

16+

**Середовских Б.А.,  
Исыпов В.А.**

**ОРГАНИЗАЦИЯ  
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ  
РАБОТЫ В ОБЛАСТИ ИЗУЧЕНИЯ  
ПРИРОДНЫХ ОПАСНОСТЕЙ  
(РЕГИОНАЛЬНЫЙ КОМПОНЕНТ))**



**Учебно-методическое пособие**

Нижневартовск  
НВГУ  
2023

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
ФГБОУ ВО «Нижевартовский государственный университет»**

Середовских Б.А., Исыпов В.А.

**ОРГАНИЗАЦИЯ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ В  
ОБЛАСТИ ИЗУЧЕНИЯ ПРИРОДНЫХ ОПАСНОСТЕЙ  
(РЕГИОНАЛЬНЫЙ КОМПОНЕНТ)**

Учебно-методическое пособие

Нижевартовск  
Нижевартовский государственный университет

2023

УДК 001.89 : 502.5  
ББК 72.5+68.903  
С 32

16+

Печатается по решению  
Ученого совета ФГБОУ ВО «Нижевартовский государственный университет»  
протокол № 2 от 31 января 2023

Рецензенты:

канд. геогр. наук, доцент кафедры географии и экологии Институт наук о Земле ФГБОУ ВО  
«Тюменский государственный университет» *Э.А. Кузнецова*;  
канд. геогр. наук, доцент кафедры «Нефтегазовое дело»  
филиала ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет»  
в г. Нижневартовске *И.С. Аитов*

**Середовских Б.А., Исыпов В.А.**

**С 32** Организация научно-исследовательской работы в области изучения природных опасностей (региональный компонент): учебно-методическое пособие. Нижневартовск: Изд-во Нижневартовского гос. ун-та, 2023. 120 с.

**ISBN 978-5-00047-695-6**

Учебно-методическое пособие «Организация научно-исследовательской работы в области изучения природных опасностей (региональный компонент)» может использоваться при выполнении лабораторных и практических работ обучающимися по направлениям подготовки 21.03.02 Землеустройство и кадастры (профили «Управление земельными ресурсами», «Кадастровая деятельность»), 05.03.06 Экология и природопользование (профиль «Экология»), 44.03.01 «Педагогическое образование» (профиль «Безопасность жизнедеятельности») (квалификация «бакалавриат»), 44.04.01 «Педагогическое образование» (профиль «География», «Безопасность населения и территорий от ЧС») (квалификация «магистратура»), 05.04.03 Картография и геоинформатика (профиль «Картография»).

Издание содержит теоретический материал, вопросы и задания для самоконтроля, фонд исследовательских заданий, глоссарий, перечень литературы и источников для дополнительного изучения и самостоятельной работы. Существенным вкладом в работу является авторский иллюстративный материал, сопровождающий задания и дополняющий теоретические сведения.

*Работа выполнена в рамках гранта Российского научного фонда и Правительства ХМАО-Югры (проект 22-17-20011 – Оценка трансформации ландшафтов в условиях изменения климата на территории Ханты-Мансийского автономного округа-Югры) <https://rscf.ru/project/22-17-20011/>.*

**ББК 72.5+68.903**

ISBN 978-5-00047-695-6



9 785000 476956 >

© НВГУ, 2023

© Середовских Б.А., Исыпов В.А., 2023

## Содержание

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	5
<b>РАЗДЕЛ 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРИРОДНЫХ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ</b> .....	9
1.1. Понятие и классификация опасных природных явлений и чрезвычайных ситуаций природного характера .....	9
<i>Вопросы и задания для самоконтроля</i> .....	15
1.2. Особенности проявления опасных природных явлений в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре .....	16
<i>Вопросы и задания для самоконтроля</i> .....	29
1.3. Методика исследования природных чрезвычайных ситуаций .....	29
<i>Вопросы и задания для самоконтроля</i> .....	34
<b>РАЗДЕЛ 2. ОРГАНИЗАЦИЯ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ ПО ИЗУЧЕНИЮ ПРИРОДНЫХ ОПАСНОСТЕЙ</b> .....	35
2.1. Геолого-геоморфологические опасные природные явления .....	35
2.1.1. Основы геологических и геоморфологических исследований .....	39
2.1.2. Дешифрирование аэрокосмоснимков исследуемой территории .....	42
2.1.3. Картографирование основных элементов руслового анализа .....	44
<i>Задание 1. Определение морфометрических характеристик рельефа долины реки на основе данных ДЗЗ</i> .....	47
<i>Задание 2. Построение серии карт плановых русловых деформаций береговой линии рек ХМАО – Югры</i> .....	52
<i>Вопросы и задания для самоконтроля</i> .....	56
2.2. Метеорологические опасные природные явления .....	56
2.2.1. Основы метеорологических исследований .....	58
<i>Задание 3. Систематизация и картографирование опасных явлений погоды</i> .....	59
<i>Вопросы и задания для самоконтроля</i> .....	60
2.3. Гидрологические опасные природные явления .....	61
2.3.1. Основы гидрологических исследований .....	64
2.3.2. Расчет обеспеченности уровня высоких вод .....	67
2.3.3. Технология построения границы зоны затопления с помощью ГИС .....	69
<i>Задание 4. Предварительные камеральные работы</i> .....	76
<i>Задание 5. Построение границы зоны затопления по цифровой модели рельефа</i> ...	79
<i>Вопросы и задания для самоконтроля</i> .....	81
2.4. Пирогенные опасности .....	81
2.4.1. Основы пирологических исследований .....	81
<i>Задание 6. Оценка пожароопасности лесов для разных территорий ХМАО – Югры</i> .....	85
<i>Задание 7. Определение прямых и косвенных факторов пожароопасности</i> .....	87
<i>Задание 8. Расчет природной пожарной опасности в лесу</i> .....	89
<i>Вопросы и задания для самоконтроля</i> .....	92
<b>РАЗДЕЛ 3. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ</b> .....	93
Примерные варианты тем для создания исследовательских проектов .....	93
Глоссарий .....	94
Литература .....	98
Приложения .....	106

## ВВЕДЕНИЕ

Переход России на новый технологический уклад, связанный с цифровой экономикой, предъявляет повышенные требования к уровню профессиональной подготовки молодых специалистов. На рынке труда востребованными становятся молодые специалисты, профессионально владеющие информационно-коммуникационными технологиями, современными технологиями управления на проектной основе и способные оперативно включиться в производственный процесс. Все это накладывает отпечаток на процесс образования в высшей школе, становится необходимой трансформация содержания и методов обучения магистров и бакалавров.

Одной из основополагающих характеристик современного молодого специалиста является его способность к проективной деятельности, т.е. продуктивному свободному преобразованию реальности. Однако в высшей школе проектный подход к организации обучения студентов на сегодняшний день недостаточно развит, что является одной из причин низких темпов модернизации педагогической деятельности в системе высшего образования. Отсюда вытекает необходимость поиска таких форм и методов обучения студентов, которые бы позволили не только сформировать соответствующие навыки проектной деятельности, но и были бы практико-ориентированы, лично значимы для студента и способствовали более эффективному повышению его профессиональной подготовки.

Профессиональная подготовка студентов естественнонаучных и инженерных направлений согласно Федеральному государственному образовательному стандарту предусматривает участие студентов в научно-исследовательской деятельности [105]. Причем, согласно системно-деятельностного подхода, при выборе тематики научно-исследовательских работ упор должен делаться на актуальные для студентов проблемы, базирующиеся на местном краеведческом материале.

Одним из направлений данной деятельности является привлечение студентов к разработке и реализации прикладных научно-исследовательских проектов в рамках хоздоговорных и грантовых тем научно-исследовательской работы университета.

Проблема изучения и прогнозирования природных чрезвычайных ситуаций приобрела в настоящее время первостепенное значение, что связано с резким обострением экологической обстановки в нашем регионе, это происходит на фоне деградации окружающей среды. В последнее время заметно возросли повторяемость и масштабы природных и антропогенных катастроф. Природные катастрофы сопровождаются крупными материальными и социальными потерями. Анализ этих потерь показал, что природные катастрофы оказывают существенное влияние на социально-экономическое развитие и являются одним из важнейших факторов, определяющих устойчивое развитие регионов.

Проблемами прогнозирования природных чрезвычайных ситуаций и уменьшения негативных последствий от них занимаются различные организации, например, Росгидромет, МЧС, Институт Геоэкологии РАН и т. д. Следует отметить, что ряд природных

чрезвычайных ситуаций можно предсказать, а некоторым и успешно противостоять, что требует глубоких знаний причин возникновения природных чрезвычайных ситуаций и их проявления. Большое значение имеет обучение населения правилам поведения в таких ситуациях, а также подготовка специальных кадров в области безопасности жизнедеятельности.

Защита населения от различного рода опасностей является одной из актуальных государственных задач, которая обусловлена сегодня все более частным проявлением опасных природных процессов, как в глобальных масштабах, так и на местном уровне (угроза потепления климата, экстремальные холодные зимы, стихийные бедствия). Перед лицом природной стихии наиболее уязвимыми становятся люди, не обладающие элементарными знаниями и умениями по обеспечению личной безопасности и безопасности окружающих. Этим обуславливается потребность современного общества – видеть личность, способную к ответственности в принятии решений в опасных (экстремальных и чрезвычайных) жизненных ситуациях [39]. В связи с этим, постоянная работа по обучению обучающихся действиям при возникновении и проявлении природных чрезвычайных ситуаций является актуальной и востребованной.

Среди этих задач мы выделяем следующие, направленные на усвоение комплексного знания о природных опасностях и формирование у обучающихся:

- знаний о Земле как крупнейшем природном комплексе, где под влиянием эндогенных и экзогенных процессов Земли непрерывно протекают природные явления, которые могут представлять опасность для существования различных систем (природных, техногенных, социальных);

- представлений об особенностях природных условий в местах проживания и представлений об опасных природных явлениях своей местности как составной части природного комплекса Земли;

- общих и единичных понятий о чрезвычайной ситуации природного происхождения (геологического, метеорологического, гидрологического и биологического);

- о классификации ЧС природного характера, их последствиях и влиянии на безопасность жизнедеятельности человека;

- умений описывать наиболее вероятные опасные природные явления в местах проживания, их возможные последствия и меры, которые следует предусмотреть в целях обеспечения личной защиты от неблагоприятных и опасных явлений, от ЧС природного происхождения;

- способности использовать приобретенные знания и умения в практической деятельности и повседневной жизни для предвидения возникновения опасных природных явлений по метеопрогнозам и местным признакам, принятия своевременных мер предосторожности.

На наш взгляд, в основе комплексного знания лежат эмпирические, теоретические и методологические знания, представляющие собой целостную систему знаний о природных опасностях, складывающуюся из определенных элементов.

Исходя из специфики содержания рассматриваемых знаний и логики их усвоения, мы выделяем четыре взаимосвязанные группы знаний, которые одновременно являются и этапами их усвоения:

1) эмпирические и теоретические знания о происхождении опасных природных явлений: причины и природа происхождения, классификаций (по причинам происхождения, по масштабам, по мощности и т. д.); знание исторических фактов проявления опасностей по территории страны и планеты, типов и видов опасностей;

2) теоретические мировоззренческие знания о целостности мира, последствиях природных опасностей, оценивание их с точки зрения опасностей для жизни, рисков, повреждений и нарушений функционирования природных и социальных систем;

3) практико-ориентированные знания мер по уменьшению потерь от природных опасностей, знания о заблаговременных предупредительных мероприятиях и оперативных предупредительных мероприятиях со стороны различных служб, а также методологические знания о научных методах познания опасных природных явлений, методов наблюдения за ними, позволяющих оценить и спрогнозировать опасность, провести заблаговременно предупредительные мероприятия;

4) знания методологического характера о способах деятельности – правилах безопасного поведения при возникновении и проявлении опасного природного явления – и знания о самих действиях (умениях) – знание алгоритма безопасного поведения в ЧС природного характера.

Все представленные компоненты находятся во взаимосвязи, определяя целостную систему знаний (эмпирических, теоретических и методологических) о природных (в т.ч. опасных) явлениях, которая имеет свою логику раскрытия сущности каждого опасного природного явления.

Учебно-методическое пособие «Организация научно-исследовательской работы в области изучения природных опасностей (региональный компонент)» нацелено на системное изучение студентами основных природных опасностей, характерных для территории ХМАО – Югры. Учебно-методическое пособие построено по блочно-модульному принципу. Каждый блок (раздел) содержит информацию по теоретическому материалу, задания для практических занятий, вопросы для самоконтроля, темы для разработки исследовательских проектов. Дополнительный материал, приведенный в приложении, а также обширный список источников будет полезен при изучении дисциплины.

Учебно-методическое пособие предназначено для обучающихся высших образовательных учреждений, для закрепления пройденного материала, формирования и закрепления навыков работы с геоинформационными системами, выполнения геопространственного анализа данных, составления тематических картографических произведений с помощью ГИС, создания исследовательских проектов. В нем содержатся краткие теоретические сведения по основополагающим вопросам природных опасных явлений, а также представлены алгоритмы работы и изложены основные этапы создания исследовательских проектов, разработан комплекс заданий для практических работ. Учебно-

методическое пособие содержит глоссарий, перечень литературы и источников для дополнительного изучения и самостоятельной работы обучающихся. Для закрепления практических навыков, после каждой работы представлен перечень вопросов и заданий для самоконтроля. Издание содержит подробный иллюстративный авторский материал, дополняющий теоретические материалы и наглядно демонстрирующий возможные результаты выполнения исследовательских работ. Пособие может учитываться преподавателями для разработки заданий с применением методов геоинформационного картографирования. Изложенные алгоритмы выполнения исследовательских и проектных работ могут быть полезны обучающимся высших образовательных учреждений при подготовке картографического материала для курсовых, выпускных квалификационных, научно-исследовательских и других работ.



# РАЗДЕЛ 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРИРОДНЫХ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

## 1.1. ПОНЯТИЕ ОПАСНЫХ ПРИРОДНЫХ ЯВЛЕНИЙ

В соответствии с Федеральным законом «О гидрометеорологической службе» [2]: **«опасное природное явление (ОПЯ)** – гидрометеорологическое или гелиогеофизическое явление, которое по интенсивности развития, продолжительности или моменту возникновения может представлять угрозу жизни или здоровью граждан, а также может наносить значительный материальный ущерб».

Под **неблагоприятным природным явлением** понимается стихийное событие природного происхождения, вызывающее сравнительно небольшие негативные последствия для жизнедеятельности людей и экономики.

**Природная чрезвычайная ситуация** – обстановка на определенной территории или акватории, сложившаяся в результате источника чрезвычайной ситуации, которая может повлечь или повлекла за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей и (или) окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

**Стихийным бедствием** называется разрушительное или природно-антропогенное явление, или процесс значительного масштаба, в результате которого возникла угроза жизни и здоровью людей, могут произойти разрушения или уничтожение материальных ценностей и компонентов окружающей природной среды. Стихийные бедствия – основной источник чрезвычайных ситуаций природного характера, возникающих достаточно часто и имеющих значительный масштаб.

