необходимо прогрохочивать. Песок рекомендуется использовать крупно/средне зернистый. Содержание глинястых частиц не должно превышать 2-3%, каменноугольная зола исключает наличие обломков металла в них. Для предотвращения смерзания материалов во время хранения, а так же наилучшего закрепления на поверхности скользкого участка, к фрикционным материалам необходимо добавить:

-хлорид натрия

-хлорид кальция

-соляную смесь (NaCl+CaCl₂)

Количество, которое необходимо добавить к фрикционным материалам должно составлять 8-10% к основной массе этих материалов. Фрикционные материалы без добавления соли нужно предохранять от смерзания во время хранения:

-солома

-льняной кострой

-шлак

-опилки

Организация и механизация борьбы с гололедными явлениями.

Гололед успеваает образовать в краткий период и охватить большую протяженность дорог. Для того, что бы предупредить и попытаться обезопасить водителей на дороге, рекомендуется осуществить следующие мероприятия:

-Выставить знак «скользкая дорога» в начале обледенелого участка за 150-300м на загородных дорогах и 50-100 в населенных пунктах.

- Установить знак «Ограничение скорости» с указанной величиной
- Всяческими способами предупреждать население об обледенении (социальные сети, радио, теле/видео вещание)
- Наладить цикличное оповещение о скользкости, до ликвидации явления на дороге
- Ликвидацию со скользкостью необходимо начать своевременно и проводить ее с учетом вида отложений, температуры воздуха, влажности участка дороги.
- Проводить работы нужно со строгой внимательностью и ответственностью, четко соблюдая инструкции и правила применений химических реагентов и фрикционных способов.

Для распределения твёрдых химических веществ использовали специальные солераспределители или разбрасыватели. Так же для этих мероприятий подходят распределители минеральных удобрений. Фрикционные материалы распределяют по покрытию с помощью пескоразбрасывателей.

1.2.8 Влияние гололедных явлений на логистику и экономику.

Если посмотреть глубже на обслуживание и борьбу с гололедными явлениями на дорогах, то можно заметить, что люди тратят на это огромные деньги. В зависимости от значения дороги и объёма хранимого вещества, базы располагаются: для дорог 1 категории – каждые 20км, для остальных в пределах 40-50. Территория Ленинградской области немалая – 83908 квадратных километров, а это означает, что таких баз противогололедных материалов огромное количество, примерно 2000. И всё это стоит денег – уход, труд рабочих, обслуживание, хранение, транспортные средства, логистика. Деньги на содержание данных предприятий взимаются с транспортного налога, что влечет за собой, к примеру, повышение цены на конечный продукт. Предположим, что у нас

есть 5 полностью загруженных машин, но 1, в процессе перевозки товара, попала в аварию, из-за гололедицы на дороге, а 4 других были вынуждены снизить свою скорость, или вовсе сделать вынужденную остановку. Из этого мы можем сделать вывод, что гололедные явления, могут повлиять на логистику и реализацию товара. Груз не сможет приехать вовремя, из-за чего условная булочная не успеет открыться вовремя и понесет убыток, водители задержатся на работе, за что им нужно будет доплачивать, а это дополнительные расходы, а в случае автомобиля в аварии, мы просто несем огромный убыток, в следствии разбитого автомобиля, травмы водителя и непригодного для продажи товара, который можно будет только утилизировать. Так же стоит упомянуть аналогичную ситуацию в сфере авиации. Совершенно точно, как и с автодорогами, взлетно-посадочные полосы требуют удаления скользких образований и их обслуживания. Нередко из-за гололедных образований задерживают рейсы и замедляется процесс подготовки приема самолетов в аэропорту, что так же влияет и на логистику. В некоторых случаях, при задержке рейсов, люди не успевают прилететь на важные встречи и банально взаимовыгодно договориться, что влечет за собой сдвиг встречи и, возможно, финансовые потери сторон.

1.2.9 Влияние гололедных явлений на авиасообщения, аэродромы.

Деятельность авиации осложняется по двум причинам:

-Сильно затрудняется подготовка материальной части к полёту, а аэродрому приём и выпуск воздушных бортов

-В результате того, что лёд оседает на самолете, становится опасным его взлёт и посадка. Так же возрастает шанс обледенения во время полёта в переохлажденных облаках

Температура, при гололеде, у поверхности земли чаще всего варьируется от 0 до -3 градусов по Цельсию. В исключительных случаях температура воздуха может достигнуть -16 градусов по Цельсию

Меры борьбы с гололедными явлениями в сфере авиасообщений и аэродромах.

Совершенно очевидно, что на взлетно-посадочных полосах, помимо предупреждения о гололедном явлении, нужно уделять должное внимание удалению гололедицы. Целесообразнее всего использовать самые эффективные химические реагенты для устранения скольжения на полосе. Используются менее затратные соли со средней эффективностью, такие как:

-хлористый кальций

-хлористый магний

-хлористый натрий

Так же, отдельного упоминания стоит противогололедный препарат «Бионорд». В состав этого противогололедного препарата входят: хлористый натрий и кальций, ингибитор коррозии и биофильная добавка. В некоторых модификациях в составе есть мраморная крошка. Его уникальность заключается в том, что в начале он действует как фрикционный материал, постепенно растворяясь, но с течением времени он начинает плавить лед до его полного растворения. Так же к плюсам можно отнести малое влияние на коррозионность металлов. В довесок у «Бионорда» малый расход вещества, что является несомненным плюсом.

Первым шагом борьбы с гололедными явлениями является своевременный прогноз. От этого будет зависеть уровень подготовки и скорость решения проблемы. Так же по данным прогноза можно будет высчитать необходимое количество материала и техники для ликвидации явления, что несомненно ускорит устранение гололедицы.

Способы борьбы и решения проблемы гололедных явлений с помощью метеорологии.

Как ни странно, но сюда отлично подходит популярная в нашей стране фраза: Предупрежден – вооружен. Она, как нельзя, отлично показывает роль метеорологии в решении данной проблемы. Если не будет тех людей, которые оперативно предскажут и рассчитают гололедное явление, то последствия могут быть плачевными, а иногда и катастрофическими. Прежде всего нужно предупредить людей, которые ликвидируют гололедные явления, чтобы они могли подготовить материалы и технику, далее население и новостные ресурсы, которые смогут обеспечить огласку опасности. В этом исходе будет намного меньше жертв и максимальная эффективность служб ликвидации.

От правильной оценки степени влияния того или иного метеорологического явления на работу транспорта и эксплуатацию транспортных магистралей зависит не только величина затрат, но и безопасность движения. Успешность взаимодействия дорожных служб с Гидрометцентром, очевидно, зависит от обеих сторон. Заказчик должен уметь грамотно формулировать задачу и правильно воспринимать и пользоваться данной ему информацией. Исполнитель обязан предоставлять информацию максимально понятно и информативно в удобном виде. При нахождении максимального взаимопонимания между сторонами, эффективность работы вырастает в разы.

1.3 Методы прогноза гололедных явлений.

Существует несколько видов прогноза гололедных явлений. Один из них носит название метод Ягудина. Заблаговременность прогноза 12-36 часов. Для того, что бы сделать прогноз по этому методу необходимо:

-Определить прогностическую температуру у земли (T_z)

-Рассчитываем, какой участок фронта проходит через пункт прогноза. На нем определяем, по данным радиозондирования, температуру на уровне изобарической поверхности 850 гПа (T_{850}) и высоту изотермы - 10 градусов по Цельсию ($H_{-10^{\circ}C}$). Используя полученные значения определяем, есть ли

условия для образования гололеда. Если гололед возможен, то используем график 1.б для прогноза интенсивности гололеда. Представленный на рисунке график был построен по данным Санкт -Петербурга и гололедных явлениях за период 1970-2000 годы. Использование этого графика дает оправдываемость в СПб % и может быть рекомендовано для использования в других районах Ленинградской области

