НАТУРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ЛЕДЯНОГО ПОКРОВА НА НОВОСИБИРСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ

Научно-исследовательская работа

Выполнил

Ученик 6 класса

Гимназии № 11 г. Новосибирска

Фомичев Макар Игоревич

Руководитель

К.т.н., доцент Фомичева Няиля Николаевна

Новосибирск

2022

# Оглавление

[1. Аннотация 3](#_Toc110726200)

[2. Введение 3](#_Toc110726201)

[3. Теоретическая часть 3](#_Toc110726202)

[3.1. Ледовый режим рек и водохранилищ 3](#_Toc110726203)

[3.2. Опасные ледовые явления на водных объектах 3](#_Toc110726204)

[3.3. Мероприятия, обеспечивающие пропуск весеннего льда 4](#_Toc110726205)

[4. Программа натурных исследований 4](#_Toc110726206)

[4.1. Цели и задачи исследований 4](#_Toc110726207)

[4.2. Информация о Новосибирском водохранилище 5](#_Toc110726208)

[4.3. План выполнения поставленных задач 6](#_Toc110726209)

[5. Методика выполнения работ 6](#_Toc110726210)

[5.1. Объект исследований 6](#_Toc110726211)

[5.2. Методика измерений 6](#_Toc110726212)

[6. Результаты экспедиционных исследований 7](#_Toc110726213)

[6.1. Результаты наблюдений за метеоусловиями 7](#_Toc110726214)

[6.2. Результаты измерений толщины ледяного покрова и высоты снега на водохранилище 7](#_Toc110726215)

[7. Аназиз полученных результатов 8](#_Toc110726216)

[Выводы 8](#_Toc110726217)

[Литература 9](#_Toc110726218)

# 1. Аннотация

В представленной работе дана информация о выполнении натурных исследований ледового режима водохранилища.

Актуальность работы не вызывает сомнений, так как знание характеристик льда и ледовых процессов на реках и водохранилищах имеет большое значение для многих отраслей экономики страны, в частности, для гидроэнергетики. Вопросы, связанные со строительством гидроузлов, причалов, защитных дамб соприкасаются с проблемой воздействия льда на сооружения.

Новизна и значимость работы состоит в том, что в месте проведения экспедиционных исследований нет постоянного гидропоста и данные исследований могут быть использованы для прогноза ледового режима водохранилища. Также в представленной работе описана методика проведения исследований на Новосибирском водохранилище, приведены результаты измерений: нарастания толщины ледяного покрова; высоты снега на льду. Выполнен анализ полученных результатов и сделаны выводы.

# 2. Введение

Во многих районах России суровые климатические условия обуславливают наличие ледяного покрова на реках и водохранилищах. Образование и разрушение льда вызывают явления, которые могут привести к чрезвычайным ситуациям в жизни населенных пунктов. Для снижения риска возникновения опасных явлений необходимо планировать и выполнять ряд мероприятий, способствующих беспрепятственному прохождению льда. В основе таких мероприятий (снижение прочности льда; уменьшение размеров льдин и др.) лежат расчеты и прогнозы ледового режима. Для этого необходимо иметь систематические данные о формировании ледяного покрова и о влиянии на это явление метеорологических факторов

# 3. Теоретическая часть

## 3.1. Ледовый режим рек и водохранилищ

Ледовый режим водных объектов – это закономерность повторяющихся процессов возникновения, развития и разрушения ледяных образований [1]. Фазы ледового режима: замерзание, ледостав, вскрытие. Замерзание характеризуется образованием ледяного покрова. При этом наблюдаются такие явления как сало, внутриводный лед, донный лед, шуга. Ледостав – это наличие ледяного покрова по всей ширине реки или по всей площади водохранилища. Со временем идет процесс нарастания толщины льда. На толщину ледяного покрова оказывают влияние метеоусловия: температура воздуха, высота снега на льду, ветер, а также скорость течения воды. Вскрытие сопровождается разрушением ледяного покрова за счет притока тепла из атмосферы и подъема уровня воды в реке. Ледяные поля разламываются на льдины и начинается весенний ледоход. [1].

## 3.2. Опасные ледовые явления на водных объектах

К опасным относятся явления природы, мешающие хозяйственной деятельности человека, наносящие материальный ущерб [2]. Среди ледовых к опасным относятся: зажоры и заторы льда; раннее замерзание и позднее вскрытие; наледи; промерзание небольших рек; интенсивный ледоход, угрожающий воздействию на гидротехнические сооружения (рис.1).

В период осеннего ледохода русло может быть забито шугой и обломками льда – так формируется зажор, который сопровождается подъемом уровня. Зажоры образуются осенью.