Основным признаком, который разграничивает стихийное бедствие и менее значительные несчастные случаи, вызванные природными силами, является величина ущерба или потерь. Определение этой величины важно для организации защиты от природных опасностей. Стихийное бедствие считается таким событием, разрушительное действие которого парализует повседневную хозяйственную деятельность одного или многих населенных пунктов и не может быть преодолено усилиями местного населения без внешней (посторонней) помощи.

**Стихийные бедствия** – это опасные явления или процессы геофизического, геологического, гидрологического, атмосферного и другого происхождения таких масштабов, которые вызывают катастрофические ситуации, характеризующиеся внезапным нарушением жизнедеятельности населения, разрушением и уничтожением материальных ценностей, поражением и гибелью людей.

**Природная катастрофа** – стихийное бедствие особо крупных масштабов и с наиболее тяжелыми последствиями, сопровождающееся необратимыми изменениями ландшафта и других компонентов окружающей природной среды. Такие события являются редкими, но наиболее разрушительными. Большинство неблагоприятных явлений или процессов

инициируют возникновение чрезвычайных ситуаций природного характера различных масштабов и служат их источниками.

В Федеральном законе «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» № 68-ФЗ от 21.12.94 г. (ст. 1) чрезвычайная ситуация определяется как обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушения условий жизнедеятельности людей [1].

Все природные опасности подчиняются некоторым общим закономерностям:

- для каждого вида опасностей характерна определенная пространственная приуроченность;
- установлено, что чем больше интенсивность (мощность) опасного явления, тем реже оно случается;
- каждому виду опасностей предшествуют некоторые специфические признаки;
- при всей неожиданности природной опасности ее проявление можно предсказать;
- во многих случаях могут быть предприняты пассивные и активные защитные мероприятия от природных опасностей.

Антропогенное влияние играет огромную роль на проявление природных опасностей. Известны многочисленные факты нарушения равновесия в природной среде в результате деятельности человека, приводящие к усилению опасных воздействий. Так, согласно международной статистике, происхождение около 80% современных оползней связаны с деятельностью человека. В результате вырубок леса возрастает активность селей, увеличивается паводковый расход. В настоящее время масштабы использования природных ресурсов существенно возросли. Это привело к тому, что стали ощутимо проявляться черты глобального экологического кризиса.

Между природными опасностями существует взаимная связь. Одно явление может послужить причиной, спусковым механизмом последующих.

Предпосылкой успешной защиты от природных опасностей является изучение их причин и механизмов. Зная сущность процессов, можно их предсказывать. А своевременный и точный прогноз опасных явлений является наиважнейшей предпосылкой эффективной защиты.

Безопасность общества и техносферы обеспечивается только при достижении определенного уровня риска. При этом нулевого риска не существует, в любом случае существуют природные опасности, создающие риск. Несомненно, они определяются и морфометрическими, и морфологическими, и морфодинамическими характеристиками, но в основе оценки этих свойств следует исходить из безопасности проживания населения. Вероятность проявления в определенный период времени потенциально опасного природного процесса или явления оценивается с помощью риска, что позволяет выявить ожидаемый социально-экономический ущерб. В настоящее время наиболее

распространенной является оценка, выраженная в количестве погибших и раненых, стоимости личной собственности и объектов хозяйственно-экономической деятельности.

### **Классификация природных чрезвычайных ситуаций**

Существуют множество классификаций неблагоприятных и опасных природных явлений, и процессов. В законодательстве по источнику и масштабу воздействия опасности выделяются следующие виды природных чрезвычайных ситуаций [3]:

– во-первых, это опасные природные явления, к которым относятся события природного происхождения или результаты деятельности природных процессов, по своей интенсивности, масштабу распространения и продолжительности действия, могущие вызвать поражающее воздействие на объекты гражданской защиты;

– во-вторых, это стихийные бедствия, т. е. разрушительные природные и (или) природно-антропогенные явления или процессы значительного масштаба, в результате которых могут возникать или возникают угрозы объектам гражданской защиты. Такие явления имеют место в случаях воздействия атмосферных факторов, огня, изменений в земной коре, повышения или понижения уровня воды;

– в-третьих, это природно-техногенные катастрофы, представляющие собой разрушительный процесс, развивающийся в результате нарушения нормального взаимодействия технологических объектов с компонентами природной среды и приводящий к разрушению объектов гражданской защиты, в т. ч. к смерти людей.

Опасные явления могут быть классифицированы следующим образом:

- по генезису (происхождению);
- по площади проявления (контуру влияния);
- по масштабу проявления;
- по продолжительности;
- по характеру воздействия;
- по тяжести последствий и др. (рис. 1.1).

#### **1) Классификация опасных природных явлений по генезису (происхождению)**

По происхождению опасные природные явления разделяются на:

- Геолого-геоморфологические.
- Климатические (атмосферные).
- Гидрологические и гидрогеологические
- Биогеохимические.
- Биологические.
- Космогенные.
- Метеогенно-биогенные (пирогенного характера)

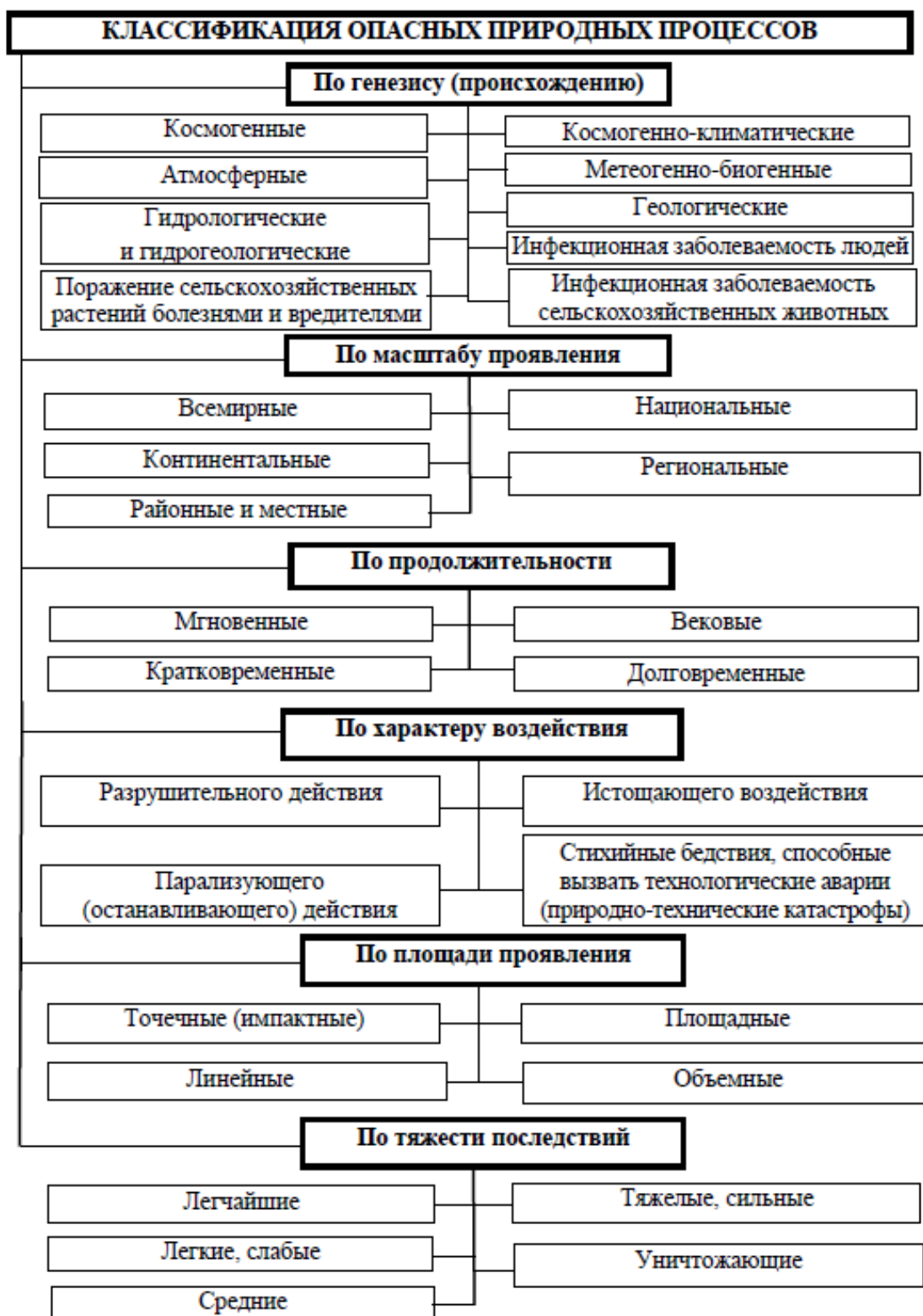


Рис. 1.1. Современная классификация опасных природных явлений (по М.В. Бедило) [76]

1. К геолого-геоморфологическим опасным природным явлениям относятся: землетрясения, цунами, вулканические извержения, обвалы, камнепады, оползни, сели, водоснежные потоки, лавины, обрушения и подвижки ледников, эрозия почв, переформирование русел рек, оползание грунта (снега) на склонах, просадки при пльвунах на карсте. Данные явления можно подразделить на две группы: эндогенного и экзогенного происхождения.

### ***1.1. Эндогенные опасные природные процессы:***

- тектонические (длительные колебания уровня Мирового океана, извержение вулканов, землетрясения, горные удары, разжижение грунта);
- геофизические (геопатогенные, радиогенные) и геохимические (ареолы месторождений).

### ***1.2. Экзогенные опасные природные процессы:***

- выветривание;
- склоновые процессы (обвалы, камнепады, осыпи, курумы, оползни, сели, лавины, пульсирующие ледники, плоскостной склоновый смыв, крип, солифлюкция, дефлюкция, просадка лессовых пород, эрозия склонов, эрозия речных берегов); завальные и ледниковые наводнения;
- ветровая эрозия почв (пыльные бури).

**2. Климатические (атмосферные) опасные явления** – это ураганы, тайфуны, смерчи, шквалы, грозы, градобития, морские штормы, экстремальные температуры воздуха, ливни, снегопады, метели, гололед, изморозь, обледенение, засухи, суховеи, пыльные бури, резкие скачки атмосферного давления, температуры и влажности. Они подразделяются на следующие группы:

#### ***2.1. Метеогенные воздействия:***

- атмосферные фронты, циклоны, антициклоны, пассаты, муссоны, западные ветры и вихри, порождающие ОПП следующего типа:
- бури, штормы, ураганы, тромбы (торнадо), смерчи, шквалы, местные ветры, затяжные и интенсивные ливни, грозы, град, туманы.

#### ***2.2. Опасные природные явления в атмосфере зимнего времени:***

- сильный снегопад, метель;
- ледовые явления: гололед, гололедица, мороз, обледенение.

#### ***2.3. Опасные природные явления в атмосфере летнего времени:***

- жара, засухи, суховеи.

### **3. Гидрологические и гидрогеологические ОПП.**

#### ***3.1. Гидрологические опасности во внутренних водоемах:***

- наводнения (половодья и паводки).

#### ***3.2. Ледовые опасные явления:***

- зажоры, заторы, наледи, подземные льды, ранние прибрежные льды, сплошной ледяной покров в портах, оледенение судов и портовых сооружений, морские и горные льды.

#### ***3.3. Ветровые гидрологические воздействия:***

- тайфуны, сильные волнения на море, ветровой нагон, волновая абразия берегов морей и океанов.

#### ***3.4. Подземные воды и их воздействие:***

- колебания уровня грунтовых вод, колебания уровня вод закрытых водоемов, карст, суффозия.

#### ***3.5. Криогенные опасные явления.***

– наледи на склонах, мерзлотные деформации грунта, термокарст, термоэрозия.

**4. Биогеохимические опасные явления** – это выбросы опасных газов из водоемов (озер, болот) и др.

**5. Опасные природные явления, имеющие биологическую природу**, – это массовое размножение сельскохозяйственных вредителей, болезни растений и домашних животных, эпидемии среди животных и людей, нападения на территории и акватории привнесенных видов, нападения кровососущих, хищных и ядовитых животных, биопомехи транспорту, управляющим и распределяющим системам.

**6. Космогенные опасные природные явления.** Угрозу для человечества представляют опасности космогенного характера и возможность столкновения небесных тел с Землей. К космогенным опасностям относятся – солнечная активность и космическая погода. Изменения в солнечной атмосфере, включая вспышки и выбросы заряженных частиц из солнечной короны и их взаимодействие с магнитосферой и верхними слоями атмосферы Земли создают опасности и приводят к ЧС на Земле.

– гелиомагнитные (корпускулярные и электромагнитные);

– вещественные и импактные (метеорные потоки, ударное, ударновзрывное и взрывное кратерирование);

– гравитационные.

– климатические циклы;

– длительные колебания уровня Мирового океана (тектонические и гляциоизостатические);

– современное потепление климата.

**7. Метеогенно-биогенные опасные природные явления:**

- природные пожары (степные, лесные, подземные).

## **2) Классификация опасных природных явлений по площади проявления (контуру влияния)**

По площади проявления ОПЯ подразделяются на:

1. точечные (импактные),
2. линейные (овраги, оползни, сели, лавины),
3. площадные (землетрясения, вулканы, наводнения),
4. объемные (магнитные бури, атмосферные явления).

## **3) Классификация опасных природных явлений по масштабу проявления**

По масштабу проявления ОПЯ бывают:

всемирные;

континентальные;

национальные;

региональные;

районные и местные.

#### **4) Классификация опасных природных явлений по времени (продолжительности)**

По времени действия ОПЯ подразделяются на:

мгновенные (секунды, минуты) – импактные, землетрясения;

кратковременные (часы, дни) – шквалы, атмосферные явления, паводки;

долговременные (месяцы, годы) – космогенные, климатические;

вековые (десятки, сотни лет) – климатические, эвстатические, космогенные.

#### **5) Классификация опасных природных явлений по характеру воздействия**

По характеру воздействия ОПЯ подразделяются на:

– оказывающие преимущественно разрушительное действие (ураганы, тайфуны, смерчи, землетрясения, нашествие насекомых (саранчи и др.);

– оказывающие преимущественно парализующее (останавливающие) действие для движения транспорта (снегопад, ливень с затоплением, гололед, гроза, туман);

– оказывающие истощающее воздействие (снижают урожай, плодородие почв, запас воды и других природных ресурсов);

– стихийные бедствия, способные вызвать технологические аварии (природно-технические катастрофы) (молнии, гололед, обледенение, биохимическая коррозия и др.).