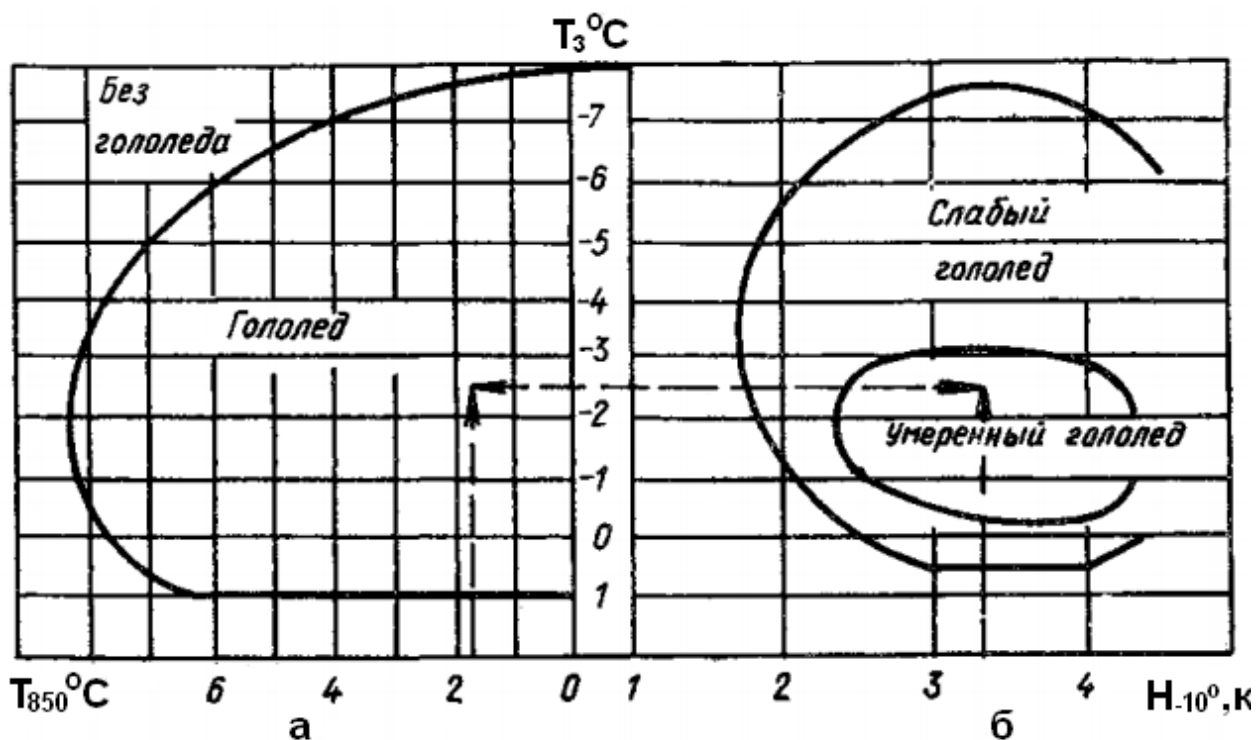


Рис. 1. График для прогноза гололеда (а) и его интенсивности (б)

На данной картинке график а даёт возможность определения образования гололедных явлений. График б даёт оценку интенсивности гололедного явления. Оправдываемость составляет 70-80%

Следующий метод – графический. Этот метод разработан для ЕЧ (Европейская часть) заблаговременностью 12-36 часов. Если ожидается адвекция теплого и влажного воздуха, при отрицательной температуре почвы, а на поверхности почвы имеются осадки в виде дождевой или

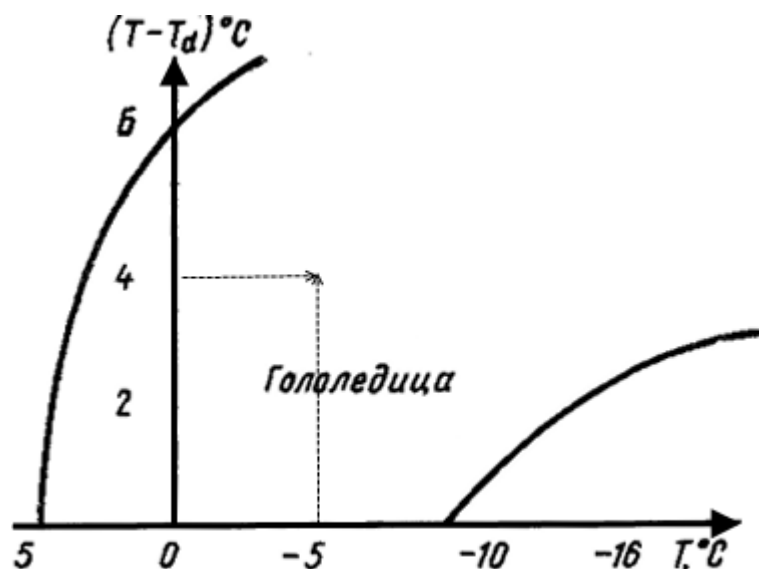


Рис. 2. График для прогноза гололедицы

талойводы, то по графику

дается прогноз гололедного явления. Для прогноза используют ожидаемую температуру воздуха (T) и ожидаемый дефицит точки росы на поверхности земли ($T - T_d$). Обледенение предметов на земле, чаще всего ВПП и авиационная техника, в виде твердого намораживания отмечается при отсутствии осадков. Неоднократно такой вид обледенения наблюдается при интенсивной адвекции теплого влажного воздуха, после долгого периода холодов, при резком изменении температуры в положительную сторону на 10-15 градусов. Возможность образования твёрдого налета присутствует при радиационном выхолаживании влажной воздушной массы ночью, в области малоподвижного антициклона – гребня.

Глава 2. Физико-географические и климатические характеристики Ленинградской области

2.1 Физико-географические характеристики Ленинградской области.

Территория Ленинградской области располагается на 440 км с западной части на восток и от 100, до 325 км с севера на юг. Численность населения – 7273936 человека, вместе с Санкт-Петербургом. Площадь области 83908 квадратных километра, что примерно 0.5% общей площади Российской

Федерации. Значительную часть территории занимают лиственные и хвойные леса – 66%. В Ладожское озеро впадает 37 рек: Авлога, Аурайоки, Бурная, Видлица, Волхов, Воронежка, Вуокса, Иййоки, Кириккойоки, Кобона, Койринйоки, Кокколанйоки, Кюляярви, Лава, Миналанйоки, Морье, Назия, Обжанка, Олонка, Рахоланйоки, Ристиоя, Савайнйоки, Сатулиноя, Свирь, Соскуанйоки, Сюскюянйоки, Сясь, Ткрвунйоки, Тихая, Тохмайоки, Тулемайоки, Тулокса, Туннисеноя, Уксунйоки, Эняйоки, Янисйоки. Только одна река вытекает из Ладожского озера – Нева. Значительная часть Ленинградской области, исключая Вепсовской возвышенности на востоке, относится к бассейну Балтийского моря. На западе Ленинградская область располагается по соседству с Финским заливом Балтийского моря. У границ объекта его ширина достигает 130 км, а в Невской губе 12-15 км. Южный берег залива большей частью песчаный и низменный и лишь в некоторых местах, где грунт поступает непосредственно к морю — обрывистый. Основную часть площади области занимают низменные, сложно пересекаемые равнины. Холмы и гряды разной формы и высоты сочетаются с озерами и болотными впадинами. Климат Ленинградской области обусловлен наличием огромного количества водных мест, под высоким влиянием Балтийского моря. Если брать картину в целом, то климат является переходным – от континентального к морскому. С западной стороны из Балтийского моря и Атлантического океана приходит мокрый воздух умеренных широт. Зимой, в свою очередь, он более теплый и восстанавливает дефицит солнечного тепла. Летом воздушные массы навешают ливни и холодную погоду. Континентальный воздух приходит к нам с востока, временами с южных и юго-восточных направлений. Северные ветры навешают прохладный арктический воздух со стороны Карского моря. Северо-западные ветры несут мокроватый морской воздух с Баренцова моря. Долгие наблюдения указывают нам, что на территории Ленинградской области чаще всего случаются следующие явления:

-Опасные метеорологические явления такие как: бури, ураганы, шквалы, крупный град и другие.

-Высокий уровень воды, что чревато наводнениями берегов или населенных пунктов, объектов, связанных с промышленностью, сельскохозяйственных угодий, возможность разрушения объектов, связанных с гидротехнической отраслью, мелиоративных систем, линии электропередач, дорог и мостов.

-при неблагоприятных погодных условиях (резкие перепады температуры, усиление ветров: западного, юго-западного и южных направлений) возможен отрыв ледяных полей в Финском заливе и на Ладожском озере, с находящимся на них рыбаками с выносом их на водную акваторию и отдаление от берега на десятки километров

-опасность лесных и торфяных пожаров в некоторых районах области.

Административное деление, население и населенные пункты.

Ленинградская область является субъектом Российской Федерации, она располагается на северо-западе европейской части Российской Федерации, входит в состав северо-западного региона России. Органом законодательной власти является Законодательное Собрание Ленинградской области, органом исполнительной власти — правительство Ленинградской области. Глава правительства — Губернатор Ленинградской области. Ленинградская область граничит с двумя государствами: Финляндией и Эстонией. Так же Ленинградская область граничит с пятью субъектами Российской Федерации: Республика Карелия, Новгородской область, Вологодской областью, Псковской областью, а также городом федерального значения – Санкт-Петербургом. Территория административно разделяется на семнадцать муниципальных районов и один городской округ. В их состав входят шестьдесят два городских поселения и сто сорок два сельских поселения. Плотность составляет 19.5 человека на квадратный километр. Этнический состав разделяется на: 90% русских, 3% украинцы, 2% белорусы и менее

процента – вепсы, татары, финны, ижоры, цыгане, евреи и остальные. Средний возраст для мужчин составляет 35.6 лет, для женщин 41. Продолжительность жизни для мужчин 57.6 лет, для женщин 71. На территории Ленинградской области существуют сотни садоводческих участков, владельцы которых преимущественно из Санкт-Петербурга.

Рельеф

Ленинградская область целиком расположена на территории Восточно-Европейской равнины. Благодаря этому объясняется характерный для области рельеф с небольшими абсолютными высотами, примерно 50-150 м над уровнем моря. Территория Карельского перешейка отличается пересеченным и скальным рельефом. Так же на территории большое количество озер. Карельский перешеек является частью большого Балтийского кристаллического щита. Самая высокая точка – гора Гапсельга, высотой 291 м над уровнем моря. Низменности по большей части находятся по берегам Финского залива и Ладожского озера, а так же в долинах крупных рек.