Затор льда – это скопление льда во время ледохода, которое стесняет сечение и вызывает подъем уровня в месте скопления льда. Заторы образуются весной при вскрытии рек [2, 5].

а) б)

 Изображение выглядит как внешний, небо, снег, природа

Автоматически созданное описание

Рис.1 - Опасные гидрологические явления

а) затор; б) зажор

## 3.3. Мероприятия, обеспечивающие пропуск весеннего льда

Наша страна богата гидроресурсами, и они еще интенсивнее будут осваиваться в будущем. В развитии гидротехники важное место занимают низконапорные гидроузлы. При возведении таких сооружений площади затопляемых земель минимальны, а создаваемые ими водохранилища являются речными. Из этого следует, что необходимо пропускать лед через сооружения. Все мероприятия, обеспечивающие пропуск льда, могут быть технологическими или конструктивными [3]. Для успешного пропуска льда необходимо обеспечивать разлом ледяных полей, а значит надо знать прочность льда и его толщину.

# 4. Программа натурных исследований

## 4.1. Цели и задачи исследований

На режим работы водохранилища оказывает влияние состояние ледового режима. На гидрологических постах ведутся наблюдения за толщиной льда, снега и ледовыми явлениями.

Особенности ледового режима состоят в том, что его характеристики непрерывно изменяются; при этом не только в течение одного сезона, но и от года к году, от района к району. Такая изменчивость не позволяет получить единых зависимостей для прогнозирования параметров ледяного покрова. Поэтому, практически любые новые данные являются уникальными в своем роде, пополняют базу данных по характеристикам льда, а натурные исследования позволяют уточнять: прогнозы ледовых явлений; схемы пропуска льда; размеры проектируемых гидротехнических сооружений и решать вопросы, связанные с предотвращением образования заторов.

Учитывая вышеизложенное, цель натурных исследований состояла в получении данных по формированию ледяного покрова Новосибирского водохранилища.

В соответствии с поставленной целью задачи натурных исследований включали:

* изучение структуры ледяного покрова;
* изучение нарастания толщины ледяного покрова;
* изучение влияния высоты снега на льду на толщину льда;
* наблюдения за изменением метеоэлементов и их влиянием на толщину ледяного покрова.

## 4.2. Информация о Новосибирском водохранилище

Водохранилища – это искусственные водоемы, которые создаются для накопления необходимого количества воды и последующего ее использования [4]. Новосибирское водохранилище носит комплексное назначение. Оно создано на реке Обь на 21 км выше г. Новосибирска в результате строительства гидроузла. Новосибирский гидроузел удовлетворяет потребности водопользователей: водоснабжение, гидроэнергетику, водный транспорт, рыбное хозяйство, рекреацию, а также регулирует сток, задерживая воду в период половодья и тем самым защищает территории от затоплений.

В состав Новосибирского гидроузла входят: здание ГЭС, водосливная плотина, земляная плотина, судоходные сооружения. Для наблюдений за гидрологическими характеристиками устроены гидрологические посты: п.г.т. Ордынское; о. Дальний; с. Завьялово; с. Сосновка. Схема Новосибирского водохранилища приведена на рис. 2.

|  |  |
| --- | --- |
| а) |  |
| б) |  |

Рис. 2 – Схема Новосибирского водохранилища

## 4.3. План выполнения поставленных задач

В связи с поставленной целью и решением задач натурных исследований была составлена программа, которая включала в себя:

1. Измерения толщины ледяного покрова.
2. Измерения высоты снега на льду.
3. Измерения температуры воздуха и скорости ветра.
4. Наблюдения за атмосферой.

# 5. Методика выполнения работ

## 5.1. Объект исследований

Натурные экспедиционные исследования проводились на Новосибирском водохранилище в районе поселка Кирза Ордынского района Новосибирской области. Постоянный гидрологический пост в этом месте отсутствует. Исследования выполнялись в 20017, 2019, 2020,2021 и 2022 годах.

## 5.2. Методика измерений

Методика наблюдений за состоянием гидрологического режима в полевых условиях – это один из способов познания законов природы. Полевые исследования подразделяют на экспедиционные и стационарные. Мой пост в п. Кирза является временным на период экспедиционных исследований. Современная методология изучения ледовых явлений включает в себя наблюдения за толщиной ледяного покрова и высотой снега на льду [2]. Ледомерные съемки выполняются на участках протяжённостью 5–10 км. Число съемок не менее трех: в первые дни после установления ледостава; в середине зимы и за несколько дней до вскрытия. Наши измерения придерживались этих нормативных требований.