Поражающие факторы источников природных чрезвычайных ситуаций, характер их действий и проявлений приведены в Приложении 1.

Критерии информации о чрезвычайных ситуациях природного характера согласно Приказу МЧС России от 5 июля 2021 г. № 429 [6] приведены в Приложении 2.

Оценка повторяемости природных опасных явлений разной степени тяжести позволяет районировать территорию страны или региона по риску возникновения того или иного природного явления.

#### **Вопросы и задания для самоконтроля**

1. Что такое природный процесс и природное явление и чем отличаются друг от друга данные понятия?
2. Какие общие закономерности присущи для природных бедствий?
3. Каковы причины роста масштабов природных катастроф в мире?
4. Какие виды природных ЧС распространены в Западно-Сибирском регионе?
5. Какова связь между стихийными бедствиями, техногенными и экологическими катастрофами?
6. По каким признакам можно построить классификационные структуры по ОПЯ?
7. Как ранжируют ОПЯ по состоянию опасности для населения и окружающей среды?
8. В чём достоинство классификации ОПЯ по генезису?
9. Какая известна классификация ОПЯ по масштабу возможных последствий чрезвычайных ситуаций?
10. Какие вы знаете источники чрезвычайных ситуаций природного характера?

11. Каковы сущность и практическое значение классификации ОПЯ по поражающим факторам источников природных чрезвычайных ситуаций, характеру их действий и проявления?

## **1.2. ОСОБЕННОСТИ ПРОЯВЛЕНИЯ ОПАСНЫХ ПРИРОДНЫХ ЯВЛЕНИЙ В ХАНТЫ-МАНСИЙСКОМ АВТОНОМНОМ ОКРУГЕ – ЮГРЕ**

Опасности на территории ХМАО – Югры можно разделить на несколько групп:

- 1) Опасные экзогенные геологические процессы;
- 2) Опасные гидрологические процессы;
- 3) Опасные явления погоды (далее по тексту – ОЯП);
- 4) Пирогенные опасности.

### ***Опасные экзогенные геологические процессы***

На территории Ханты-Мансийского автономного округа развиваются процессы подтопления, овражной эрозии, гравитационные процессы (оползни, осыпи, обвалы), криогенные процессы (пучение, термокарст, солифлюкция) и суффозионный процесс.

Наиболее распространены опасности, обусловленные развитием мерзлотных процессов. К таким опасностям относят процессы проседания и вспучивания грунтов (термокарст, бугры пучения), скольжение оттаявшего слоя по мерзлоте (солифлюкция). Также, несмотря на низменный характер рельефа, значительно распространены опасности склоновых гравитационных процессов. К ним относятся обвалы. Такие процессы зависят от морфологии рельефа и литологического состава грунтов.

Распространение и развитие экзогенных геологических процессов на территории Ханты-Мансийского автономного округа – Югры определяются факторами природного и природно-техногенного характера. Развитие экзогенных процессов на территории данного региона прежде всего зависит от расположения территории в высоких или умеренных широтах с отчетливо выраженной климатической зональностью, а также от ландшафтной принадлежности (придолинные комплексы или водораздельные пространства). Генетические типы и активность процессов определяются здесь совокупностью специфических климатических, ландшафтно-геоморфологических, гидрогеологических, геокриологических и геологических условий [46].

В результате на территории ХМАО получили наиболее широкое развитие пять комплексов опасных экзогенных геологических процессов природно-техногенного характера (табл. 1.1).



**Сведения о развитии экзогенных геологических процессов на территории Ханты-Мансийского автономного округа – Югры (по С.Н. Елохиной) [46]**

№ п/п	Вид ЭГП	Места проявления ЭГП
1	Карстово-суффозионный	В пределах ХМАО процессы карстообразования не опасны, за исключением отдельных участков в Березовском районе, где предполагается активность кремнистого карста на границе с Уральским складчатым сооружением
2	Эрозионный – овражная эрозия	На территории ХМАО-Югра процесс развивается по периферии Средне-Сосьвинской, Люлинворской возвышенностей, Верхне-Вольинских Увалов и Аганского Увала, Белогорского Материка, Самаровского останца, на Приполярном Урале. Глубина эрозионного расчленения рельефа здесь до 30–50 м, максимальная скорость развития оврагов до 10 м/год.
3	Гравитационный комплекс	На территории ХМАО-Югра оползневые деформации наблюдаются по периферии возвышенностей и на правобережных склонах рек Обь и Иртыш. Сохраняется опасность проявления процессов в г. Ханты-Мансийске в пределах Самаровского останца.
4	Выветривание	Процесс выветривания активно проявляется в северной части территории ХМАО. Интенсивность и глубину его развития определяет наличие многолетнемерзлых пород. Активность физического выветривания возрастает с юга на север в связи с увеличением амплитуды колебаний суточных температур. Особенно интенсивное проявление процессов наблюдается на обнаженных склонах южной экспозиции. Повышенное содержание пылеватых частиц и значительная переувлажненность деятельного слоя являются причиной проявления тиксотропных свойств грунтами, образуются «солифлюкционные потоки» под действием динамических нагрузок.
5	Криогенный комплекс (морозное пучение, солифлюкция, термокарст, термоэрозия, термоабразия)	Площадная пораженность территории процессами криогенеза наблюдается в зоне развития островной мерзлоты. На территории ХМАО-Югра термокарстовые явления свойственны террасам Оби, Иртыша и их притокам. Формы проявления термокарста: ложбины стока, воронки, западины, озера. Широко развиты термоэрозионные и термоабразионные процессы, связанные с разрушением многолетнемерзлых пород, а также поверхностными водотоками в теплый период года. Солифлюкция проявляется в пределах возвышенностей, на склонах оврагов, процессы активизируются в весенний период. Пучение грунтов в пределах округа распространено в северных районах, приводит к образованию многолетних бугров пучения различного размера и происхождения. Сложены они сильно льдонасыщенным грунтом. Развиты на всех геоморфологических уровнях (кроме поймы и предгорьев Урала)

На территории округа оползни, осыпи, обвалы широко распространены в районах контрастного расчлененного рельефа – на Приполярном Урале, по периферии возвышенностей: Средне-Сосьвинской, Люлимвор, Белогорский материк, Верхне-Вольинские Увалы и Аганский Увал, Самаровский останец.

В долине р. Обь оползневой процесс развит в местах современной боковой эрозии Белогорского Материка, а также по уступу II надпойменной террасы. Гравитационные процессы также широко развиты в долине р. Иртыш (рис. 1.2, 1.3).



**Рис. 1.2. Оползневый склон Самаровского останца над скульптурной группой «Мамонты» на Ханты-Мансийском участке, ХМАО-Югра, 2022 г.**



**Рис. 1.3. Оползневой склон у подножия Стелы «Первооткрывателям земли Югорской» (Ханты-Мансийский участок, ХМАО-Югра, 2018 г.)**

Развитие термокарстового процесса отмечается на террасах рек Обь, Иртыш и их притоках. Формы проявления термокарста на территории округа многообразны: ложбины стока, воронки, западины, озера. На правобережье р. Обь для I надпойменной террасы характерен грядово-мочажинный микрорельеф торфяников. Для ландшафта I надпойменной террасы левобережья р. Иртыш характерны формы рельефа, обусловленные термоабразией.

В пределах округа широко распространен процесс криогенного пучения. Процесс криогенного пучения приводит к образованию многолетних бугров пучения различного размера и происхождения. Бугры пучения развиты в пределах всех геоморфологических уровней (кроме поймы и предгорьев Урала), но особенно часто они встречаются на уровнях I, II, III и IV надпойменных террасах. Невысокие бугры пучения (1,5–2,5 м) и бугристые торфяники встречаются почти повсеместно [50]. На территории г. Ханты-Мансийск в

пределах Самаровского останца отмечены неоднократные случаи негативного воздействия процесса солифлюкции на жилые дома и дворовые постройки. Также в пределах г. Ханты-Мансийск отмечаются проявления суффозионного процесса. Активное развитие суффозионного процесса отмечено в городах Нижневартовске, Сургуте и Нефтеюганске [54].

Процессу овражной эрозии подвергаются возвышенные участки рельефа, особенно в местах их сочленения с поймами крупных рек. Большое количество эрозионных проявлений (оврагов и логов) формируется на склонах возвышенностей Средне-Сосьвинской, Люлимвор, Белогорский Материк, Самаровский останец, Верхне-Вольинские Увалы, Сибирские Увалы и Аганский Увал.

Оврагообразование развито на участках искусственных выемок, водоотводных канав и других объектов, возведенных с нарушением технических правил строительства в рыхлых, особенно пылеватых и лессовидных породах. Образование промоин, вынос размытых пород на пути происходят на тех выемках, где не были запроектированы водоотводные каналы (рис. 1.4).



**Рис. 1.4. Активизация оврагообразования на Ямкинском участке р. Конды (ХМАО-Югра, 2023 г.)**

Наиболее интенсивно этот процесс протекает в периоды ливневых осадков, когда в устьевых частях оврагов образуются гравийно-галечные конусы выноса. Сплошная залесенность территории и неглубокое залегание прочных докайнозойских пород препятствуют росту оврагов, в связи с чем в них преобладает боковая эрозия.

Оврагообразование и развитие существующей овражной сети представляют большую угрозу для культурных угодий и поселений, а также дорожных и прочих сооружений. Если не принять мер против развития оврагов, то они могут подойти к земляному полотну и вызвать его разрушение. Процесс оврагообразования прямым образом связывается с так называемой донной эрозией, проявляющейся в данном случае в непрерывном размыве текучей водой дна оврага. Главным фактором активного оврагообразования является неумелое хозяйственное использование территорий.

Современная застройка г. Ханты-Мансийска подвержена продолжающим активно развиваться процессам суффозии, овраго- и оползнеобразования в районе Самаровского

останца. Установлено, что на территории «Самаровского» останца площадью 20 км<sup>2</sup> количество оврагов составляет более 40. Развитию суффозии на территории города Ханты-Мансийска способствуют легкоразмываемые аллювиальные отложения надпойменных террас р. Иртыш, на которых построен город, и ливневые осадки. Образование провалов на застроенной территории обусловлено комплексом факторов, среди которых основным является техногенный (нерациональная планировка территорий для отвода поверхностного стока, износ и утечки из водонесущих коммуникаций) (рис. 1.5).



**Рис. 1.5. Размыв тротуара на спуске от скульптурной группы «Мамонты» (г. Ханты-Мансийск, ХМАО-Югра, 2018 г.)**

Ведущую роль в развитии экзогенных процессов рельефообразования играет климат. Важными факторами в развитии эрозионных процессов для данной территории являются: температура воздуха, годовое количество осадков, ветровой режим. На территории округа зафиксированы резкие колебания температуры даже в течение суток. И в летний и в зимний период, выпадает огромное количество осадков. Зимой характерна минусовая температура, и большое количество снежного покрова, который при весеннем таянии влияет на режим экзогенного образования. Ветровой режим также играет значительную роль, наиболее ярко ветровая эрозия проявляется в субширотной долине Оби и широтной долины притока Ваха.

### ***Опасные гидрологические процессы***

На территории ХМАО-Югры наиболее опасными гидрологическими процессами, приводящими к нарушению жизнедеятельности человека, являются затопление и подтопление прибрежных территорий при прохождении весеннего паводка; сопутствующие им эрозионные процессы (береговая, овражная эрозия).

Опасности, которые происходят под действием поверхностных вод, можно разделить на те, которые происходят под действием временных водотоков и те, которые происходят под действием постоянных водотоков. Водная эрозия представляет собой сложный процесс, связанный с образованием и развитием отрицательных линейных форм рельефа под действием временных русловых потоков ливневых и талых вод. Эрозия развивается на естественных или антропогенно измененных склоновых водосборах по долинам рек или



склонам балок. Образование такой эрозии представляет огромную опасность в районах распространения многолетнемерзлых пород. Это связано со значительной скоростью роста эрозионных форм (до 10-20 м/год), это объясняется протаиванием грунтов и потерей сопротивления к размыву, особенно при значительной антропогенной нагрузке. Разрушительная способность водного потока зависит от массы движущейся воды и ее скорости.

Русловые процессы происходят при взаимодействии постоянных водных потоков с берегами и дном рек и перемещении наносов. Их результатом являются размывы, намывы берегов, изменение берегов и отметок дна, смещение вниз по течению аккумулятивных форм рельефа. Сочетания этих процессов получило название – русловые деформации [108]. Размыв берегов рек приводит к потере сельскохозяйственных земель, лесных угодий, потере рекреационных зон, разрушению дорог и строений и т. д. (рис. 1.6).



**Рис. 1.6. Деформация береговой линии р. Конды (Ермаковский участок, 2023 г.)**

Размыв берегов развит по долинам Оби, особенно на вогнутых сторонах излучин. Рассматриваемая территория может быть разделена на две части: повышенную равнину водоразделов и низкую равнину долины реки Обь. Рельеф Оби включает I и II надпойменные террасы и широкую пойму. Относительные высоты над уровнем реки составляют для второй террасы – 12-20 м, для первой – 8-12 м, для поймы – 3-8 м. [60].

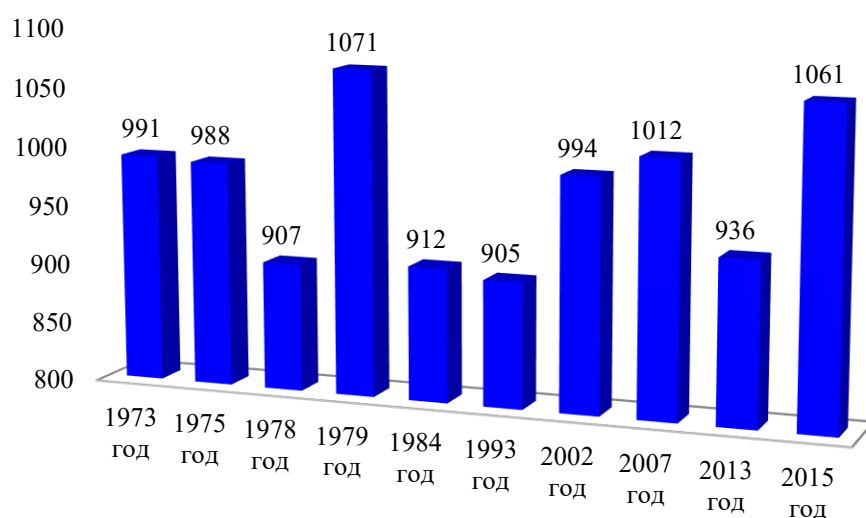
Интенсивность переработки берегов полностью зависит от геолого-геоморфологического строения побережий, гидрологического режима и антропогенного влияния. В ХМАО абразионно-термокарстовое воздействие на берега озер и водотоков подразумевает не только механическое разрушение берегов, но и отепляющее влияние воды на многолетнемерзлые грунты. Вся территория округа находится в зоне интенсивного подтопления подземными водами. Суффозия распространена более чем на 60% площади округа. Механическая суффозия – это результат силового воздействия подземных вод [18]. Рассмотренные природные опасности не представляют опасности жизни человека, но наносят большой экологический и экономический ущерб.