Геологическое строение и полезные ископаемые

Ленинградская область находится на стыке двух огромных тектонических структур. Из-за того, что часть области расположена на Балтийском кристаллическом щите, на поверхность показываются архейские и ранние протерозойские породы. Их образование произошло более 600 миллионов лет назад из-за сильнейших вулканических извержений. Из этого следует, что основные природные ископаемые ресурсы области – гранит, облицовочный камень и песчано-гравийный материал. На юге Финского залива и Ладожского озера, около 500 миллионов лет назад, в кембрийский период сформировались мощные толщи осадочных пород – синие глины с прослойками песчаников. В ордовикский период образовались оболочные песчаники, которые содержат месторождения фосфоритов и горючих сланцев. На юге области у поверхности находятся отложения пород

девонского периода. С западной части на восточную отчетливо видно пласт диктионемовых сланцев, которые когда-то рассматривали, как перспективное месторождение урановых руд, но данное месторождение продемонстрировало экономическую неэффективность. В восточной части, недалеко от поверхности имеются породы, образовавшиеся в каменноугольный период. Там находятся места с месторождениями бокситов, известняков, доломитов. Окончательное формирование рельефной части произошло в четвертый период, в результате массивных четырёх оледенений и последовательно сменявших их межледниковых эпох. Из этого следует, что на территории Ленинградской области обильное присутствие песка, торфа и глины.

Климат

Погода в Ленинградской области обусловлена атлантико-континентальным климатом. Морские воздушные массы создают сравнительно мягкую зиму с частыми оттепелями и умеренно-теплое, иногда даже и прохладное лето. Средняя январская температура воздуха составляет от -8 до -11°C . Средняя июльская температура воздуха составляет от $+16$ до $+18^{\circ}\text{C}$. Самая максимальная температура была зарегистрирована в 2010 году и составляла $+37.8^{\circ}\text{C}$. Самый минимальный показатель температуры был зарегистрирован в 1940 году и составил -54.8°C . Районы, где наблюдается более низкая температура – восточные, наиболее теплые – юго-западные. Среднее количество осадков в год примерно 600-700мм. Самое большое количество осадков выпадает на возвышенностях. Самое минимальное на низменностях – прибрежные зоны. Чаще всего осадки наблюдаются осенью и летом, зимой, в основном, осадки в виде снега.

Гидрография

Большая часть территории, за исключением крайне юго-восточной части относится к Балтийскому бассейну и, в свою очередь, имеет густо-развитую

речную сеть. Общая протяженность рек на территории Ленинградской области составляет около 50 тысяч километров. Также на территории области расположено 1800 озер, с самым крупным в Европе – Ладожским. Огромная часть территории покрыта болотами.

2.2 Климатическое характеристика Ленинградской области в холодный период.

Зима на территории Ленинградской области чаще всего мягкая, но довольно продолжительная. В восточной части Ленинградской области зима длится более 4 месяцев, а в западной части области примерно 3 – 3.5 месяца. В зимний период, продолжительность которого находится в диапазоне с ноября по март, выпадение осадков осуществляется преимущественно в твёрдом виде – снег и их количество, по большей части, усредненно составляет 60% и только лишь в крайних точках восточных районов около 70% от общего количества выпавших осадков за сезон. Чаще всего снег выпадает (в большинстве районов) в третьей декаде декабря, но бывает и раньше – в ноябре. В западной части Ленинградской области может случиться задержка, примерно на 3-7 дней. Даты появления снежного покрова, из года в год меняются в широком диапазоне: от конца сентября, до начала октября, до конца ноября и начала декабря. Первый снег появляется чаще всего происходит при положительных температурах, которые близки к нулю, примерно 0.5-1.5 градуса, благодаря чему первый снежный покров держится на поверхности недолго. Появление и таяние снега происходит до того, пока морозы не смогут закрепиться. Этот период называют предзимьем, его продолжение в западных частях области около 1 – 1.5 месяца, а в восточных менее 1 месяца. Образование устойчивого снежного покрова на значительных частях территории наблюдается в первых числах декабря (1-10) и лишь только в крайних восточных регионах – в последних числах ноября. В зависимости от погодных условий сроки образования устойчивого снежного покрова сильно меняются из года в год. В самые теплые зимы,

которые случаются примерно 1 раз на 10-15 лет, снег может и вовсе не образоваться. Он может выпасть с маленькой долей вероятности и то сразу растаять. Львиная доля таких зим чаще всего наблюдается на юго-западе Ленинградской области. Наблюдения за высотой снежного покрова на постах метеообеспечения проводится один раз в сутки (9 утра) по постоянной рейке, которая установлена на метеоплощадке. При ситуациях, когда температура имеет резкие колебания, которым подвержена большая часть Ленинградской области, снежный покров, с течением времени не увеличивается пропорционально количеству выпавшего снежного покрова. Снежный покров нередко уплотняется, испаряется и может растаять. Следовательно по высоте выпавшего снега, измеряемому традиционным в метеорологической практике способом, невозможно достоверно судить о объемах убранного снега. В настоящее время существует только один пост измерения свежесвыпавшего снега (относительно Санкт-Петербурга), который находится в Петроградском районе Санкт-Петербурга (ОГМС Санкт-Петербург). В его задачи входит измерение свежесвыпавшего снега каждые 12 часов (в 8 и в 20). После замера снег убирается. В случае перехода снега в дождь, измерение снега происходит досрочно. Испарение устойчивого снежного покрова обычно начинается в апреле, в юго-западных районах Ленинградской области и заканчиваются в двадцатых числах, в самых крайних точках восточных районов. Часто бывает такое, что после разрушения снежного покрова он может непродолжительное время ещё восстанавливаться вновь, но к концу апрельского месяца обычно уходит окончательно.

Продолжительность периода между разрушением устойчивого снежного покрова и полным удалением снега продолжается всего одна – две недели. Продолжительность залегания снежного покрова увеличивается с юго-запада, где она в среднем составляет около 130 дней на северо-восток, примерно 150-155 дней.

Температурный режим Ленинградской области формируется, в основном, под влиянием двух факторов: Циркуляции атмосферы и радиационного

режима. При вхождении атлантических воздушных масс, чаще всего на юго-западном и западном направлениях, обычно сопровождается пасмурной и ветреной погодой. Радиационный фактор чаще всего проявляется при формировании антициклонов, в условиях безветренной погоды.

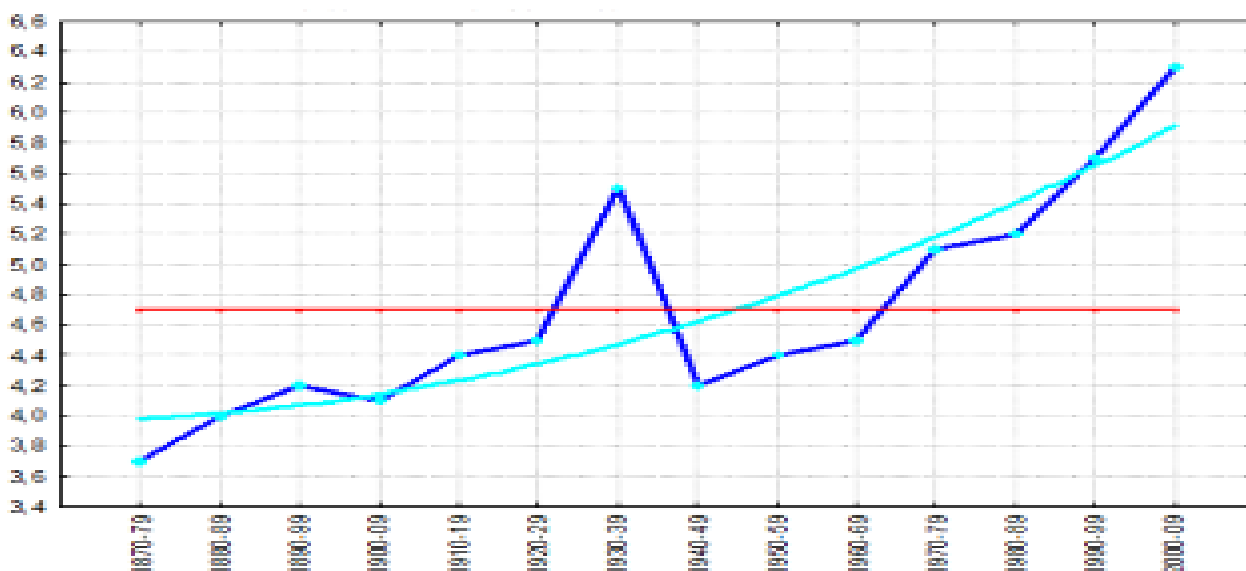


Рис. 2.1 Суммарное изменение годовой температуры

По статистике самыми холодными месяцами являются декабрь и февраль, где средняя температура воздуха составляет $-7.9 - -10.4$ °C. На примере Санкт – Петербурга мы можем рассмотреть суммарное изменение среднегодовой температуры воздуха. За весь период наблюдений за температурой, изменение составило приблизительно два градуса, при этом последние 30 лет температура воздуха зимой повысилась на 3.5 градуса.

Динамический показатель температуры воздуха в Санкт-Петербурге охарактеризован значительным положительным температурным трендом, обусловленным, как естественными колебаниями, так и возникновением локального «возмущения» термического режима приземного слоя воздуха, который зачастую характеризуют как «городской остров тепла».

Большинство учёных считают, что причина возникновения «городского острова тепла» являются выбросы водяного пара, накопление которого под инверсионным слоем увеличивает отражение атмосферы, образуя

локальный «парниковый эффект». Как ни странно, но центр «городского острова тепла» обычно сдвинут от центра города в сторону направления преобладающих ветров. Так, основная часть «острова» в Санкт-Петербурге, скорее всего, находится в Центральном и Адмиралтейском районах. Отмечу, что большая часть минимальных значений температуры в Санкт-Петербурге была отмечена ещё в 18 – начале 20 столетий. На 21 век приходится большинство максимальных температур, по типу тех рекордных, которые были зарегистрированы в марте-апреле.