Изучение структуры ледяного покрова проводились путем обследования образцов, вырезанных из толщины льда бензопилой. Толщина льда определялась мерной лентой или рейкой путем погружения ее в лунки. Толщина снега также измерялась мерной лентой (рис. 3). Измерения температуры воздуха, воды выполнялись ртутным термометром, а скорость ветра – анемометром.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |
| а) подготовка лунки | б) измерение толщины льда | в) измерение высоты снега на льду |
| Рис.3 – Исследования ледяного покрова в период экспедиции зимой 2020–2021 гг. | | |

# 6. Результаты экспедиционных исследований

## 6.1. Результаты наблюдений за метеоусловиями

Некоторые результаты наблюдений за характером изменения метеорологических условий, выполненные в районе исследований приведены в табл. 1.

Таблица 1

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Объект | *t*воздуха, °C | *t*воды, °C | Скорость ветра, м/с |
| Наблюдений на море (на 05.03.2017 г.) | –5,8° | –0,1° | 5,0 |
| Остров, покрытый берёзовым лесом (на 05.03.2017 г.) | –6,6° | – | 2,7 |

## 6.2. Результаты измерений толщины ледяного покрова и высоты снега на водохранилище

Результаты измерений толщины ледяного покрова на исследуемом участке водохранилища приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты натурных измерений толщины льда и высоты снега на льду на Новосибирском водохранилище в 2020–2021 гг. (в районе посёлка Кирза)

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Дата  Показатели | 29.11.2020 | 06.12.2020 | 10.12.2020 | 01.01.2021 | 28.01.2021 | 06.03.2021 |
| *h*льда, см | 15,0 | 25,0 | 35,0 | 47,0 | 70,0 | 100,0 |
| *h*снега, см | 2,0 | 2,0 | 15,0 | 10÷20,0 | 10÷30,0 | 10÷50,0 |

Примечание: высота снежного покрова носит неустойчивый характер. Объясняется этот фактор наличием сильных ветров на большом открытой территории.

Графически полученные данные приведены на рис.3. Там же показаны результаты измерений, выполненные в 2017 году в том же пункте.



Рис.4 –- Графики изменений толщины ледяного покрова и высоты снега на льду   
на Новосибирском водохранилище

Продолжались исследования и в зимний период 2021–2022 гг. Полученные данные приведены на рис. 5. Значение толщины льда измерялось в нескольких точках. Например, на 20.01.22 было измерено 40 значений.



Рис. 5 – Нарастание толщины ледяного покрова на Новосибирском водохранилище   
зимой 2021–2022 гг.

# 7. Аназиз полученных результатов

Из приведенных графиков (рис. 4 и рис. 5) видно, что за зимний период идет нарастание толщины ледяного покрова. С увеличением суммы отрицательных температур воздуха увеличивается и толщина льда. То есть перед вскрытием толщина ледяного покрова имеет максимальные значения. Это следует учитывать при составлении прогнозов и выполнении расчетов воздействия льда на гидротехнические сооружения.

Анализ представленных материалов также показывает, что значения высоты снега имеют значительный разброс. Это объясняется тем, что водохранилище характеризуется большой открытой площадью, не защищенной от ветра.

# Выводы

1. Выполнены экспедиционные полевые исследования на Новосибирском водохранилище, охватывая период 2017–2022 гг.
2. Выполнены поставленные задачи: Измерение толщины ледяного покрова, высоты снега на льду, наблюдение метеоусловий.
3. Анализ результатов показал:
   * толщина ледяного покрова на Новосибирском водохранилище достигает 100 см;
   * высота снега на льду имеет значительный разброс и в некоторых местах составляет 50 см;
   * значительную неравномерность распределения снежного покрова;
   * интенсивность нарастания толщины льда в среднем за зимний период 2020–2021 гг. – 0,6 см. в сутки.
4. Результаты выполненных исследований могут быть использованы для составления прогнозов ледового режима водохранилища.

# Литература

1. Фомичева Н. Н. Гидрология и регулирование стока: учеб. Пособие /   
   Н.Н. Фомичева, А.А. Перфильев. – Новосибирск, 2013. – 309 с.
2. Опасные ледовые явления на реках и водохранилищах России. Москва, изд-во РГАУ-МСХА, 2015. – 347 с.
3. Фомичев Б.С. Пропуск льда через низконапорные гидроузлы в эксплуатационный период. – Новосибирск, 1985. – 20 с.
4. Михайлов В.Н. Гидрология: учебник / В.Н. Михайлов, А.Д. Добровольский,   
   С.А. Добролюбов. – М.: Высш. шк., 2005. – 463 с.
5. <http://www.yandex.ru/search> (дата обращения: 01.08.2022)