Для рек ХМАО характерно растянутое половодье, пониженная пропускная способность и пониженная дренирующая роль, что является одним из важных факторов переувлажнения и заболачивания территории. Сильный подпор притоков главных рек Оби и Иртыша в половодье вызывает дополнительное обводнение водораздельных территорий. Высота подъема воды колеблется от 4,5 до 7,5 м, иногда достигая 8–10 м. Реки, выходя из берегов, затапливают огромные пространства. В бассейне р. Конда паводковые воды часто сливаются с болотами, образуя единые водные системы. В некоторые годы половодье, смыкаясь с летними паводками, растягивается до осени [73].

Процессы затопления и подтопления развиты практически по всей территории округа, исключение составляет северо-западная часть в пределах восточного склона Урала, а также незначительные хорошо дренируемые участки на возвышенностях: Люлимвор, Средне-Сосьвинская, Белогорский Материк, Верхнее-Вольинские Увалы, Сибирские Увалы и Аганский Увал.

Подтоплению и затоплению в паводковый период наиболее подвержены Березовский, Октябрьский, Белоярский, Кондинский, Нефтеюганский, Нижневартовский (г. Нижневартовск, пос. Аган, Варьеган, Охтеурье, Большетархово, Вампугол, Соснино, Былино, Корлики, Зайцева речка), Сургутский и Ханты-Мансийский районы Ханты-Мансийского автономного округа. Степень заболоченности территории здесь достигает местами 50-60 %. Основные причины процесса – равнинность территории, избыточное увлажнение, слабый врез гидрографической сети, ее большая извилистость, растянутое половодье и длительные подпорные явления.

Проведенный анализ позволил выявить, что уровень воды в реке Обь превышал отметку 10 метров (затопление отдельных населенных пунктов Нижневартовского района) 3 раза: в 1979 году – 1071 см., в 2007 году – 1012 см., в 2015 году – 1061 см. Из них, за последние 10 лет критические уровни воды с уровнем 10 метров и более были отмечены 2 раза, а именно: в 2007 году – 1012 см. и в 2015 году – 1061 см (рис. 1.7).



**Рис. 1.7. Максимальные значения уровней воды в реке Обь**

Основными факторами весенне-летнего половодья Югры являются: осенняя влагозарядка почвогрунтов, максимальные запасы воды в снеге (снегозапасы), интенсивность снеготаяния и осадки в период формирования половодья.

Особенно сложная гидрометеорологическая обстановка сложилась в ХМАО – Югре в 2015 году. Из-за большого количества осадков в течение длительного времени на всей территории Западно-Сибирской равнины произошло наложение дождевых паводков на волну половодья, что привело к формированию экстремально высоких уровней воды практически на всех реках территории округа, на притоках рек Оби и Иртыша максимум был на 1,0–1,75 м выше нормы. В результате весенне-летнего половодья оказались в зоне подтопления 69 населенных пунктов, а также промышленные объекты и дороги на территории 8 муниципальных районов» [102]. При прохождении высоких вод половодья в 2015 г. наиболее тяжелые условия сложились в населенных пунктах, расположенных на Средней Оби (Нижевартровский район и г. Нижневартовск) (рис. 1.8).



**Рис. 1.8. Затопление территории дачных участков в районе РЭБфлота (г. Нижневартовск, 2015 г.)**

### ***Опасные явления погоды (ОЯП)***

Для Ханты-Мансийского автономного округа списки выявленных угроз включают опасные гидрометеорологические явления и их последствия, а также прогнозы изменений климата до середины и конца XXI века. В качестве наиболее разрушительного явления выделяются половодья, но также характерны опасные явления, связанные с высокими температурами и засухливостью.

По подверженности и уязвимости опасным явлениям наблюдаются заметные различия между западной гористой частью округа (6%) и низменной выравненной основной территорией. Возможный экономический ущерб от климатических рисков может составлять от 1.4 до 4.6 млрд руб. в год. По данным статистики, в ХМАО регулярно возникают чрезвычайные ситуации природного характера, которые обусловлены длительной суровой зимой, весенним половодьем на реках округа и лесными пожарами в весенне-летний период [64].

К опасным метеорологическим явлениям (опасным явлениям погоды – далее по тексту ОЯП) относятся явления погоды, которые интенсивностью, продолжительностью и временем возникновения представляют угрозу безопасности людей, а также могут нанести значительный ущерб отраслям экономики.

Существуют общепринятые, утвержденные Росгидрометом по согласованию с МЧС РФ [6], критерии ОЯП (табл. 1.2).

Таблица 1.2

**Критерии опасных явлений погоды  
на территории Ханты-Мансийского автономного округа – Югры [6]**

<b>№ п/п</b>	<b>Название ОЯП</b>	<b>Критерии</b>
1	очень сильный ветер, в том числе шквал	25 м/сек и более
2	Очень сильный дождь	количество осадков не менее 50 мм за период не более 12 час
3	очень сильный снег	Количество осадков не менее 20мм за период не более 12 час
4	Сильный ливень	Количество жидких осадков не менее 30мм за период не более 1 час
5	Продолжительный сильный дождь	Количество осадков не менее 120мм за период не менее 2 суток
6	Крупный град	Диаметр градин 20мм и более
7	Сильная метель	Средняя скорость ветра не менее 15 м/сек, при дальности видимости 500м и менее
8	Сильное гололедно-изморозевое отложение	отложение льда на проводах гололедного станка более 20мм в диаметре
9	Сильный туман	Ухудшение дальности видимость менее 50м
10	Сильный мороз	Сохранение в течение 3 суток и более минимальной температуры воздуха -45° и ниже
11	Сильная жара	Сохранение в течение 3 дней и более максимальной температуры воздуха +30° и выше

По данным наблюдений на станциях в базе данных опасных явлений ВНИИГМИ-МЦД [110], по материалам Природнадзора ХМАО, на территории округа были подтверждены следующие опасные и неблагоприятные гидрометеорологические явления: очень сильный ветер; ураганный ветер; сильный ливень; очень сильный дождь; очень сильный снег; сильная метель; сильное гололедно-изморозевое отложение; крупный град; сильный мороз; сильный туман; сильная жара; аномально жаркая погода; аномально холодная погода; чрезвычайная пожароопасность; сели; лавины; наводнения. Из них за период 1991–2021 гг. наиболее часто проявлялись: сильный ветер – 17 (один случай более 33 м/с); чрезвычайная пожароопасность – 17 случаев, а также половодья и паводки – 11 случаев [110]

Б.П. Ткачевым и В.Г. Трясциным рассмотрено распределение ОЯП на территории Ханты-Мансийского автономного округа в период с 1976 по 2012 годы [104]. База данных окружного Гидрометеоцентра представлена девятью административными районами. За рассмотренный период в 37 лет на территории автономного округа было отмечено 140 ОЯП. Больше всего их наблюдалось в Нижневартовском районе (табл. 1.3).



**Количество ОЯП на территории Ханты-Мансийского автономного округа  
в период 1976-2012 гг. (по Ткачеву, Трясцыну) [104]**

ОЯП	Нижневартовский	Березовский	Кондинский	Белоярский	Сургутский	Октябрьский	Ханты-Мансийский	Нефтеюганский	ИТОГО
Очень сильный ветер, шквал	13	11	2	2	3	3	1	0	35
очень сильный дождь	5	4	9	1	2	3	2	1	27
сильная метель	5	3	2	6	0	0	0	2	18
сильная жара	2	4	3	1	2	2	0	1	15
очень сильный снег	3	1	4	1	3	1	0	0	13
сильный мороз	7	1	0	1	2	0	0	0	11
сильный ливень	1	2	2	2	0	1	1	0	9
крупный град	0	0	0	1	1	1	1	0	4
сильный гололед	2	0	0	0	2	0	0	2	6
продолжительный сильный дождь	0	0	0	1	0	0	0	0	1
<b>ИТОГО</b>	<b>38</b>	<b>26</b>	<b>22</b>	<b>17</b>	<b>15</b>	<b>11</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>140</b>

Из всех ОЯП наиболее часто на территории округа наблюдается *очень сильный ветер*, в том числе шквал, в рассматриваемый период он отмечался 36 раз. Очень сильный ветер и шквал наблюдались во всех месяцах года, кроме зимних (с ноября по февраль), и во всех административных районах, но чаще всего в Нижневартовском – 13 раз и в Березовском – 11 раз. Зачастую очень сильные ветры и шквалы сопровождалась и другими неблагоприятными погодными условиями – летом это грозы, зимой – метели, весной и осенью – ливневые дожди, что усугубляло негативное воздействие. Максимальные значения основных метеорологических параметров за всю историю наблюдений приведены в таблице 1.4 [24].

Таблица 1.4

**Максимальные значения основных метеорологических параметров  
в ХМАО – Югре по данным станционных наблюдений (по О.Н. Булыгиной) [24]**

Станция	Абсолютный максимум Tmax температуры воздуха (°C)	Абсолютный минимум Tmin температуры воздуха (°C)	Максимальная скорость ветра Umax (м/с)	Наибольшая сумма осадков за сутки Rmax (мм)
Березово	+33.6	52.8	34	78.6
Леуши	+36.4	48.3	26	62.3
Ханты-Мансийск	+34.7	49	24	94.7
Нижневартовск	+35.1	53.1	27	46.8
Корлики	+36.4	58.5	29	89.7

На территории ХМАО возможны не только экстремально низкие (ниже  $-50^{\circ}\text{C}$ ), но и высокие (выше  $+35^{\circ}\text{C}$ ) температуры. Продолжительность периода температур ниже  $-30^{\circ}\text{C}$  достигала на станции Березово почти 400 ч – около 16 дней (Справочник по опасным...,

1997). Повторяемость сильных морозов на территории округа в январе составляет по средней суточной температуре воздуха 15–20% (в северных и восточных районах до 30%), а по минимальной температуре воздуха возрастает до 30–37% (на севере и востоке – до 45–50%) [24].

Скорость ветра на всех пяти пунктах наблюдений достигает значений, наносящих существенный ущерб инфраструктуре (20 м/с и выше; табл. 1). В целом на севере округа (Березово, Казым) повторяемость скоростей ветра более 10 м/с превышает 20% в конце весны-начале лета. Значительно реже скорость ветра достигает 12 м/с, повторяемость таких ветров колеблется от 10–12% на севере округа до 3–6% на юге [24].

Значительный положительный тренд имеет количество экстремальных температур - как сильной жары, так и сильных морозов. На территории округа также возможны опасные явления, связанные с дефицитом осадков. Хотя число последовательных дней в году с осадками менее 1 мм в среднем не превышает 20, максимальная продолжительность засушливых периодов может достигать 30 дней и более (Березово – 36, Леуши – 42).

При анализе повторяемости опасных и неблагоприятных явлений погоды в разных частях исследуемой территории было замечено, что осень, как и весна, характеризуется выпадением осадков различного вида. В сентябре, как правило, отмечаются дожди и морось, в октябре – снег. Особенно большую повторяемость имеют ливневые и умеренные дожди в северных и восточных районах. В этих районах округа зафиксировано до 6–8 случаев выпадения очень сильных дождей. На западе и юге территории повторяемость осадков разной интенсивности в 1,5–2 раза меньше. Осенью по сравнению с весной увеличивается повторяемость туманов и уменьшается повторяемость гроз. Особенно много туманов в исследуемый ряд лет отмечалось на севере территории. Примерно одинаковая их повторяемость оказалась на западе, востоке и юге округа. Осадки и грозы осенью возникали при прохождении фронтальных разделов, связанных с западными, южными и северными процессами. Таким образом, все опасные и неблагоприятные явления погоды в переходные сезоны года возникают наиболее часто при западных, северных и южных процессах при прохождении фронтов. Осадки чаще всего выпадают на севере и востоке территории осенью, на севере и юге – весной. Гроз зафиксировано больше в восточных районах осенью, в южных – весной. Туманы наиболее часто возникают на севере территории осенью, на юге – весной.

В ряде исследований [отмечено, что в центральной части Западной Сибири в холодный период года чаще всего наблюдаются снегопады, метели, бураны, туманы и ветер. Эти явления погоды прямо или косвенно связаны с перемещением циклонов по территории Сибири [24].

Зимой в ХМАО чаще всего наблюдались снегопады разной интенсивности, сильные и умеренные поземки и низовые метели, туманы и дымки, редко – морось и гололед. Чаще всего опасные и неблагоприятные явления погоды отмечались на юге территории, несколько реже на западе, наиболее редко – на севере.

Анализ условий появления опасных и неблагоприятных явлений погоды в центральных районах Западной Сибири показал, что чаще всего в холодный период года нарушают работу

различных хозяйственных организаций снег различной интенсивности, ветер 15 м/с и более, туманы, сильные морозы (минус 40 °С и ниже). Все опасные и неблагоприятные явления погоды в холодный период возникали, как правило, во время развития западных, южных и северных процессов при прохождении фронтальных разделов. К опасным и неблагоприятным явлениям погоды в центральном районе Западной Сибири в летний период отнесены сильные дожди, ливни, морось, ветер, грозы, туманы, дымки.

По данным Департамента гражданской защиты населения Ханты- Мансийского автономного округа наиболее крупный ущерб от опасных явлений погоды зафиксирован 6 июня 2006 года, когда шквалистым ветром были сорваны крыши нескольких домов в г. Нягань. Ущерб составил 67,9 млн. руб. И хотя иногда в результате опасных явлений погоды гибнут люди, финансовый ущерб от ОЯП на порядок меньше, чем от лесных пожаров и наводнений.

### ***Пирогенные опасности***

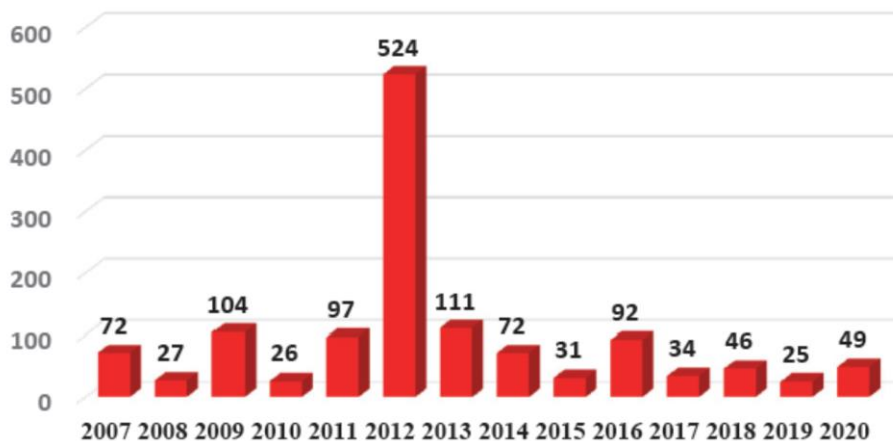
Потенциальная (природная) пожарная опасность и фактическая горимость лесов определяются многими факторами: породным составом лесных насаждений, их возрастной структурой, состоянием насаждений, типом условий местопроизрастания, развитием и густотой транспортной сети, посещаемостью лесов, наличием «огнедышащих» предприятий вблизи лесных участков, противопожарным обустройством лесного фонда. Территория лесного фонда автономного округа характеризуется сравнительно невысоким классом природной пожарной опасности (средний класс природной пожарной опасности – 4,1). Леса с высоким показателем класса природной пожарной опасности (I–III классы) занимают 17,0% площади земель лесного фонда автономного округа. Леса IV и V классов природной пожарной опасности занимают 83,0% площади земель лесного фонда [24].