Табл. 2.1 Средние температуры в холодное время

Месяц	Наименьшие значения, °С (год)	Абсолютный минимум, °С (год)
Октябрь	-0,5 (1880)	-12,9 (1920)
Ноябрь	-10,0 (1774)	-22,2 (1890)
Декабрь	-18,4 (1788)	-34,4 (1978)
Январь	-21,4 (1814)	-35,9 (1883)
Февраль	-19,5 (1799, 1871)	-35,2 (1956)
Март	-11,5 (1942)	-29,9 (1883)

Облачных дней за год на территории Ленинградской области в среднем 170 дней. В солнечные дни средняя продолжительность солнечного сияния от 10.1 часа в июне до 2 часов в декабре.

Влажность в регионе превышает испарение влаги, потому что примерно количество осадков составляет 200-250мм. Благодаря большому количеству выпавших осадков, на территории Ленинградской области, характера высокая влажность воздуха. В зимний сезон это примерно 83-88%.

Атмосферные осадки в течении года выпадают неравномерно. За зимний период приходится только 33% от всех осадков за сезон. Ко всему прочему в

холодный период преобладают твёрдые осадки.

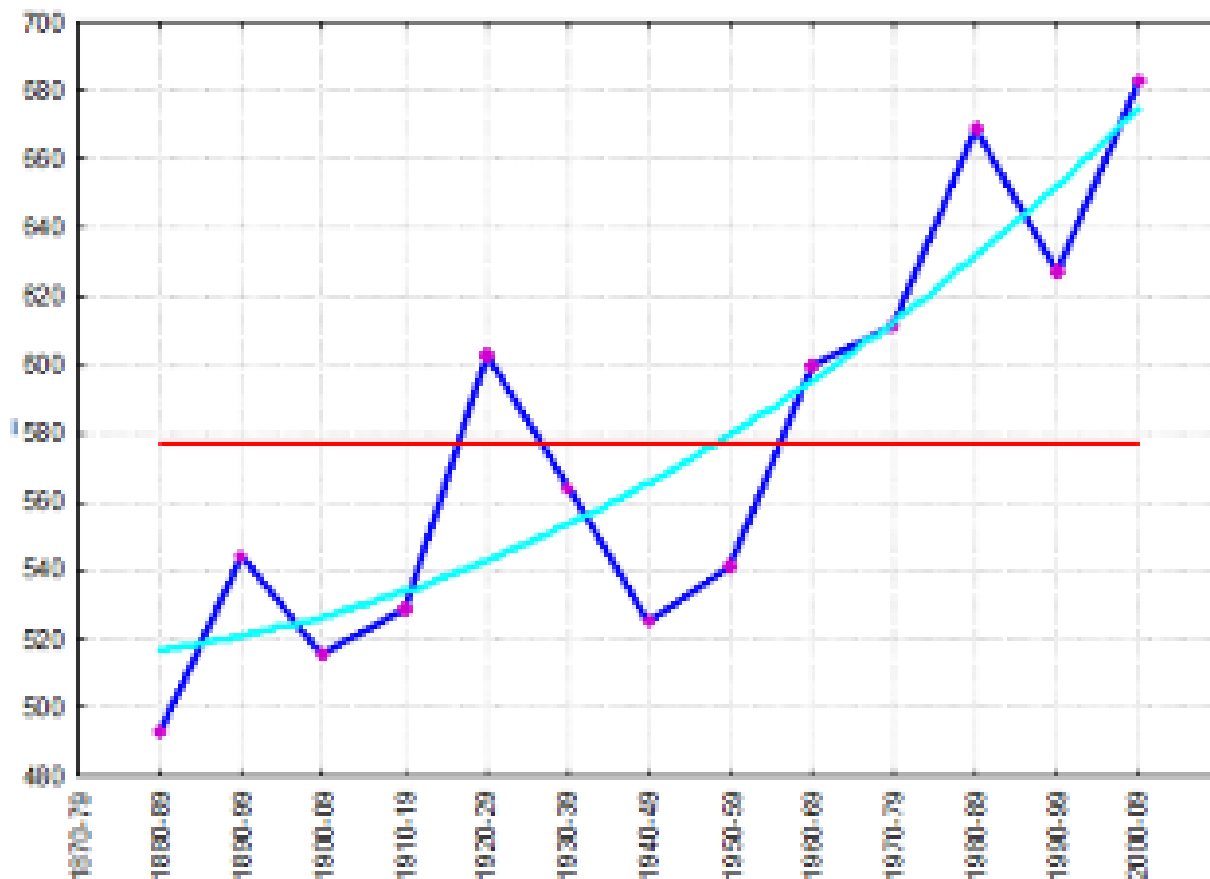


Рис. 2.2 Суммарное изменение осадков

Так же одной из характеристик осадков является их интенсивность. В зимнее время интенсивность осадков составляет от 0.2 до 0.4мм/ч.

В таблице, приведенной ниже, можно отследить годовую норму осадков, сопоставленной с количеством осадков в зимний период. Так же приведены данные по максимальному/минимальному рекорду за месяц и максимум за сутки в мм.

Табл. 2.2 Рекордные показатели мм осадков в сравнение с нормой

Месяц	Норма	Минимум/месяц, мм	Максимум/месяц, мм	Максимум/сутки, мм
Октябрь	67	5 (1987)	150 (1984)	37 (2003)
Ноябрь	56	2 (1993)	117 (2010)	31 (2010)
Декабрь	51	7 (1890)	112 (1981)	28 (2009)
Январь	44	4 (1909)	87 (2011)	23 (1955)
Февраль	33	3 (1886)	92 (1990)	13 (1990)
Март	37	0,7 (1923)	83 (1971)	26 (1971)
за год	662	395 (1882)	842 (2003)	76 (1947)

Глава 3: Анализ особенностей гололедных явлений в Ленинградской области.

3.1 Общее описание исходных данных.

Данные для описания и анализа были взяты с сайта

<http://www.pogodaiklimat.ru/>, для станций Санкт-Петербург, Шлиссельбург, Любань. С помощью этих данных мы можем увидеть частоту и количество гололедных явлений на территории Ленинградской области, а также посмотреть параметры, при которых образовывались гололедные явления и раскрыть некоторые условности образования немного подробнее.

Дата	Срок	T _{возд} , °C	Давление, гПа	Барич. тенденция	Ветер,		Облач-ть,	
					гПа/3час	ff, м/с	Направл	Кол- во

Табл. 3.1 Случаи гололедных явлений в СПб, 2011 год

09.01	12	-0.2 ⁰ C	1011.3	-0.9	2м/с	Ю	10/10 210м	St
13.01	15	-2.1 ⁰ C	991.9	1.2	3м/с	3	10/10 200м	FmbNs
	18	-2.9 ⁰ C	992.8	0.9	3м/с	3	10/10 200м	Fmb Ns
	21	-3.9 ⁰ C	994.3	1.5	3м/с	3	10/10 200м	Fmb Ns
	24	-4.3 ⁰ C	995.6	1.3	2м/с	3	10/10 200м	Fmb Ns

2012

Не наблюдалось на территории СПб

2013

Не наблюдалось на территории СПб

Табл. 3.2 Случаи гололедных явлений в СПб, 2014 год

03.02	06	-4.1 ⁰ C	1023.5	-0.5	2м/с	ЮЗ	10/10 300м	Sc
	09	-3.9 ⁰ C	1023.5	0	2м/с	ЮЗ	10/10 450м	Sc
	12	-3.3 ⁰ C	1023.8	0.3	2м/с	ЮЗ	10/10 200м	Sc

2015

Не наблюдалось на территории СПб

Табл. 3.3 Случаи гололедных явлений в СПб, 2016 год

25.01	21	-5.4 ⁰ C	1017.6	0.1	1м/с	ЮВ	10/10 200м	St
	24	-4.4 ⁰ C	1017.3	-0.3	1м/с	Ю	10/10 200м	St
26.01	03	-3.3 ⁰ C	1016.3	-1	1м/с	Ю	10/10 200м	St
	09	-2.7 ⁰ C	1011	-3.2	3м/с	Ю	10/10 300м	Frnb Ns

Табл. 3.4 Случаи гололедных явлений в СПб, 2017 год

18.01	21	0 ⁰ C	1022.4	-1.8	3м/с	ЮЗ	10/10 100м	Frnb Ns
19.01	03	+0.3 ⁰ C	1019.0	-3.4	4м/с	ЮЗ	10/10 100м	Frnb Ns