Проанализировав ситуацию с лесными пожарами за последние 5 лет на территории автономного округа, можно выделить наиболее подверженные им районы автономного округа: Советский, Кондинский, Ханты-Мансийский, Березовский, составляющие восточную часть. Первые лесные пожары возникают чаще всего на юго-востоке автономного округа – в Кондинском и Советском районах.

Пожароопасный период в округе наступает в начале мая, его продолжительность составляет 120–140 дней [17]. В последние десятилетия увеличение количества пожаров наблюдается вместе с увеличением количества пожароопасных дней в регионе. С мая по сентябрь учащаются случаи регистрации чрезвычайной пожароопасности (5 класс горимости) на территории округа [13]. За период с 2010 по 2020 гг. в лесах ХМАО возникло 5709 пожаров на площади 493.8 тыс. га [98] притом, что 80% территории лесного фонда ХМАО характеризуется невысоким классом природной пожароопасности. Наиболее распространенными являются низовые пожары – до 98% общей площади [93].

Общее количество очагов и площадь горения лесных пожаров на территории Ханты-Мансийского автономного округа – Югры меняются от года к году в больших пределах. За последние почти 15 лет с 2007 по 2020 гг. на территории Нижневартовского района ежегодно

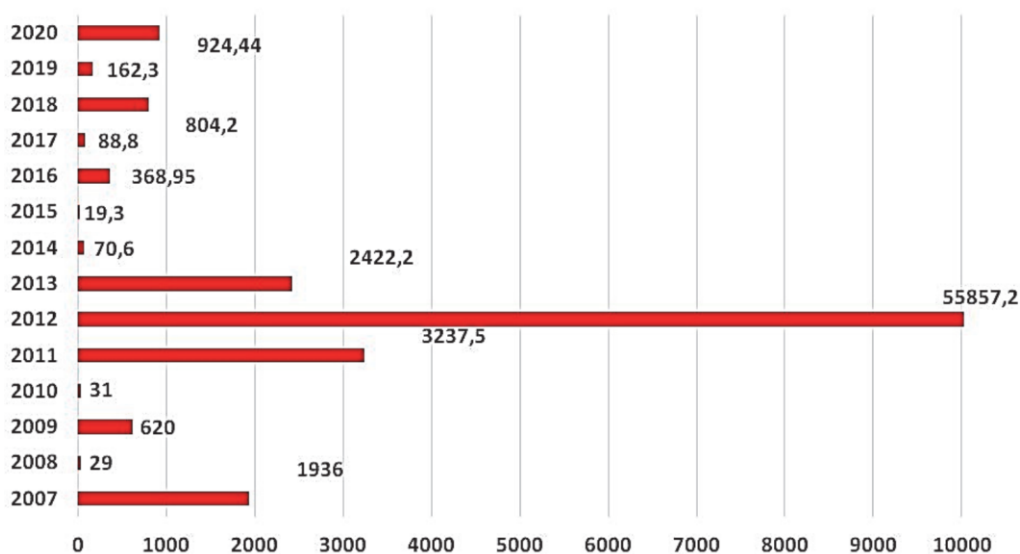
наблюдалось от двух десятков (2008, 2010, 2019 гг.) до 524 (2012 г.) возгораний леса, причем как показывает график, периодичность возгораний носит циклический характер (рис. 1.9).



**Рис. 1.9. Количество лесных пожаров на территории Нижневартовского района**

Проведенный анализ лесопожарной обстановки в Нижневартовском районе за последние 15 лет позволил выявить, что если не учитывать аномальный 2012 год (524 пожара), то в среднем в летний пожароопасный период происходит около 70 природных пожаров. Наибольшее количество лесных пожаров было зафиксировано в 2012 году (524), 2013 году (111) и 2009 году (104), 2011 году (97) и 2016 году (94), что выше среднестатистических показателей десятилетия по району [98].

Что касается площади, пройденной лесными пожарами, то она так же, как количество пожаров, из года в год меняется в значительных пределах, но имеет тенденцию к увеличению. Если рассматривать площади лесных пожаров, то наибольший показатель был в 2012 году – 55857,2 га. Самые большие площади пожаров за прошедшие 15 лет были зафиксированы в период с 2011 по 2013 и в 2016 году, в остальные годы площади были незначительными и не превышали 1000 га (рис. 1.10).



**Рис. 1.10. Площадь лесных пожаров на территории Нижневартовского района**

Как показал анализ исходных данных, пирогенная опасность на территории Нижневартовского района зависит, прежде всего, от природно-климатических факторов, которыми являются температура воздуха в летний период во взаимосвязи с количеством атмосферных осадков [61]. Проведенный анализ зависимости частоты лесных пожаров от гидрометеорологических условий летних пожароопасных сезонов показал прямую линейную связь с суммой активных температур и, соответственно, обратную линейную связь с количеством атмосферных осадков, поскольку последние уменьшают горимость лесов [62].

В то же время, по данным Ханты-Мансийской авиабазы ежегодно от 30 до 80 % всех лесных пожаров на территории округа случаются в результате ударов молний при грозах, особенно «сухих», то есть грозах без выпадения дождя, или с минимальным количеством осадков. Подобная ситуация подтверждается данными многолетних наблюдений для территории Нижневартовского района – если рассматривать пожары по причинам их происхождения, то статистика показывает, что основной причиной являются грозы. В среднем (без 2012 года) ежегодно из 70 лесных пожаров 45 происходило по причине гроз. Остальные пожары относятся к не выявленным причинам, в среднем до 25 пожаров, следует отметить, что антропогенную причину возникновения пожаров выявить крайне сложно.

#### **Вопросы и задания для самоконтроля**

1. Какие группы природных опасностей характерны для территории Ханты-Мансийского автономного округа – Югры и почему?
2. Какова роль климата в развитии экзогенных процессов рельефообразования?
3. Чем различаются процессы затопления и подтопления территории?
4. Какие из опасных явлений погоды наиболее проявляются на территории Ханты-Мансийского автономного округа – Югры?
5. В чем заключается опасность криогенных процессов для населения и территории?
6. Какие опасные природные явления характерны для территории Нижневартовского района?

### **1.3. МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИРОДНЫХ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ**

Изучение, оценка и прогнозирование природных чрезвычайных ситуаций (ПЧС) связаны со значительными трудностями, обусловленными многообразием, разнохарактерностью и многофакторностью их формирования и развития.

Освоение методов изучения, мониторинга и прогнозирования опасностей должны явиться основой формирования знаний и умений обучающихся, позволяющих быстро и целенаправленно выбирать правильные методы решения задач оценки опасностей геоэкологической природы.

Методы, используемые при изучении, контроле и прогнозировании ПЧС, по их целевому назначению могут быть разделены на два основных блока: методы изучения и оценки ПЧС и методы их контроля (мониторинга) и прогнозирования.

На следующем уровне систематизации методов могут быть выделены следующие типы.

#### **I. Натурные (полевые) методы:**

- 1) контактные (наземные, подземные, надводные, атмосферные);
- 2) дистанционные.

#### **II. Лабораторные (камеральные):**

- 1) экспериментальные методы определения характеристик природных объектов и их субстанций (строения, состава, состояния и свойств);
- 2) методы визуализации информации в виде схем дешифрирования, тематических карт, разрезов и др.

Выбор и применение тех или иных методов изучения ПЧС должны основываться на нескольких принципиальных положениях.

1. При изучении природных чрезвычайных ситуаций необходимо опираться на историко-генетический подход, учитывающий условия формирования опасных процессов и явлений и историю их развития. Это позволяет понять и объяснить современное состояние природных и техногенных объектов, установить стадию развития и степень опасности того или иного процесса. Такой подход одинаково справедлив для разных уровней изучения опасностей: от макроуровней - глобальных и региональных по площади развития процессов и явлений, до микроуровней – исследований состава, состояния и свойств различных природных субстанций (почв, грунтов, вод, воздуха, растительности).

2. Важным условием изучения ПЧС является комплексность исследований, т. е. проведение работ в разных масштабах (макро-, мезо- и микроуровни) с применением разных, дополняющих друг друга групп и типов методов: визуальных (описательных), инструментальных, аналитических, натурных (полевых), лабораторных, дистанционных, виртуальных (прогнозных) и др. Это позволяет всесторонне и глубоко изучать, и прогнозировать природные опасности.

3. При изучении ПЧС необходимо применять системный подход, позволяющий рассматривать любой природный процесс как сложную многофакторную и многокомпонентную систему, элементы которой тесно связаны и взаимообусловлены. Это позволяет уже на ранних стадиях исследований опасностей выделять главные элементы, связи и факторы их развития для разработки адекватных предупредительных и защитных мер.

При изучении и оценке природных чрезвычайных ситуаций используют достаточно широкий комплекс разнообразных методов исследований [Природные опасности России]. Важное место среди них занимает группа визуальных наблюдений (описательных), к которой относятся различные виды рекогносцировок, съемок, картирования, дистанционных обзорных наблюдений, а также инструментальные методы изучения природных опасностей, являющиеся наиболее представительными по количеству и разнообразию. Среди типов

натурных (полевых) контактных методов можно выделить следующие подтипы методов [70; 81]:

1) специальные тематические исследования: гидрографические, гидрологические, гидрометеорологические, геологические, геохимические, геофизические, экологические, в том числе химические, биотические и другие;

2) тематические съемки и картирование территории;

3) взятие проб субстанций компонентов окружающей среды: воздуха, вод, почв, грунтов, биоты;

4) проведение опытных натурных работ: натурное моделирование развития процессов (сход лавин, размыв берегов, склоновые процессы, объемные деформации массивов грунтов: просадки, оседания, набухание, усадка, опытно-фильтрационные работы и др.);

5) стационарные наблюдения на специально оборудованных станциях, ключевых участках, закрепленных базисах, профилях, створах.

Все указанные подтипы могут использоваться при анализе, мониторинге и прогнозировании экзогенных геологических опасностей.

Важная роль при изучении ПЧС принадлежит комплексным геодезическим наблюдениям и измерениям, позволяющим установить точное пространственное положение и размеры природных событий, а также морфологию и морфометрию природных условий.

Среди натурных методов наблюдений и исследований широкое распространение получили дистанционные методы [70]. Они основаны на индикационном дешифрировании природных объектов как во время осмотра территорий с летательных аппаратов, так и при работе с материалами аэрокосмических съемок. Аэро- и космическая информация является объективной, долго хранится и может использоваться неоднократно. Она позволяет одновременно оперативно на больших площадях и с достаточной точностью оценивать состояние объектов и окружающей природной среды. Современное состояние дистанционных методов характеризуется компьютерными технологиями при интерпретации дистанционных данных.

В подгруппе лабораторных (камеральных) методов можно выделить две их наиболее крупные категории. Это – экспериментальные методы определения характеристик природных объектов: их структуры, состояния и свойств, а также методы визуализации информации о природных объектах. Первый тип методов включает комплекс методов изучения природных объектов на разных уровнях исследований (макро-, мезо-, микроуровни).

Ко второму типу методов визуализации информации можно отнести многочисленные методы дешифрирования материалов дистанционных съемок и зондирований, а также тематического природного картографирования [57; 70; 81].

Картографирование природных опасностей является одной из наиболее эффективных форм обобщения фактического материала по опасным процессам. По масштабам, назначению, содержанию и способу отображения информации карты могут быть объединены в различные группы: обзорные, мелко-, средне-, крупномасштабные, детальные;

аналитические (тематические), обобщающие (синтезированные), сравнительно-оценочные; карты изученности, инвентаризационные (фактического материала), условий, районирования, прогнозов и другие.

В группе аналитических методов, используемых при изучении и оценке природных опасностей, условно выделяют три подгруппы методов [75; 81].

**1) Собственно аналитические:**

- историко-аналитические методы (природно-сравнительные, исторических аналогов, природных аналогий);
- сбора, обработки и анализа фондовых материалов;
- обработки данных натурных и лабораторных исследований;
- инженерных оценочных расчетов;
- обработки информации для идентификации природных явлений;
- методы анализа графической, в том числе картографической информации.

**2) Аналитико-статистические:**

- методы статистического анализа распределения природных фактических данных в пространстве и времени;
- методы экстраполяции данных.

**3) Геоинформационные методы:**

- создания и ведения тематических банков данных первичной информации;
- интерпретации первичной информации и экстраполяции природных данных на изучаемые области;
- анализа и подготовки данных в видах, удобных для последующего использования в моделях, расчетах, картографировании (рис. 1.11).



**Рис. 1.11. Схема взаимоотношений групп методов исследований, применяемых при оценке и прогнозировании природных опасностей (по В.А. Минаеву) [70]**



При мониторинговых наблюдениях и прогнозных оценках природных опасностей существенное значение отводится группе аналитических методов, которая расширяется за счет включения комплексов (подгрупп) методов экспериментального и математического моделирования и прогнозирования.

Крупномасштабные детерминированные модели природной среды используются при оценке опасных природных процессов упрощенными методами оценочных расчетов. Расчетные методы позволяют количественно оценивать деформации массивов пород, а также их напряженное состояние, что широко используется при оценке величин осадок, просадок, набухания грунтов, устойчивости склонов и бортов карьеров, выборе оптимальных объемов и контуров строительных выемок, определении давлений на сооружения и прочее.

Аналитические методы, в том числе экспериментальное и математическое моделирование, тесно связаны с подгруппой методов прогнозирования. Прогнозы позволяют предсказать в определенный момент времени состояние объекта и предвидеть возможность развития опасных процессов или явлений на указанных территориях.

В прогнозировании опасных природных процессов применяют два подхода [81]. Первый базируется на изучении предвестников конкретных катастрофических явлений и анализе информации, получаемой от сетей мониторинга. Второй опирается на расчеты с применением детерминированных и статистических методов. Первый подход используется преимущественно для краткосрочных и оперативных прогнозов, а второй – для средне- и долгосрочных.

При составлении прогнозов опасных природных процессов может применяться целый комплекс методов. Так, например, в инженерной геологии для этой цели разработаны и используются около ста видов различных методов прогнозирования, в том числе для таких литосферных процессов, как: объемные деформации массивов грунтов, обусловленные осадками, просадками, набуханием, усадкой, морозным пучением; склоновые деформации оползневого и обвального характера; эрозионные и абразионные разрушения берегов рек и водохранилищ; эоловые процессы, вызывающие дефляцию грунтов и движение песков, а также другие процессы.

Как правило, при анализе и прогнозе геоэкологической ситуации сложность вопроса заключается в том, что во многих случаях использование только одного какого-либо метода представляется недостаточным и требуется использование комплекса методов анализа и прогнозирования.

Большинство видов оценочных прогнозов имеет вероятностную природу, в результате чего комплексный прогноз развития опасных природных процессов приобретает в значительной степени вероятностный характер, что требует оценки вероятности ошибок. Для этого при обработке первичных и промежуточных материалов, в том числе – данных мониторинга, используют общепринятые методы теории вероятностей, статистические или стохастические модели и методы обработки фактического материала.

При этом современные прогнозные оценки развития опасных природных процессов и явлений должны осуществляться на основе компьютерных геоинформационных технологий.

Рассмотренные выше методы изучения и прогнозирования ПЧС направлены на обоснование и выработку адекватных методов предупреждения этих опасностей или снижение ущербов от них.

### **Вопросы и задания для самоконтроля**

1. В чем заключается актуальность использования историко-генетического подхода при изучении природных чрезвычайных ситуаций?
2. В чем проявляется при изучении ПЧС комплексность исследований?
3. Почему для изучения природных чрезвычайных ситуаций разного генезиса необходимо использовать системный подход?
4. Какие два подхода применяют для прогнозирования опасных природных процессов?
5. Приведите примеры использования методов экспериментального и математического моделирования и прогнозирования в научной и практической сфере.
6. На какие группы подразделяют карты по масштабам, назначению, содержанию и способу отображения информации?
7. В чем заключается суть и значение мониторинговых наблюдений при изучении природных чрезвычайных ситуаций?

## РАЗДЕЛ 2. ОРГАНИЗАЦИЯ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ ПО ИЗУЧЕНИЮ ПРИРОДНЫХ ОПАСНОСТЕЙ

### 2.1. ГЕОЛОГО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОПАСНЫЕ ПРИРОДНЫЕ ЯВЛЕНИЯ

Фундаментальными геоморфологическими постулатами при оценке степени потенциальной опасности территории для природопользования и степени риска хозяйственной деятельности являются [45]:

1) рельеф и его отдельные формы проявляют себя как непосредственные «затруднители» хозяйственной деятельности, как осложняющее обстоятельство в жизни человека;

2) рельеф выступает как провокатор опасных процессов;

3) рельеф проявляет себя как распределитель опасных процессов в пространстве, через геоморфологические процессы и коррелятные отложения и во времени.

Таким образом, при анализе опасных геоморфологических процессов и рельефа весьма важными являются понятия «геоморфологическая опасность» и «риск геоморфологический».

Опасность – объективно существующая возможность негативного воздействия на объект или процесс, в результате которого может быть причинен какой-либо ущерб, вред, ухудшающий состояние, придающий развитию нежелательную динамику [3].

Геоморфологическая опасность – возможность, угроза бедствия, несчастья, катастрофы со стороны какого-либо геоморфологического объекта. Таковыми могут являться:

1. Отдельные специфичные формы и элементы рельефа – нависающие скалы и обрывы, подрезанные снизу (естественно или искусственно) неустойчивые склоны и другие формы и комплексы форм рельефа, само существование которых может представлять опасность или затрудняет жизнедеятельность человека. При этом рельеф может быть опасным как сам по себе (обрывы и крутые склоны, аномально неустойчивые формы и элементы рельефа и т. п.), так и опосредованно, поскольку рельеф (его морфология) может играть концентрирующую, рассеивающую или направляющую роль в распространении опасных процессов и веществ, происхождение которых не обязательно связано с рельефом (загрязняющие вещества, катастрофические разливы вод и т. п.).

2. Нарушающие или разрушающие среду жизнедеятельности человека геоморфологические процессы, особенно современные, приводящие к заметному перераспределению масс горных пород и соответствующим изменениям в строении земной поверхности (обвалы, оползни, сели, карстовые и сейсмотектонические провалы, пучение и осадка грунтов, размыв, смыл, намыв, ветровая эрозия и аккумуляция и др.). В результате действия этих процессов может возникнуть кризисная ситуация, бедствие или катастрофа для той или иной общности людей и для их хозяйственной структуры.

Таким образом, геоморфологическая опасность определяется динамическими и морфологическими характеристиками геоморфологических систем.

Все процессы по их происхождению подразделяются на природные, техногенные и природно-техногенные (природные, техногенно возбужденные).

В таблице 2.1 приведена генетическая классификация опасных природных процессов экзогенных и эндогенных, составленная в основном на базе имеющихся инженерно-геологических классификаций В.Д. Ломтадзе, И.В. Попова, Ф.П. Саваренского, А.И. Шеко и др., ориентированная на разработку легенды к картам геоморфологических опасностей масштаба 1:1 000000 [103].

Таблица 2.1

**Генетическая классификация геоморфологических опасных природных процессов  
(по А.И. Шеко, 1994 с дополнениями и изменениями) [103]**

Класс	Группа	Тип	
Гравитационный		Обрушение (обвалы) Осыпание (осыпи) Снежные лавины)	
Водный (поверхностный)	Естественных акваторий	Абразия Термоабразия*	
	Водохранилищ	Разрушение и размыв берегов Заиление	
	Водотоков	Эрозия Термоэрозия* Затопление Сели Заболачивание	
Подземно-водный	Растворение и выщелачивание	Карст	
	Механический вынос и выщелачивание	Суффозия (проседание)	
	Подземная эрозия		
	Капиллярный подъем минерализованных вод	Засоление	
Ледниковый		Серджи Обвалы ледников Гляциальные сели пульсирующих ледников	
Ветровой (эоловый)		Дефляция (развевание, выдувание, навевание)	
Криогенный	Промерзание	Пучение Морозобойное растрескивание Наледи	
		Промерзание – оттаивание (криогенная десерпция)	Курумы
		Оттаивание	Термокарст Солифлюкция
	Тектоногенный	Сейсмогравитация	Сейсмогенные обвалы Сейсмогенные оползни

\* Термоэрозия и термоабразия связаны помимо действия водных процессов с оттаиванием мерзлых пород.

Степень опасности (катастрофичности) геоморфологического процесса определяется как его собственными параметрами (скорость изменения, объем вовлеченных в движение масс горных пород, площадь поражения), так и параметрами социально-экономической

среды, подвергшейся геоморфологическому процессу. Степень опасности определяет степень риска для того или иного субъекта, хозяйственного объекта, социально-экономической системы.

Для оценки опасности территории предварительно нужно оценить опасность каждого из видов бедствий, причем объединенная опасность только в исключительных случаях будет равняться сумме отдельных. Э.А. Лихачева и Д.А. Тимофеев [67] предлагают ввести балл опасности. Названные авторы предлагают шкалу опасности геоморфологических процессов. Обычно выделяется от трех до шести степеней опасности. На картах зоны, различные по степени опасности, как правило, отображаются различными цветами (по «светофорному принципу») и их оттенками. Для подсчета суммарной опасности от нескольких процессов, развитых на территории, часто прибегают к балльной оценке опасности (см. табл. 2.2).

Таблица 2.2

**Шкала оценок опасности геоморфологических процессов в баллах  
(Лихачева, Тимофеев, 2004) [67]**

Балл опасности, (интенсивность процесса)	Характеристика процесса	Возможные разрушения	Уровень реагирования	Примеры процессов
1 (слабый процесс)	Происходит на небольшой площади, охватывает малые массы грунта, малые скорости, малое расстояние перемещения по горизонтали и вертикали	Небольшие перемещения сооружений (трещины, деформации), локальные деформации и разрушение дорожного полотна	Местные организации требуют малых средств	Оползни на склонах и откосах дорог; малые оползни; размыв донного оврага; отдельные пятна смыва-намыва; пучение грунтов; подмыв отдельных участков, берегов
2 (умеренный)	Охватывает заметную площадь и массы грунта, перемещаемые на осязательное расстояние; локальное изменение в ландшафте и гидрогеологии	Отдельные перемещения и частичное разрушение сооружений, наклон зданий, искривление трубопроводов, дорожного полотна, линий электропередач	То же	Камнепад, смещение отдельных частей осыпи; локальная активизация оползней; образование и рост отдельных донных и береговых оврагов и эрозионных рытвин; заметный смыв-намыв почв
3 (сильный)	Охватывает большую площадь и массы грунта; перемещение – метры по горизонтали, см-дм по	Значительное, но не полное разрушение сооружений, больших участков сельхозугодий, трубопроводов, дорог и других коммуникаций,	Местные и областные (республиканские) организации, требует специальных средств	Сход селя; сильная активизация крупных оползней: обрушение скал, откосов дорог, стенок карьеров; активизация эрозии; сильный

	вертикали; заметные изменения в ландшафте;	возможны единичные жертвы; травмы и ранения		смыв-намыв почвы; прорыв шейки меандры; термокарстовые и карстовые просадки и др.
4 (очень сильный)	Быстрые перемещения значительных масс грунта на больших площадах; существенные изменения в ландшафте; оказывает негативное влияние на соседние территории	Сохраняются лишь отдельные сооружения или участки сельскохозяйственных угодий; множество пострадавших, гибель людей и животных	Областные и федеральные организации, требует значительных средств для спасения и восстановления	Серия селей (или один, но мощный); активизация оползней; крупные карстовые провалы; разрушение отмелей; размыв берегов; активная дефляция и др.
5 (катастрофа)	Очень быстрое на большой площади перемещение масс грунта; полное изменение ландшафта в очаге процесса; перемещение измеряется десятками метров, километрами в секунду/час	Полное разрушение всех сооружений (или практически всех) и сельскохозяйственных угодий; значительное число жертв	Федеральные организации, очень крупные вложения материальных средств на спасение и восстановление хозяйства	Катастрофические сели, паводки, оползни; массовое оврагообразование; сплошной смыв всей почвы; перемещение эоловых песков, пыльные бури (ураганы, смерчи) и др.

Большинство ЭГП относится к категории зональных, распространение которых в первую очередь контролируется климатическими факторами. Чрезвычайно важное значение имеет криолитологическая обстановка. Многолетнемерзлые породы занимают 61,5% территории России (в Сибири – 80%), с чем связано широкое распространение и многообразие негативных криогенных процессов. Азональные процессы имеют эндогенную природу, а также обусловлены морфоструктурными факторами (главным образом, крутизной склонов), литологическим составом пород субстрата.

Нередко на одних и тех же геоморфологических поверхностях действует не один, а комплекс процессов, которые могут быть парагенетически связанными друг с другом или относиться к разным классам и группам. Характерная особенность многих опасных природных процессов заключается в том, что проявление одного из них вызывает цепочку последовательно или лавинно развивающихся других процессов, имеющих мгновенный катастрофический характер, либо обладающих отдаленным во времени эффектом проявления [16]. Например, землетрясение может вызвать массовое образование сплывов и

оползней в рыхлом покрове склонов, материал которых, сгружаясь в водотоки, приводит к возникновению катастрофических селей.

По сравнению с платформенными равнинами, горные регионы характеризуются значительно большей интенсивностью проявления опасных природных процессов, обладающих высоким энергетическим потенциалом, а также их разнообразием. Пораженность горных территорий опасными экзогенными процессами (сели, обвалы, оползни, эрозия, снежные лавины и др.) составляет до 70–80% [26]. Опасность представляют не столь стремительно развивающиеся процессы – абразия, эрозия, суффозия, которые также могут принести ощутимый материальный ущерб и создать кризисные ситуации, как правило, не угрожающие жизни людей. Замыкают убывающий по относительной экологической опасности ряд процессов такие как заболачивание, засоление, овражная эрозия, характеризующиеся наименьшими скоростями проявления.

### **2.1.1. Основы геологических и геоморфологических исследований**

Геоморфологические исследования основываются, прежде всего, на данных полевых исследований. Наряду с полевыми важное значение для познания рельефа и истории его развития имеют также камеральные работы, включающие в себя весьма широкий и разнообразный круг вопросов и методов. Кроме того, существуют экспериментальные геоморфологические исследования, которые ставят своей целью изучение природных геоморфологических процессов на полевых стационарах или моделирование их в лаборатории.

Полевые геоморфологические исследования в основном завершаются составлением геоморфологической карты, которая является важнейшим итогом выполненных работ.

В зависимости от назначения можно различать общие и частные геоморфологические исследования. Общие исследования охватывают все геоморфологические объекты и имеют целью комплексную характеристику (морфографии, морфометрии, генезиса, возраста, истории развития и динамики рельефа). Завершаются эти исследования составлением общей геоморфологической карты.

Частные исследования проводятся с целью изучения отдельных геоморфологических объектов (например, карстового или овражно-эрозионного рельефа) или отдельных геоморфологических показателей (например, глубины расчленения, густоты расчленения). Результатом частных исследований являются частные геоморфологические карты. Частные исследования обычно организуются для решения четко ограниченного круга теоретических или прикладных задач.

Геоморфологические исследовательские работы разделяются на подготовительный, полевой и камеральный этапы [21].

**Подготовительный этап.** В течение подготовительного этапа производится изучение района по данным предшествующих исследований: изучаются литературные источники,

научно-технические отчеты, специальные картографические материалы (геологические, геоморфологические и другие карты), прорабатываются топографические карты, материалы аэрофотосъемки и космических снимков. На основе полученных данных составляется программа полевых исследований, включающая схемы намечаемых маршрутов, производства горных работ (шурфовка, бурение) и других специальных работ, например, геодезических.

**Полевой этап** является главной составной частью экспедиционных геоморфологических исследований. В течение этого этапа производится сбор основной части фактического материала, проводится начальная его обработка, вырабатываются первые заключения о геоморфологическом строении изучаемой территории, составляется полевая геоморфологическая карта изучаемого района [48].

В зависимости от назначения исследований и масштаба составляемой карты при полевых работах применяются либо ключевой метод в сочетании с маршрутными исследованиями, либо метод площадной съемки.

При ключевом методе проводится детальное обследование отдельных, наиболее типичных для той или иной территории ключевых участков (небольших по площади), а затем результаты обследования экстраполируются на остальную, подлежащую изучению территорию. При этом широко используются крупномасштабные топографические карты, аэрофотоснимки и космические снимки. Ключевые участки служат как бы дешифровочными эталонами. В целях контроля над правильностью экстраполяции на площадях между ключевыми участками прокладывается разреженная сетка рабочих съемочных маршрутов.