	06	+1.0 ⁰ C	1017.1	-1.9	4м/с	ЮЗ	10/10 200м	Frnb Ns
26.01	15	+1.3 ⁰ C	1014.5	-0.9	3м/с	З	10/10 200м	St
	18	+0.9 ⁰ C	1015.2	0.7	1м/с	ЮЗ	-	-
	21	+1.2 ⁰ C	1016.3	1.1	1м/с	СЗ	-	-
27.01	00	+1.3 ⁰ C	1017.6	1.3	0	Штиль	-	-
28.01	09	-0.7 ⁰ C	1025.5	0.7	2м/с	З	-	-
	15	-0.7 ⁰ C	1025.9	0.6	1м/с	З	-	-
	18	-0.8 ⁰ C	1025.9	0	2м/с	ЮЗ	-	-
29.01	06	-0.6 ⁰ C	1025.3	-0.1	2м/с	ЮЗ	10/10 100м	St
	09	-0.2 ⁰ C	1024.9	-0.4	3м/с	ЮЗ	10/10 240м	St
4.02	06	-1.1 ⁰ C	1015.7	0.3	1м/с	ЮВ	10/10 200м	St
	09	-0.9 ⁰ C	1015.9	0.2	2м/с	Ю	10/10 200м	Frnb Ns
5.02	00	-2.1 ⁰ C	1017.1	1	1м/с	В	10/10 200м	St
11.02	00	-4.2 ⁰ C	1045.2	-0.3	1м/с	З	-	-
12.12	15	+0.9 ⁰ C	993.7	-4.3	4- 11{13}м/с	ЮВ	10/10 200м	Frnb Ns
26.12	03	-0.3 ⁰ C	989.4	-3.4	2{10}м/с	Ю	10/10 200м	St

Табл. 3.5 Случаи гололедных явлений в СПб, 2018 год

10.11	06	+3.4 ⁰ C	1025.7	0.5	2м/с	В	10/10 300м	Sc
-------	----	---------------------	--------	-----	------	---	---------------	----

Табл. 3.6 Случаи гололедных явлений в СПб, 2019 год

3.02	18	-0.5 ⁰ C	1012.5	-0.3	3м/с	В	10/10	St
------	----	---------------------	--------	------	------	---	-------	----

							200м	
18.10	06	+5.0 ⁰ С	1012.9	0.5	1м/с	В	10/10 200м	St
27.11	18	0 ⁰ С	1007.4	-1.2	1м/с	ЮВ	10/10 180м	St

Табл. 3.7 Случаи гололедных явлений в Шлиссельбург, 2011 год

9.01	12	-0.6 ⁰ С	1011.5	-0.8	3м/с	Ю	10/10 450м	St
	15	+0.6 ⁰ С	1011.2	-0.3	2м/с	Ю	10/10 500м	St
21.01	18	-0.8 ⁰ С	1004.0	-2.7	1м/с	В	10/10 240м	St
24.12	18	-1.4 ⁰ С	1005.6	-0.2	2м/с	Ю	10/10 420м	Frnb Ns
	21	-1.3 ⁰ С	1005.9	0.3	2м/с	Ю	10/10 500м	Frnb Ns
25.12	00	-0.9 ⁰ С	1006.1	0.2	2м/с	ЮЗ	10/10 480м	Frnb Ns
	03	0.1 ⁰ С	1007.0	0.9	1м/с	Ю	9/9 540м	Cb cap
	18	-0.4 ⁰ С	1007.4	-1.7	5м/с	Ю	10/10 450м	St
	21	+1.3 ⁰ С	1005.2	-2.2	4м/с	Ю	10/10 600м	Cb cap

Табл. 3.8 Случаи гололедных явлений в Шлиссельбург, 2012 год

03.01	21	-1.1 ⁰ С	1005.1	-0.4	2м/с	Ю	10/10 330м	St
04.01	00	-0.5 ⁰ С	1004.2	-0.9	2м/с	Ю	10/10 330м	Frnb Ns
	03	-0.1 ⁰ С	1001.9	-2.3	2м/с	Ю	10/10 420м	St
	06	-0.2 ⁰ С	996.8	-5.1	2м/с	ЮВ	10/10 480м	St

Табл. 3.9 Случаи гололедных явлений в Шлиссельбург, 2013 год

10.02	09	-0.3 ⁰ C	1011.9	-1.5	2м/с	В	10/10 300м	St
	12	+0.2 ⁰ C	1011.0	-0.9	1м/с	В	10/10 270м	St
	15	+0.4 ⁰ C	1010.9	-0.1	1м/с	В	10/10 540м	Sc
11.12	06	-2.5 ⁰ C	1016.0	-1.5	2м/с	Ю	10/10 300м	St
	09	-1.5 ⁰ C	1016.1	0.1	2м/с	Ю	10/10 300м	St
	12	-0.2 ⁰ C	1015.0	-1.1	2м/с	Ю	10/10 300м	St
	15	+0.9 ⁰ C	1015.3	0.3	2м/с	ЮЗ	10/10 240м	St
	18	+1.9 ⁰ C	1014.9	-0.4	3м/с	ЮЗ	10/10 270м	St

Табл. 3.10 Случаи гололедных явлений в Шлиссельбург, 2014 год

3.02	06	-4.2 ⁰ C	1023.6	-0.7	2м/с	Ю	10/10 300м	St
	09	-4.3 ⁰ C	1023.9	0.3	2м/с	Ю	10/10 600м	Sc
	12	-4.0 ⁰ C	1023.6	-0.3	2м/с	Ю	10/10 600м	Sc
	15	-4.2 ⁰ C	1023.6	0	3м/с	Ю	10/0	As op
	18	-4.1 ⁰ C	1023.0	-0.6	3м/с	Ю	10/0	Ac und
	21	-3.8 ⁰ C	1023.3	0.3	3м/с	ЮЗ	10/0	Ac und
31.12	09	-0.1 ⁰ C	1004.2	0.8	2м/с	З	10/10 210м	St
	12	+1.1 ⁰ C	1004.6	0.4	2м/с	З	10/10 300м	St

Табл. 3.11 Случаи гололедных явлений в Шлиссельбург, 2015 год

18.12	18	-0.4 ⁰ C	1002.7	-4.7	3м/с	Ю	10/10 330м	Frnb Ns
	21	+0.5 ⁰ C	998.9	-3.8	2м/с	Ю	10/10 240м	St
19.12	00	+2.3 ⁰ C	998.9	0	3м/с	ЮЗ	10/10 240м	St

Табл. 3.12 Случаи гололедных явлений в Шлиссельбург, 2016 год

26.01	06	-6.0 ⁰ C	1015.1	-1.7	0	Штиль	10/10 210м	St
	09	-4.9 ⁰ C	1012.0	-3.1	0	Штиль	10/10 240м	St
	12	-3.9 ⁰ C	1006.8	-5.2	3м/с	Ю	10/10 180м	Frnb Ns
	15	-3.9 ⁰ C	1003.4	-3.2	3м/с	Ю	10/10 240м	Frnb Ns
	18	-2.4 ⁰ C	1000.7	-2.7	2м/с	Ю	10/10 270м	Frnb Ns
	21	-0.1 ⁰ C	1000.7	0	3м/с	Ю	10/10 270м	St

Табл. 3.13 Случаи гололедных явлений в Шлиссельбург, 2017 год

26.01	12	-1.5 ⁰ C	1014.9	-1.3	3{12}м/с	3	10/10 240м	St
	15	+0.4 ⁰ C	1013.6	-1.3	3м/с	3	10/10 240м	St
3.02	03	-2.4 ⁰ C	1018.3	-0.8	2м/с	Ю	10/10 960м	Sc
	06	-2.5 ⁰ C	1017.2	-1.1	2м/с	Ю	10/10 540м	Sc

24.11	12	+0.1 ⁰ C	1014.2	0.3	2м/с	Ю	10/10 630м	Frnb Ns
	15	0 ⁰ C	1014.1	-0.1	2м/с	Ю	10/10 500м	Frnb Ns
	21	+0.2 ⁰ C	1013.5	-0.4	3м/с	Ю	10/10 330м	St
25.11	06	-0.2 ⁰ C	1009.8	0	2{10}м/с	Ю	10/10 420м	Frnb Ns
	09	+0.2 ⁰ C	1009.8	0	2м/с	Ю	10/10 180м	St
12.12	15	+0.5 ⁰ C	995.5	-4.5	4{11}м/с	ЮВ	10/10 400м	Frnb Ns

Табл. 3.14 Случаи гололедных явлений в Шлиссельбург, 2018 год

12.03	21	+0.4 ⁰ C	1004.9	-2.3	2м/с	ЮВ	10/10 360м	St
13.03	00	+0.9 ⁰ C	1002.3	-2.6	3м/с	Ю	10/10 330м	St
4.12	12	-0.3 ⁰ C	1004.8	0.1	3м/с	Ю	10/10 150м	St
30.12	03	-0.2 ⁰ C	1010.4	-0.1	2м/с	ЮЗ	10/10 270м	St

Табл. 3.15 Случаи гололедных явлений в Шлиссельбург, 2019 год

26.11	18	-3.3 ⁰ C	1013.7	-1.5	2м/с	Ю	10/10 210м	St
	21	-2.7 ⁰ C	1013.0	-0.7	2м/с	ЮЗ	10/10 400м	St
27.11	00	-2.7 ⁰ C	1011.4	-1.6	2м/с	Ю	10/10 300м	St
	03	-2.6 ⁰ C	1010.2	-1.2	2м/с	ЮЗ	10/10 360м	St
	06	-2.4 ⁰ C	1010.0	-0.2	2м/с	ЮЗ	10/10 240м	St
	09	-1.9 ⁰ C	1009.7	0.7	2м/с	Ю	10/10 210м	St
	21	-0.1 ⁰ C	1006.6	-1.0	2м/с	Ю	10/10 150м	St
	00	+0.1 ⁰ C	1005.4	-1.2	3м/с	Ю	10/10 210м	St

28.11	03	+0.2 ⁰ C	1004.5	-0.9	3м/с	Ю	10/10 240м	St
	06	+0.5 ⁰ C	1003.3	-1.2	3м/с	Ю	10/10 270м	St