Площадные исследования ведутся при крупномасштабном картировании. В этом случае маршруты прокладываются более или менее равномерно, сеть маршрутов и точек наблюдений делается достаточно густой, и необходимость в ключевых участках отпадает. При площадных исследованиях затрачивается гораздо больше усилий и времени, чем при маршрутных работах.

Во всех случаях полевые работы начинаются обзорными рекогносцировочными маршрутами, которые прокладываются по данным предварительного изучения материалов с таким расчетом, чтобы они проходили через все главные геоморфологические комплексы, пересекали все наиболее характерные элементы и формы рельефа, а также опорные обнажения и горные выработки. Задача рекогносцировочных маршрутов, которые часто выходят за границы картируемой территории, – получить непосредственное (визуальное) представление о всей территории, подлежащей изучению. Они позволяют уточнить и детализировать ранее намеченную программу полевых работ.

После рекогносцировочных маршрутов отрабатывается остальная сетка маршрутов. При необходимости в конце полевого периода проводится несколько заключительных маршрутов, цель которых – увязка данных по отдельным участкам обследованной территории, вторичное посещение отдельных участков и объектов, которым по тем или иным причинам во время съемки не было уделено достаточно внимания, общая проверка полевой геоморфологической карты [48].



**Камеральный этап** – это этап обработки всего собранного фактического материала, его всесторонней увязки и осмысливания. Во время этого этапа исследований проводятся также различные аналитические работы (пыльцевой, минералогический, петрографический, микро- и макрофаунистический, диатомовый, радиометрические и другие виды анализов образцов, отобранных в поле), окончательное дешифрирование фотоматериалов, составляются окончательная геоморфологическая карта и текст научного отчета [16].

Полевые наблюдения, выполняемые при геоморфологических исследованиях, разделяются на визуальные и инструментальные.

Главные из них – визуальные, основанные на изучении строения, происхождения и динамики рельефа, а также горных пород, слагающих те или иные формы рельефа. При визуальных наблюдениях широко используется также комплекс простейших полевых приборов и инструментов: aneroid-высотомер, горный компас, эклиметр, геологический молоток, рулетка. Собственно, визуальные наблюдения нередко сочетаются с аэровизуальными, проводимыми с самолетов малой авиации или вертолетов. При аэровизуальных наблюдениях ведется осмотр изучаемой территории по заранее намеченным маршрутам, результаты фиксируются на топографических картах и в специальных дневниках.

При наземных визуальных наблюдениях главная работа проводится в точках наблюдения. Последние выбираются так, чтобы они характеризовали какую-либо форму рельефа, комплекс генетически единых форм или отдельные их элементы, если формы рельефа достаточно крупные.

В точке наблюдения проводится детальная морфографическая и морфометрическая характеристика изучаемых форм: описывается их внешний облик, пространственное размещение, ориентировка, сочленение отдельных форм рельефа друг с другом. Особое внимание уделяется морфометрическим показателям – измерению относительных превышений, углов наклона, линейных размеров форм рельефа (ширина, длина) или их элементов. Необходимость подобного рода работ обусловлена тем, что формы нано- и микрорельефа обычно не находят отражения даже на крупномасштабных топографических картах, а формы мезорельефа не всегда с достаточной точностью изображаются на них. На карте могут не найти отражения такие важные элементы речной долины, как террасы, если они сохранились узкими полосками, а относительные превышения их друг над другом меньше сечения горизонталей, принятого для данного масштаба топокарты.

Характеристика рельефа по его морфографическим и морфометрическим показателям недостаточна. Одной из главных задач полевых геоморфологических исследований является выяснение генезиса изучаемых форм или комплексов форм рельефа. С этой целью тщательно изучаются естественные обнажения, вскрывающие строение изучаемых форм. Если таковые отсутствуют, закладываются шурфы или производится бурение. Во всех случаях осуществляется точная плановая и высотная привязка разрезов и их положения по отношению к изучаемой форме рельефа. В естественных обнажениях или искусственных выработках описывается состав вскрываемых пород, их цвет, характер слоистости,

включений и новообразований, если таковые имеются. При характеристике крупнообломочного материала определяются его размеры, форма и состав. Тщательно измеряются мощности отдельных литологических разностей и изменение их (мощностей) по простиранию обнажения. Большое внимание уделяется взаимоотношению литологических разностей и характеру границ между ними. В общем, описываются все особенности толщ, участвующих в строении изучаемых форм.

Полевые наблюдения не всегда оказываются достаточными для суждения о генезисе и особенно о возрасте описываемых форм рельефа. Поэтому при изучении обнажений и искусственных выработок производится отбор образцов на различные виды анализов, результаты которых используются при составлении окончательных вариантов геоморфологических карт и написании научных отчетов. Большое внимание на точках наблюдения уделяется изучению современных геоморфологических процессов, это объясняется, в первую очередь, значимостью такого изучения для практических целей.

Густота точек наблюдения определяется масштабом геоморфологической съемки, сложностью рельефа изучаемой территории, возможностями экстраполяции полученных данных, на соседние участки и зависит в значительной мере от обеспеченности качественной топоосновой и аэрофотоматериалами, а также от степени открытости территории. Между точками наблюдений ведутся наблюдения по ходу маршрута.

Все данные полевого изучения геолого-геоморфологических объектов заносятся в специальные полевые дневники, в которых указываются также дата проведения наблюдения, порядковый номер точки наблюдения и ее географическое местоположение.

Описание рельефа и обнажений обычно сопровождается зарисовкой характерных форм рельефа, их фотографированием, составлением схематических геолого-геоморфологических профилей. В последнем случае довольно часто прибегают к инструментальным способам полевых исследований, в частности, к использованию нивелиров или теодолитов-тахеометров. Применение топографо-геодезических инструментов чаще всего бывает необходимо для составления детальных геолого-геоморфологических профилей, для получения точных данных о высоте речных или морских террас, о глубине эрозионных врезов, о величине углов наклона склонов и т. д.

В целом методика полевых геоморфологических исследований очень многообразна, так как используется целый ряд приемов и методик смежных научных дисциплин. Она определяется также задачами, поставленными перед геоморфологическими исследованиями, и характером исследуемых объектов [45].

### **2.1.2. Дешифрирование аэрокосмоснимков территории исследования**

При проведении геоморфологических изысканий аэрокосмические методы применяются: для получения характеристик водного объекта и прилегающей к нему территории на основе дешифрирования аэро- и космических снимков; при изучении

горизонтальных деформаций русел рек, которые в процессе смещения оставляют на пойме следы своего положения в прошлом в виде определенных морфологических образований (форм рельефа); для анализа некоторых процессов и явлений в динамике путем сопоставления разновременных снимков, полученных с определенной периодичностью (затопления пойм и наводнений, ледовых явлений и ледохода, снежного покрова, снеготаяния и др.). Использование этих методов эффективно в труднодоступных районах, на больших реках, а также при необходимости получать оперативную или одновременную информацию на большие по площади территории [35].

Под дешифрированием аэрофотоснимков подразумевается распознавание на снимках объектов, определение их характеристик и отображение условными знаками на схемах, которые в дальнейшем используются для научных и практических целей.

При гидрологических исследованиях выполняют специальное дешифрирование рек, озер, болот и явлений на них: переформирований берегов, русловых деформаций и др. Дешифрирование снимков позволяет определять по рельефу поймы положения русел, которые они занимали в ходе вековых и многолетних переформирований. Особенно четко это можно сделать для меандрирующих рек, поскольку развитие излучин отражается в рельефе пойм в виде «вееров блуждания». По аэрофотоснимкам можно установить относительный возраст пойменных массивов и пространственные соотношения между ними, изменения планового положения бывших рукавов разветвленного русла, параметры древних рукавов русел – староречий [115].

Для дешифрирования рек и их русел используются снимки масштаба 1:10 000 и крупнее. Дешифровочные признаки местности делятся на прямые и косвенные. К прямым признакам относятся: 1) форма и размер изображения на снимке; 2) тон изображения; 3) тень. Косвенные признаки позволяют определить наличие других, связанных с ними объектов. Они имеют большое значение при дешифрировании поверхностных вод. По косвенным признакам можно определить направление течения, приближенно его скорость, мутность воды, характер волнения. Луга и древесная растительность на пойме свидетельствуют о ее большой высоте над меженным уровнем воды в реке и сравнительно меньшей затопляемости; кустарники фиксируют ложбины и пониженные места на пойме, а также недавно сформировавшиеся участки поймы.

Акватории (водные поверхности рек, озер, водохранилищ) различаются по тону изображения в зависимости от мутности воды; в меженный период, когда мутность воды невелика, на реках темный тон водной поверхности соответствует глубоким участкам (плесам); на мелководьях (перекаты, отмельные части русла) цвет воды становится на снимках белесым, и по его изменениям можно судить о грядовом рельефе дна. Белые пятна и полосы в русле соответствуют обсохшим в межень прирусловым отмелям (побочням, осередкам, бичевникам).

Многие особенности гидрографической сети находят отражение на космических снимках. Их дешифрирование сводится к установлению адекватности исследуемого изображения одному из эталонов, внутреннее содержание которого известно. При этом

космические снимки устраняют проблему постоянного и неизбежного «старения» карт, внося в них коррективы. Хорошая обзорность снимков позволяет изучить по ним строение речной сети, распространение озер и болот, определить их взаимодействие с другими элементами ландшафта, рельефом местности, получить подробные характеристики крупных рек, больших озер, устьев рек, болотных массивов.

Космические снимки позволяют получить информацию о больших реках на значительных по протяженности участках, выявить особенности их русел и пойм. По ним определяется морфодинамический тип русла, выделяются возрастные и высотные генерации поймы, стадии и характер ее формирования. По косвенным признакам снимки (аэро- и космические) позволяют расшифровать гидрологический режим поймы: наметить места перелива воды из русла в пойму или возможного развития противотечений, распластывания паводковой волны, установить этапы затопления поймы, выявить взаимное соотношение пойменного и руслового потоков.

В зависимости от целей гидрологического дешифрирования используются космические снимки, полученные в разных диапазонах электромагнитных волн. Среднемасштабные космические снимки имеют масштаб 1:200 000, мелкомасштабные – 1:1 000 000 [57].

### **2.1.3. Картографирование основных элементов руслового анализа**

Задача руслового анализа – выявить режим многолетних и сезонных перестроений русел и на этой основе составить прогноз на различные временные интервалы. Русловый анализ включает [109]:

- 1) определение морфодинамического типа русла, выделение форм русла и форм руслового рельефа;
- 2) оценку условий формирования русла – геолого-геоморфологических факторов, состава и распределения руслообразующих наносов, руслоформирующих расходов воды, устойчивости русла, стока наносов, затопления поймы и т. д.;
- 3) сопоставление разновременных карт и планов, фиксирующих очертания русла на момент съемки, что позволяет установить смещение форм русла (излучин, островов), спрямление излучин, развитие, обмеление или отмирание рукавов, отступление берегов реки из-за их размыва; по лоцманским картам можно также установить смещение побочней и их отторжение от берегов, образование и размыв осередков, изменение глубин на перекатах в зависимости от их расположения по отношению к формам русла;
- 4) сопоставление или совмещение планов русла на отдельные перекаты, полученных в разные годы и в разные фазы водного режима; на этой основе разрабатываются схемы многолетнего и сезонного режима их перестроений;
- 5) определение параметров форм русла и макроформ руслового рельефа, оценка их изменений за временные интервалы, определяемые сроками составления карт.

Общие сведения о речных руслах и условиях руслоформирования дают топографические карты разных масштабов, для судоходных рек – лоцманские карты (карты русла или схемы судовых ходов; картами русла стали называться лоцманские карты с 80-х годов XX в., схемы судовых ходов – схематизированное изображение реки пониженной точности), составляемые и издаваемые регулярно через 5–20 лет. Лоцманские карты позволяют охарактеризовать очертания русла в плане, получить представление о глубинах, расположении отмелей, перекатов, плесовых ложин, протяженности размываемых берегов.

Сопоставление лоцманских карт за многолетний период (для большинства рек России – с начала XX в.), а также топографических карт, аэроснимков и карт (планов) русла, полученных в ходе специальных русловых исследований, позволяют выявить общие тенденции развития горизонтальных русловых деформаций, уточнить параметры русла и определить их изменение по мере развития излучин, разветвлений, рукавов.

Дальнейшая детализация руслового анализа осуществляется сопоставлением планов перекатов, а их совмещение позволяет количественно оценить объемы размывов и аккумуляции наносов за год и за разные фазы гидрологического режима.

На стадии предпроектных изысканий, при составлении программы исследований, разработке отдельных заключений о характере русловых процессов на реках можно пользоваться специальными картами русловых процессов (морфологии и динамики русел). Для территории бывшего СССР и его европейской части такие карты были изданы в серии карт для высшей школы, по существу являющиеся научно-справочными тематическими картами. Они сопровождаются картами-врезками, по которым можно получить дополнительную информацию об условиях руслоформирования. По ним можно установить условия формирования русел, их морфодинамические типы, характеристики русел и некоторые другие показатели.

Топографические карты (к ним относятся крупномасштабные общегеографические карты масштабов от 1:10 000 до 1:200 000) подробно отображают земную поверхность, рельеф, гидрографическую сеть, растительность, грунты (по механическому составу), населенные пункты, хозяйственные объекты, пути сообщения, линии коммуникаций. По ним можно установить отдельные формы русел рек, выделить морфологически однородные участки с преобладающим типом русла, измерить ширину русла, параметры излучин и разветвлений, определить распространение, ширину и высоту поймы, характер растительности на ней (лес, кустарник, луга), положение террасовых и коренных берегов.

Указанные на картах отметки водной поверхности на момент составления (съемки) дают возможность определить уклон реки; другие цифровые обозначения характеризуют высоту берегов, глубину русла на мелководьях (особенно при наличии бродов); специальными знаками, как правило для больших рек, показаны отмели и состав слагающих их руслообразующих наносов (песок, галька, валуны).

Лоцманские карты (карты русла) составляются на судоходные реки (или их участки) бассейновыми управлениями водных путей и судоходства. Они представляют собой альбомы, состоящие из предисловия, навигационно-гидрографического очерка, алфавитного

указателя, условных обозначений, схемы расположения листов и самих листов лоцманской карты. В предисловии содержатся сведения о проекции и масштабе карты, отметках проектного уровня по опорным гидрологическим постам, начальном пункте, от которого даны расстояния по судовому ходу в километрах, дается перечень материалов, использованных при составлении карты, указаны ее составители. Навигационно-гидрографический очерк содержит общие сведения о реке, гидрометеорологические данные (о ветровом режиме, колебаниях уровня воды, течениях, начале ледовых явлений и ледохода), данные о габаритах пути, условиях судоходства и затруднительных для плавания местах, судоходной обстановке, портах, пристанях, рейдах, затонах. Алфавитный указатель состоит из перечня притоков, рукавов, островов, перекатов, пристаней, населенных пунктов с указанием их расстояния от начального пункта и номера листа, на котором они находятся.