Табл. 3.16 Случаи гололедных явлений в Любани, 2011 год

7.01	21	-3.4 ⁰ C	1010.4	1.5	5{11}м/с	ЮЗ	10/10 300м	Sc
9.01	06	-2.4 ⁰ C	1014.5	-1.5	4м/с	Ю	10/0 360м	As op
	09	-1.6 ⁰ C	1013.9	-0.6	4м/с	Ю	10/0 240м	As op
	12	-0.8 ⁰ C	1013.2	-0.7	4м/с	Ю	10/0 240м	As op
	15	+0.2 ⁰ C	1012.9	-0.3	4м/с	ЮЗ	10/0 270м	As op
12.01	15	-1.8 ⁰ C	1007.1	-2.6	3м/с	Ю	10/0 210м	As op
	18	-1.0 ⁰ C	1004.3	-2.8	2м/с	Ю	10/0 240м	As op
18.01	06	-6.1 ⁰ C	1014.9	0.4	2м/с	Ю	10/0 360м	As op
	09	-4.9 ⁰ C	1015.9	1	2м/с	Ю	10/0 330м	As op
	12	-3.7 ⁰ C	1016.4	0.5	2м/с	Ю	10/0 330м	As op
	15	-3.2 ⁰ C	1016.9	0.5	2м/с	Ю	10/0 330м	As op
	18	-2.6 ⁰ C	1016.6	-0.3	3м/с	Ю	10/10 150м	St
	21	-3.1 ⁰ C	1016.4	-0.2	3м/с	Ю	10/0 300м	As op
19.01	00	-3.4 ⁰ C	1015.9	-0.5	3м/с	Ю	10/0 300м	As op
	03	-3.5 ⁰ C	1014.6	-1.3	3м/с	Ю	10/0 630м	As op
	03	-1.4 ⁰ C	1017.7	-0.9	2м/с	Ю	10/0 180м	As op

20.01	06	-1.6 ⁰ C	1018.7	1	2м/с	Ю	10/0 200м	As op
	09	-1.2 ⁰ C	1020.4	1.7	2м/с	ЮВ	10/0 180м	As op
	12	-1.1 ⁰ C	1021.5	1.1	2м/с	Ю	10/0 180м	As op
30.01	06	-1.4 ⁰ C	987.5	0.5	3м/с	3	10/0 720м	As op
6.02	21	-2.4 ⁰ C	1000.4	-0.2	1м/с	3	10/0 420м	As op
7.02	00	-1.8 ⁰ C	1001.1	0.7	1м/с	3	10/0 200м	As op
	03	-1.8 ⁰ C	1002.0	0.9	1м/с	3	10/0 210м	As op
	06	-1.9 ⁰ C	1002.7	0.7	2м/с	3	10/0 270м	As op
	09	-1.3 ⁰ C	1004.4	1.7	2м/с	3	10/0 360м	As op
2.03	06	-7.4 ⁰ C	1035.6	-0.5	2м/с	3	10/10 180м	St
	09	-4.3 ⁰ C	1035.2	-0.4	2м/с	3	10/10 300м	St

Табл. 3.17 Случаи гололедных явлений в Любани, 2012 год

3.01	18	-1.8 ⁰ C	-	-	1м/с	Ю	-	-
	21	-1.2 ⁰ C	-	-	1м/с	ЮЗ	10/10 150м	St
4.01	00	-0.8 ⁰ C	-	-	2м/с	Ю	-	-
	03	-0.4 ⁰ C	-	-	2м/с	Ю	-	-
11.03	03	-0.2 ⁰ C	1001.4	-1.4	3м/с	ЮВ	10/0 210м	As op
25.12	09	- 12.3 ⁰ C	1004.4	-1.9	3м/с	Ю	10/0 360м	As op
	12	- 11.1 ⁰ C	1000.9	-3.5	3м/с	Ю	10/0 330м	As op

Табл. 3.18 Случаи гололедных явлений в Любани, 2013 год

10.02	06	-0.2 ⁰ C	1012.2	-1.5	2м/с	В	10/10 240м	St
	09	+0.1 ⁰ C	1011.1	-1.1	2м/с	В	10/10 180м	St
3.12	03	-2.9 ⁰ C	1013.4	-3.9	3м/с	Ю	10/10 270м	St
	06	+0.2 ⁰ C	1010.4	-3	3м/с	ЮЗ	10/10 480м	Cb cap
8.12	18	-5.6 ⁰ C	1010.7	1.1	1м/с	Ю	10/10 330м	St
	21	-7.3 ⁰ C	1011.5	0.8	2м/с	В	10/10 600м	Sc
9.12	00	-8.7 ⁰ C	1012.3	0.8	1м/с	СВ	10/10 800м	Sc
	03	- 10.4 ⁰ C	1012.8	0.5	2м/с	В	10/0 600м	As op
	06	- 14.4 ⁰ C	1014.0	1.2	1м/с	С	10/0	As op
	09	- 13.4 ⁰ C	1015.7	1.7	1м/с	СВ	10/6 540м	Sc As op
11.12	06	-4.4 ⁰ C	1017.3	-2.2	2м/с	Ю	10/0 180м	As op
	09	-2.3 ⁰ C	1017.5	0.2	2м/с	Ю	10/10 180м	St
	12	-1.5 ⁰ C	1016.3	-1.2	2м/с	Ю	-	-
	15	-0.4 ⁰ C	1016.6	0.3	2м/с	Ю	-	-
	18	+0.5 ⁰ C	1016.3	-0.3	2м/с	ЮЗ	-	-

Табл. 3.19 Случаи гололедных явлений в Любани, 2014 год

19.10	18	-0.1 ⁰ C	1003.5	-3.7	3м/с	Ю	10/10 180м	St
5.12	18	-0.4 ⁰ C	1025.3	-1.2	3м/с	Ю	10/10	St

							150м	
--	--	--	--	--	--	--	------	--

Табл. 3.20 Случаи гололедных явлений в Любани, 2015 год

10.02	06	-5.6 ⁰ С	1007.9	-0.6	3м/с	Ю	10/10 270м	St
18.12	18	-0.4 ⁰ С	1004.1	-4.1	3м/с	Ю	10/0 240м	As op

Табл. 3.21 Случаи гололедных явлений в Любани, 2016 год

23.11	18	-0.4 ⁰ С	1019.6	-1.2	3м/с	Ю	10/10 300м	St
-------	----	---------------------	--------	------	------	---	---------------	----

Табл. 3.22 Случаи гололедных явлений в Любани, 2017 год

26.01	18	-0.8 ⁰ С	1015.2	-0.1	1м/с	ЮЗ	-	-
28.01	06	-0.7 ⁰ С	1025.3	0.4	1м/с	ЮЗ	-	-
2.02	18	-3.8 ⁰ С	1022.7	-0.9	2м/с	Ю	10/10 240м	St
13.02	06	-2.7 ⁰ С	1023.7	-3.3	3м/с	ЮЗ	10/10 420м	St
25.11	06	-0.7 ⁰ С	1011.1	-0.8	4{10}м/с	Ю	10/0 270м	As op

Табл. 3.23 Случаи гололедных явлений в Любани, 2018 год

10.01	18	-0.7 ⁰ С	1022.4	-1.1	2м/с	ЮЗ	10/10 120м	St
4.12	06	-1.7 ⁰ С	1005.1	0.2	3м/с	Ю	10/10 180м	St
15.12	06	-6.4 ⁰ С	1036.9	0.5	0	Штиль	10/10 150м	St
27.12	06	-3.7 ⁰ С	1009.9	0.6	2м/с	СЗ	10/10 210м	St

Табл. 3.24 Случаи гололедных явлений в Любани, 2019 год

7.01	18	-3.7 ⁰ С	1011.7	-6.6	3м/с	ЮЗ	10/10	St
------	----	---------------------	--------	------	------	----	-------	----

							240м	
3.02	18	-0.4 ⁰ С	1013.4	0.1	2м/с	ЮВ	10/0 150м	As op
7.11	18	-6.1 ⁰ С	1014.5	0.9	2м/с	В	10/10 240м	St
26.11	18	-3.3 ⁰ С	1014.3	-1.3	3м/с	Ю	10/10 210м	St

3.2. Статистика гололёдных явлений на территории Ленинградской Области, для городов Санкт-Петербург, Шлиссельбург, Любань.

Статистика приведена по таким параметрам, как: годовой ход случаев, зависимость числа случаев от температуры воздуха, зависимость числа случаев от направления ветра, формы облачности, высоты нижней границы, скорости ветра, зависимость от барической тенденции.

Годовой ход случаев

Табл. 3.1 Годовой ход случаев Санкт-Петербург, 2011-2019 года

Год	Месяцы года					
	октябрь	ноябрь	декабрь	январь	февраль	март
2011	0	0	0	5	0	0
2012	0	0	0	0	0	0
2013	0	0	0	0	0	0
2014	0	0	0	0	3	0
2015	0	0	0	0	0	0
2016	0	0	0	4	0	0
2017	0	0	2	12	4	0
2018	0	1	0	0	0	0
2019	1	1	0	0	1	0
среднее	0.1	0.2	0.2	2.3	0.8	0

Табл. 3.2 Годовой ход случаев Шлиссельбург, 2011-2019 года

Год	Месяцы года					
	октябрь	ноябрь	декабрь	январь	февраль	март
2011	0	0	6	3	0	0
2012	0	0	0	4	0	0

2013	0	0	5	0	3	0
2014	0	0	2	0	6	0
2015	0	0	3	0	0	0
2016	0	0	0	6	0	0
2017	0	5	1	2	2	0
2018	0	0	2	0	0	2
2019	0	10	0	0	0	0
среднее	0	1.7	2.1	1.7	1.2	0.2

Табл. 3.3 Годовой ход случаев Любань, 2011-2019 года

Год	Месяцы года					
	октябрь	ноябрь	декабрь	январь	февраль	март
2011	0	0	0	20	5	2
2012	0	0	2	4	0	1
2013	0	0	13	0	2	0
2014	1	0	1	0	0	0
2015	0	0	1	0	1	0
2016	0	1	0	0	0	0
2017	0	1	0	2	2	0
2018	0	0	3	1	0	0
2019	0	2	0	1	1	0
среднее	0.1	0.4	2.2	3.1	1.2	0.3

Число случаев гололедных явлений при различных показателях температуры воздуха

Табл. 3.4 Гололедные явления при различной температуре воздуха, Санкт-Петербург, 2011-2019 года

год	Интервал температур воздуха, Т возд, °С																
	-15	-14	-13	-12	-11	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	+1
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-5	-	-	-	-	-	0	+
	-14	-13	-12	-11	-10	-9	-8	-7	-6		4	3	2	1			+
2011	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	0	1	0	0
2012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2013	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

2014	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0
2015	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2016	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0
2017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	8	4	3
2018	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2019	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
Сред.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.4	0.4	0.4	0.1	1.2	0.4	0.3

Табл. 3.5 Гололедные явления при различной температуре воздуха,
Шлиссельбург, 2011-2019 года

год	Интервал температур воздуха, Т возд, °С																	
	-15	-14	-13	-12	-11	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	+1	
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2011	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	2	1	
2012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	
2013	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	3	1	
2014	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	1	0	0	1	0	1	
2015	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	
2016	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	
2017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	2	5	0	
2018	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	
2019	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	1	1	3	0	
Сред.	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0	0.7	0.3	0.9	0.7	1.9	1.8	0.3	

Табл. 3.6 Гололедные явления при различной температуре воздуха, Любань, 2011-2019 года

год	Интервал температур воздуха, T возд, °С																
	-15	-14	-13	-12	-11	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	+1
	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	+1	+2
2011	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2	6	3	11	2	1	0
2012	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	0	0
2013	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	2	1	2	3	0
2014	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
2015	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
2016	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
2017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	3	0	0
2018	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0
2019	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	1	0	0
Сред.	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0	0.1	0.2	0.3	0.2	0.3	1	0.7	1.7	1.9	0.4	0

Число случаев гололедных явлений при различном направлении ветра

Табл. 3.7 Случаи гололедных явлений при различном направлении ветра, Санкт-Петербург, 2011-2019 года

Год	Направление ветра								
	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	С	Штиль

2011	0	0	0	1	0	4	0	0	0
2012	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2013	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2014	0	0	0	0	3	0	0	0	0
2015	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2016	0	0	1	3	0	0	0	0	0
2017	0	1	2	2	7	4	1	0	1
2018	0	1	0	0	0	0	0	0	0
2019	0	2	1	0	0	0	0	0	0
Сред.	0	0.4	0.4	0.7	1.1	0.9	0.1	0	0.1

Табл. 3.8 Случаи гололедных явлений при различном направлении ветра, Шлиссельбург, 2011-2019 года

Год	Направление ветра								
	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	С	Штиль
2011	0	1	0	7	1	0	0	0	0
2012	0	0	1	3	0	0	0	0	0
2013	0	3	0	3	2	0	0	0	0
2014	0	0	0	5	1	2	0	0	0
2015	0	0	0	2	1	0	0	0	0

2016	0	0	0	4	0	0	0	0	2
2017	0	0	1	7	0	2	0	0	0
2018	0	0	1	2	1	0	0	0	0
2019	0	0	0	7	3	0	0	0	0
Сред.	0	0.4	0.3	4.4	1	0.4	0	0	0.2

Табл. 3.9 Случаи гололедных явлений при различном направлении ветра, Любань, 2011-2019 года

Год	Направление ветра								
	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	С	Штиль
2011	0	0	1	16	2	8	0	0	0
2012	0	0	1	5	1	0	0	0	0
2013	2	4	0	6	2	0	0	0	0
2014	0	0	0	2	0	0	0	0	0
2015	0	0	0	2	0	0	0	0	0
2016	0	0	0	1	0	0	0	0	0
2017	0	0	0	2	3	0	0	0	0

2018	0	0	0	1	1	0	1	0	1
2019	0	1	1	1	1	0	0	0	0
Сред.	0.2	0.55	0.3	3.9	1.1	0.9	0.1	0	0.1

Число случаев гололеда при различных формах облачности

Табл. 3.10 Случаи гололедных явлений при различных формах облачности, Санкт-Петербург, 2011-2019 года

Год	Форма Облаков								
	St	Fmb Ns	Sc	Frnb Ns	Cb cap	As op	Ac und	-	Sc As op
2011	1	4	0	0	0	0	0	0	0
2012	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2013	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2014	0	0	3	0	0	0	0	0	0
2015	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2016	3	0	0	1	0	0	0	0	0
2017	6	0	0	5	0	0	0	6	0
2018	0	0	1	0	0	0	0	0	0
2019	3	0	0	0	0	0	0	0	0
Сред.	1.4	0.4	0.4	0.7	0	0	0	0.7	0

Табл. 3.11 Случаи гололедных явлений при различных формах облачности, Шлиссельбург, 2011-2019 года

Год	Форма Облаков
-----	---------------

	St	Fmb Ns	Sc	Frnb Ns	Cb cap	As op	Ac und	-	Sc As op
2011	4	0	0	3	2	0	0	0	0
2012	3	0	0	1	0	0	0	0	0
2013	7	0	1	0	0	0	0	0	0
2014	3	0	2	0	0	1	2	0	0
2015	2	0	0	1	0	0	0	0	0
2016	3	0	0	3	0	0	0	0	0
2017	4	0	2	4	0	0	0	0	0
2018	4	0	0	0	0	0	0	0	0
2019	10	0	0	0	0	0	0	0	0
Сред.	4.4	0	0.56	1.3	0.2	0.1	0.2	0	0

Табл. 3.12 Случаи гололедных явлений при различных формах облачности, Любань, 2011-2019 года

Год	Форма Облаков								
	St	Fmb Ns	Sc	Frnb Ns	Cb cap	As op	Ac und	-	Sc As op
2011	3	0	1	0	0	23	0	0	0
2012	0	0	0	0	0	3	0	3	0
2013	4	0	2	0	1	3	0	3	1
2014	2	0	0	0	0	0	0	0	0
2015	1	0	0	0	0	1	0	0	0
2016	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2017	2	0	0	0	0	1	0	2	0
2018	4	0	0	0	0	0	0	0	0
2019	3	0	0	0	0	1	0	0	0
Сред.	2.2	0	0.3	0	0.1	3.56	0	0.9	0.1

Число случаев гололедных явлений при различных высотах нижней границы облачности

Табл. 3.13 Случаи гололедных явлений при различных высотах нижней границы облачности, Санкт-Петербург, 2011-2019 года

Год	Нижняя граница облачности									
	1000 901	900 801	800 701	700 601	600 501	500 401	400 301	300 201	200 101	100 и ниже
2011	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0
2012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2013	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2014	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0
2015	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2016	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0
2017	0	0	0	0	0	0	0	1	7	9
2018	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
2019	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0
Сред.	0	0	0	0	0	0.1	0.2	1.1	1.1	1

Табл. 3.14 Случаи гололедных явлений при различных высотах нижней границы облачности, Шлиссельбург, 2011-2019 года

Год	Нижняя граница облачности									

	1000 901	900 801	800 701	700 601	600 501	500 401	400 301	300 201	200 101	100 и ниже
2011	0	0	0	0	0	6	0	1	0	0
2012	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0
2013	0	0	0	0	1	0	0	7	0	0
2014	0	0	0	0	2	0	0	3	0	3
2015	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0
2016	0	0	0	0	0	0	0	5	1	0
2017	1	0	0	1	1	2	2	2	0	0
2018	0	0	0	0	0	0	2	1	1	0
2019	0	0	0	0	0	0	2	7	0	0
Сред.	0.1	0	0	0.1	0.4	1.1	1	3.1	0.2	0.3

Табл. 3.15 Случаи гололедных явлений при различных высотах нижней границы облачности, Любань, 2011-2019 года

Год	Нижняя граница облачности									
	1000 901	900 801	800 701	700 601	600 501	500 401	400 301	300 201	200 101	100 и ниже
2011	0	0	1	1	0	1	6	10	7	0
2012	0	0	0	0	0	0	2	1	1	3
2013	0	0	1	0	3	1	1	2	3	4

2014	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
2015	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
2016	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
2017	0	0	0	0	0	1	0	2	0	2
2018	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0
2019	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0
Сред.	0	0	0.2	0.1	0.3	0.3	1	2.4	1.9	1

Число случаев гололедных явлений при различной скорости ветра

Табл. 3.16 Случаи гололедных явлений при различной скорости ветра, Санкт-Петербург, 2011-2019 года

Год	Скорость ветра м/с						
	6м/с	5м/с	4м/с	3м/с	2м/с	1м/с	Штиль
2011	0	0	0	3	2	0	0
2012	0	0	0	0	0	0	0
2013	0	0	0	0	0	0	0
2014	0	0	0	0	3	0	0
2015	0	0	0	0	0	0	0
2016	0	0	0	1	0	3	0
2017	0	0	3	3	6	6	1
2018	0	0	0	0	1	0	0
2019	0	0	0	1	0	2	0
Сред.	0	0	0.3	0.9	1.3	1.2	0.1

Табл. 3.17 Случаи гололедных явлений при различной скорости ветра, Шлиссельбург, 2011-2019 года

Год	Скорость ветра м/с						
	6м/с	5м/с	4м/с	3м/с	2м/с	1м/с	Штиль
2011	0	1	1	1	4	2	0
2012	0	0	0	0	4	0	0
2013	0	0	0	1	5	2	0

2014	0	0	0	3	5	0	0
2015	0	0	0	2	1	0	0
2016	0	0	0	3	1	0	2
2017	0	0	1	3	6	0	0
2018	0	0	0	2	2	0	0
2019	0	0	0	3	7	0	0
Сред.	0	0.1	0.2	2	3.9	0.4	0.2

Табл. 3.18 Случаи гололедных явлений при различной скорости ветра, Любань, 2011-2019 года

Год	Скорость ветра м/с						
	6м/с	5м/с	4м/с	3м/с	2м/с	1м/с	Штиль
2011	0	1	4	6	13	3	0
2012	0	0	0	3	2	2	0
2013	0	0	0	2	9	4	0
2014	0	0	0	2	0	0	0
2015	0	0	0	2	0	0	0
2016	0	0	0	0	0	2	0
2017	0	0	1	1	1	2	0
2018	0	0	0	1	2	0	1
2019	0	0	0	2	2	0	0
Сред.	0	0.1	0.55	2.1	3.2	1.4	0.1

Число случаев гололедных явлений при различной зависимости от барической тенденции.

Табл. 3.19 Случаи гололедных явлений при различной зависимости от барической тенденции, Санкт-Петербург, 2011-2019 года

Год	Барическая тенденция		
	Положительная	Не изменилась	Отрицательная
2011	4	0	1
2012	0	0	0
2013	0	0	0

2014	1	1	1
2015	0	0	0
2016	1	0	3
2017	7	1	9
2018	1	0	0
2019	1	0	2
Сред.	1.7	0.2	1.8

Табл. 3.20 Случаи гололедных явлений при различной зависимости от барической тенденции, Шлиссельбург, 2011-2019 года

Год	Барическая тенденция		
	Положительная	Не изменилась	Отрицательная
2011	3	0	6
2012	0	0	4
2013	2	0	6
2014	4	1	3
2015	0	1	2
2016	0	1	5
2017	1	2	7
2018	1	0	3
2019	1	0	9
Сред.	1.3	0.55	5

Табл. 3.21 Случаи гололедных явлений при различной зависимости от барической тенденции, Любань, 2011-2019 года

Год	Барическая тенденция			
	Положительная	Не изменилась	Отрицательная	Нет Данных
2011	13	0	14	0
2012	0	0	3	4
2013	8	0	7	0
2014	0	0	2	0
2015	0	0	2	0
2016	0	0	1	0
2017	1	0	4	0
2018	3	0	1	0
2019	2	0	2	0
Сред.	3	0	4	0.4

3.2 Анализ статистики

Анализировать статистическую составляющую я собираюсь на основе статистики по России в целом, поскольку это даст нам ответ, при каких обстоятельствах на территории Ленинградской области гололедные явления образуются чаще. Благодаря процентному соотношения мы сможем увидеть, на какой критерий стоит чаще обращать свое внимание метеорологам для более точного прогноза. Стоит так же отметить, что

некоторые показатели по температуре не попали в таблицу, поскольку их происхождение несколько отличается от стандартного образования. В их роли большую составляющую сыграло несколько факторов: переохлажденные осадки в последний час наблюдений, которые повлияли на восприятие температуры, не взирая на положительное значение термометра. Это говорит о том, что ощущение температуры было отрицательное, т.е. показатель термометра был на отметке в +4 градуса, но по ощущениям было -2, что повлекло за собой образование очень тонкой корки льда, которая просуществовала менее 3-х часов, но всё же была зафиксирована синоптическим центром. Ко всему прочему, температура почвы в этот момент была отрицательная. Так же это подтверждает статистика, ссылаясь на то, что около 85% гололедных образований были зафиксированы при температуре, стремящийся к отрицательному значению. Следовательно оставшиеся примерно 15 – при положительной температуре, но с весомыми нюансами.

В среднем по статистике в России 14.4% гололедных явлений образуются при положительной температуре. В Ленинградской области это числе немного выше – 18.9% гололедных явлений образовались при положительной температуре. Это говорит об относительно «мягкой» зиме и изменчивой температуре. В следствии этого процент при положительной температуре несколько выше, нежели по России.

Немаловажным фактором при образовании гололедных явлений служит направление ветра. По статистике больше всего случаев образования при ветрах южный направлений (Ю, ЮВ, ЮЗ), это примерно 62% от общего количества случаев. По моим данным на территории Ленинградской области эта цифра составляет целых 74.7% от общего числа случаев, что на 12.7% больше, чем по России.

По статистике гололедные явления чаще всего образуются при слоистой облачности, по моим данным это не стало исключением. Так же стоит

отметить высокослоистые облака, они идут сразу после слоистой облачности. Из этого можно сделать вывод, что гололедные образования чаще всего образуются благодаря слоистой и высоко слоистой облачности.

Гололедные явления чаще всего образуются в диапазоне нижней границы облачности от 500 до 100м. Это значит, что при всех выше перечисленных замечках, нужно обращать внимание и на этот факт.

При прогнозе гололедных явлений стоит также уделить внимание скорости ветра. По статистике в России 69% гололедных явлений образовалось при ветре от 0 до 5 м/с, а 97% не превышая 10м/с. На мой взгляд эта статистка не особо точная, поскольку берется большой диапазон, в котором наблюдается данная статистика. По моим данным, чаще всего, образование гололедных явлений происходит при ветре 1-3м/с. В моей статистике это более 90% от всех случаев.

Чаще всего гололедные явления образуются при: дождь, ледяной дождь, мокрый снег, ледяные зерна, морось, туман.

Последнее, о чем я хочу поговорить, это про барическую тенденцию. Она получилась абсолютно разная для каждого города: в Санкт-Петербурге на протяжении 9 лет был баланс, с маленьким перевесом в сторону отрицательной тенденции, в Шлиссельбурге картина обстоит иначе, здесь получилось доминирование отрицательной тенденции, это говорит нам о южных потоках ветра. А вот в Любани наоборот преимущественно положительная.

Заключение.

В проделанной работе были рассмотрены виды и особенности образования гололедных явлений, методы борьбы и решения проблем обледенения, а также статистика, которая даёт более четкое понимание природы гололедных явлений.

Если более подробно то:

1. Рассмотрены все виды обледенений и их природа
2. Отмечены самые опасные из них, которые требуют более пристального внимания
3. Рассмотрены разнообразные виды решения гололедных проблем на территории Ленинградской области в зонах дорог и аэродромах.

Описаны физико-географические характеристики области, особенно в зимнее время, что даёт более четкое понимание географических особенностей области, на основе которых можно собирать статистику и сравнить её со статистикой по всей стране.

Собрана и проделана большая работа с статистическими данными, на основе которой были сделаны некоторые умозаключения и подмечены детали и особенности образования в Ленинградской области, а так же некоторые рекомендации.

Так же хочу подвести итог по борьбе с гололедными явлениями. Довольно хорошим и адекватным вариантом можно считать замену дорожного полотна, на полотно с подогревом, в городах с высоким шансом возникновения гололедицы, на дистанции это даст выгоду правительству и снизит риски аварий. Плюс ко всему это эффективнее, чем устаревающие методы плавки и фрикционные методы. Ещё есть «сосульки», которые в зимнее время свисают с карнизов крыш, очевидно, что это опасно для населения, а методы ликвидации оставляют желать лучшего: риск рабочих, которые на скользкой крыше находятся на опасном расстоянии от обрыва и порча имущества. Целесообразно изготавливать карниз, кончики и углы крыш из водоотталкивающих материалов, или с их примесью. Это так же на дистанции даёт выгоду, не нужны будут траты на ликвидацию гололеда кувалдой, снизит риск населения, а также порчи имущества.

Список литературы

1. Александрова А. Г. О вертикальной стратификации атмосферы при гололеде. Труды ГГО, вып. 75, 1957.
2. Бучинкий В. Е. Гололед и борьба с ним. Гидрометиздат, Л, 1960
3. Бялобжеский Г. В. Дорога и грозные явления природы. Изд. «транспорт» М, 1969
4. Davies D. Three-layer numerical forecasts of precipitation amount. Canadian meteorological memories. Toronto-Ontario, 1967
5. Веселов. Е. П, Рудаков Л. М. Методическое письмо – метеорологические условия образования и прогноз гололедицы
6. Инструкция по борьбе с гололедом на автомобильных дорогах. М «транспорт» 1975
7. <http://www.pogodaiklimat.ru/>
8. <https://rp5.ru/>
9. Технологическая и теоретическая литература ЦГМС Санкт-Петербург
10. <https://flymeteo.org/stat/iceglaze.php>
11. http://www.teh-stroy.ru/doc_ukovodstvo.php
12. <http://meteoweb.ru/phen026.php>
13. <http://ipl-lo.ru/fgbu-seu-fps-ipl-po-leningradskoj-oblaxarakteristika-subekta>
14. <http://www.infoeco.ru/index.php?id=1091>