Листы карты представляют планы русла в изобатах от проектного уровня с сечением в зависимости от масштаба от 0,25 до 1,0 м. На них обозначены также репера, знаки судоходной обстановки, гидрологические посты, населенные пункты, отдельные здания, береговые и выправительные сооружения, ледорезы, причальные стенки и набережные, мосты, воздушные и подводные переходы, водозаборы, показаны судовые ходы, расстояния по нему в километрах от установленного начального пункта, скорость и направление течения, глубины. Кроме того, на карте отражены характер берегов (пойменных, террасовых, коренных, песчаных, галечных или каменистых), основные формы руслового рельефа (побочни, осередки, острова), состав руслообразующих наносов, скальные мысы на берегах, выходы скал и другие препятствия в русле.

О развитии деформаций русла во времени можно получить представление путем сравнения разновременных планов русла, лоцманских карт (карт русел) судоходных рек. Планы русла составляются на отдельные перекаты или перекатные участки судоходных рек по данным съемки и промеров, выполняемых русловыми изыскательскими партиями районов водных путей, или в ходе специальных русловых изысканий. На водных путях эти работы проводятся, как правило, ежегодно, а на затруднительных для судоходства перекатах – несколько раз в навигацию. Планы перекатов и перекатных участков собираются и хранятся в виде альбомов в масштабе съемки (1:10000–1:2000) за каждый год, в которых они размещаются последовательно сверху вниз по течению реки и в хронологическом порядке для каждого переката. Кроме того, для некоторых районов водных путей составляются и ведутся «паспорта перекатов», в которых помещаются уменьшенные планы перекатов (масштаб М: 10000–1:25000) – один-два наиболее характерные из всех полученных за год. В паспортах имеются также таблицы, содержащие сведения о путевых работах на перекатах и их объемах, плавучей и береговой обстановке на реке, посадках судов на мель, графики связи глубин и уровней, краткие описания происходящих каждый год переформирований перекатов [109].

Сопоставление планов перекатов позволяет выявить не только изменения взаимного расположения морфологических элементов каждого переката от года к году, но и установить режим сезонных и многолетних изменений глубин на его гребне. Совмещение планов

позволяет также определить объемы деформаций (размыва – аккумуляции наносов) за периоды между съемками русла. Сравнение планов перекатов можно производить путем их сканирования и построения с помощью компьютерной программы цифровых моделей русла за разное время с последующим расчетом и анализом деформаций.

Лоцманские карты издаются типографским способом специальными картографическими предприятиями, тиражируются и распространяются среди потребителей. Будучи приведенными к единому проектному уровню воды, они позволяют при их сопоставлении (совмещении) выявить пространственно-временные тенденции в развитии форм русла, установить направленный или периодический их характер, скорости изменений, спрямление и смещение излучин, развитие одних и отмирание других рукавов, смещение вдоль русла побочней и осередков, темпы размыва и наращивания берегов, дать им количественную оценку и в дальнейшем найти корреляционные зависимости между ними и факторами русловых процессов. Последними можно воспользоваться для составления прогнозов общих переформирований русла.

### **Задание 1. Определение морфометрических характеристик рельефа долины реки на основе данных ДЗЗ**

Каждому студенту выдается индивидуальное задание по конкретному водному объекту/ (реке) или его части (для больших и транзитных рек, например, верхнему, среднему или нижнему течению).

**Задачи:** 1) произвести дешифрирование аэрофотоснимков или космоснимков выбранного водного объекта; 2) выделить границы долины, поймы и контуры русла реки; 3) обратить внимание на хозяйственное использование реки, поймы, других водных объектов, отметить гидротехнические сооружения (плотины, дамбы, гидроузлы, шлюзы, водозаборы, мостовые переходы, пристани, лесосплавные сооружения), скальные и глинистые выступы по берегам; 4) определить морфометрические характеристики русла и поймы, в характерных местах измерить ширину реки, поймы и ее отдельных частей (по левому и правому берегу), основных рукавов и проток, длину и ширину островов, параметры излучин; 5) по результатам дешифрирования составить объяснительную записку к схеме, которая должна содержать краткое описание реки, ее русла, поймы, берегов реки, болотных массивов, притоков, овражно-балочной сети, а также оценку условий затопления поймы, течений и эрозионно-аккумулятивных форм на ее поверхности, размыва берегов; 6) составить серию карт по всей реке в масштабе 1:1 000 000 и 1:100 000, для участка изысканий в масштабе 1:25 000 и 1:10 000.

**Исходные материалы:** 1) данные дистанционного зондирования Земли на выбранный участок; 2) ресурсы программ Google Earth, SAS.Planet, OpenStreetMap; 3) литература по данному водному объекту; 4) топографические карты (масштабов 1:3 000 000–1:2 000 000) с

разграфкой на листы карт масштабов 1:1 000 000 и 1:100 000, включающие заданный водный объект.

### ***Порядок выполнения.***

1. Дешифрирование начинают с общего ознакомления с рекой и местностью, изображенной на аэрофотоснимке. При этом определяются границы долины, поймы и контуры русла реки. Речные долины распознаются по наличию реки и рельефу, в целом понижающемуся по направлению к реке и характеризующемуся вытянутостью вдоль нее основных элементов (речных террас, поймы). Пойма выделяется по наименьшей (сравнительно с другими формами рельефа долины) высоте относительно уровня воды в реке, характеру растительности (луга, кустарники, влаголюбивые леса), рельефу поверхности (ложбины, гривы, старичные озера и понижения) и следам затопления во время половодья. Русло реки и его рукава определяются по вытянутой ленте черного цвета с белесыми пятнами на мелководьях и белыми, соответствующими прирусловым отмелям (побочным, осередкам).

Одновременно устанавливается горный или равнинный рельеф местности, заболоченность прилегающей к реке территории, природная зона по характеру растительности), наличие притоков, гидротехнических сооружений, населенных пунктов на берегах. Желательно установить фазу водного режима, во время которой произведена аэрофотосъемка (низкая или высокая межень, спад половодья). Это можно сделать по дате, указанной на снимке, и косвенным признакам (наличие обсохших отмелей, обводненность поймы, наличие или отсутствие заливов в нижних частях пойменных массивов).

2. Получив общее представление о реке и прилегающей к ней местности приступают собственно к дешифрированию аэрофотоснимка. Для этого на снимок накладывается калька, закрепляемая по верхнему его краю, на которую в соответствии с принятыми условными знаками и обозначениями наносятся основные контуры, элементы рельефа или гидрографии, растительного покрова. При дешифрировании аэроснимков следует обратить внимание на хозяйственное использование реки, поймы, других водных объектов, отметить гидротехнические сооружения (плотины, дамбы, гидроузлы, шлюзы, водозаборы, мостовые переходы, пристани, лесосплавные сооружения), скальные и глинистые выступы по берегам. Дороги, населенные пункты, другие различные сооружения, карьеры показываются на схеме обычными топографическими знаками.

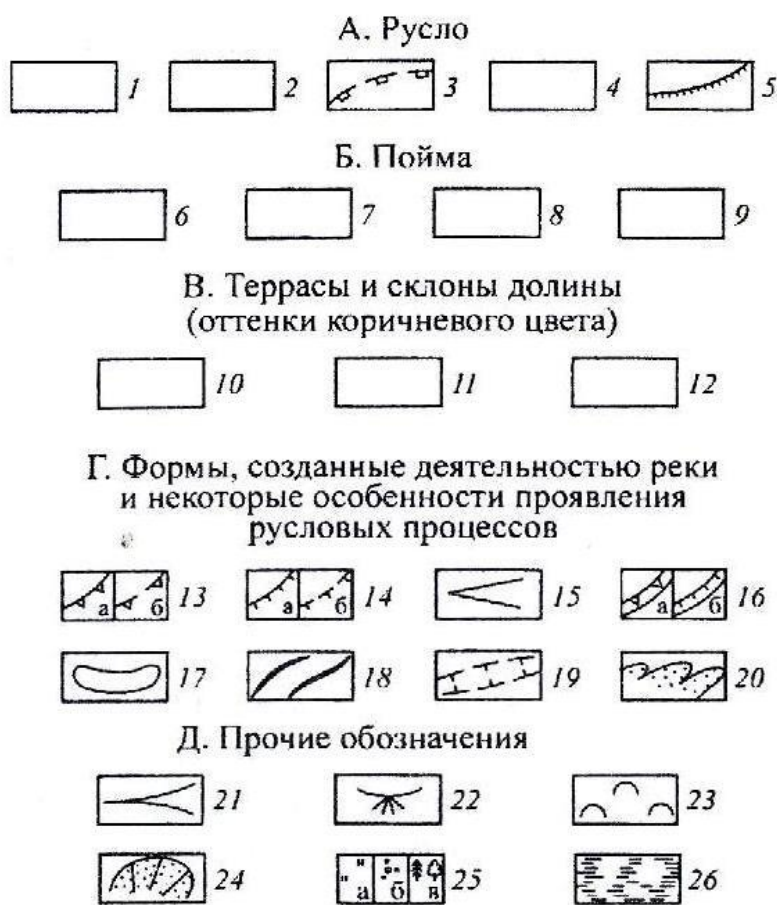
Примерная легенда для дешифрирования снимка (рис. 2.1) может быть представлена в виде системы обозначений, знаков и значков (в тексте указаны цвета; знаки, при которых цвет в легенде не указан, изображаются черными; прямоугольники без указания знака означают крупные контуры; окрашиваемые цветом или показываемые штриховкой, при наличии тени – обозначения разных пространственных элементов).

Некоторые снимки могут охватывать довольно обширные болотные массивы. При их дешифрировании следует выделить болотные речки, озера, площади водосборов болотной гидрографической сети, тип и основные ландшафты, основные формы микрорельефа, ориентировка которых позволяет наметить линии отекания на болоте.



При дешифрировании рек и их берегов следует пользоваться прямыми и косвенными признаками, позволяющими дать правильную интерпретацию того или иного объекта. Коренные берега определяются по теням и большой высоте над рекой. Обычно они сопровождаются узкими белыми полосами вдоль реки, которые соответствуют бичевникам – наклонным площадкам у основания коренного берега.

Различные возрастные и высотные генерации поймы определяются по фототону. Молодая пойма имеет самый светлый тон, средняя – более темный, древняя – еще более темный. Могут быть и иные тона в зависимости от характера растительности (луг, кустарник, лес), заболоченности, увлажненности, литологии пойменного аллювия (песчаный, глинистый).



**Рис. 2.1. Схема условных обозначений для дешифрирования аэрофотоснимка на участок русла и поймы реки**

1 – относительно глубокие (плесовые) участки русла (синий цвет); 2 – отмельные участки русла (голубой цвет); 3 – подвалья подводных частей крупных песчаных гряд; 4 – прирусловые отмели (побочни, осе редки), обсохшие в межень (желтый цвет); 5 – крутые низовые откосы крупных песчаных гряд на поверхности прирусловых отмелей (подвалья); 6 – молодая (низкая) пойма, формирующаяся при зарастании побочней (светлозеленый цвет); 7 – пойма среднего уровня, в основном сформировавшаяся, заросшая густым кустарником (оттенки зеленого цвета); 8 – старая высокая пойма, луговая или поросшая лесом, характеризующаяся хорошо выраженным ложбинно-грядистым рельефом; 9 – наиболее старая и высокая пойма, покрытая лесом или лугами (оттенки серо-болотного цвета); 10 – I надпойменная терраса; 11 – II, III и другие надпойменные террасы или их комплексы; 12 – высокие террасы, водораздельные поверхности, плато и их склоны (п.п. 10–12 – оттенки коричневого цвета); 13 – коренные берега и уступы террас: а) обрывистые; б) сглаженные; 14 – уступы поймы и крупных элементов рельефа пойм: а) обрывистые; б) сглаженные; 15 – эрозионные рытвины на пойме (красный цвет); 16 – подмываемые уступы террас (а) и поймы (б); линия подмыва

вдоль уступа имеет красный цвет, 17 – наиболее крупные пойменные озера (темно-голубой цвет); 18 – наиболее крупные гривы на пойме; 19 – контуры широких ложбин и вытянутых понижений на пойме; 20 – набросы песка и наложенные прирусловые валы в прирусловой части поймы (оранжевый цвет); 21 – овраги (коричневый цвет); 22 – конусы выноса оврагов и небольших речек на пойму (коричневый цвет); 23 – оползни, обвалы, осыпи на склонах и уступах террас и плато (красный цвет); 24 – дюны на поверхности поймы и террас (коричневый цвет); 25 – растительность: а) луговая; б) кустарники; в) лесная; 26 – болота

В русле обычно хорошо читаются косы, отмели, пороги, шиверы, особенно при прозрачной воде, благодаря чему на снимке просматривается рельеф дна. Подводные песчаные мели и перекаты легко распознаются по более светлому тону дна (белесоватость), плесы – по более темному (черный цвет, пороги и шиверы – по белым рассредоточенным вытянутым полосам).

О прозрачности воды можно судить по тону: чистая вода при больших глубинах имеет темный тон, при малых глубинах просматривается дно. Мутная вода имеет светлый тон. Водная растительность в русле распознается по характерной структуре и более светлому тону по сравнению с темным тоном воды.

Размываемые берега реки обычно имеют вид четкой границы водной поверхности и суши, часто фиксируемой белой лентой, особенно если береговой уступ сложен песками.

3. Имея схему дешифрирования аэроснимка, дополнить ее рядом характеристик реки по косвенным признакам.

Направление течения определяется по следующим признакам: 1) притоки, как правило, впадают под острым углом, вершина которого направлена вниз по течению; 2) неровности береговой линии направлены обычно острым концом вниз по течению; 3) заводи (заливы в низовых частях пойменных массивов и отмелей) слепым концом направлены против течения; 4) острова и отмели (побочни) тупым концом направлены вверх по течению, их ухвостья, образующие острые углы, и косы – напротив, вниз по течению; 5) ледорезы мостов направлены вверх по течению; 6) белые пятна вспененной воды на порогах и шиверах вытянуты вниз по течению; 7) лесосплавные сооружения (запаны) открыты вверх по течению. Направление течения показывается стрелкой на схеме дешифрирования снимка.

Для приближенной оценки скорости течения можно воспользоваться следующими косвенными признаками: 1) большая извилистость равнинной реки свидетельствует о небольшой скорости течения – порядка 0,3 м/с; 2) наличие водной растительности свидетельствует о еще меньших скоростях; 3) поверхность воды не имеет видимых структурных образований при скоростях течения до 1,5 м/с; 4) структурное изображение водной поверхности (вихревые образования) говорят о больших скоростях течения. Скорость течения следует подписать на схеме, сделав разрыв в стрелке направления течения или рядом с ней. Сама стрелка должна быть частью линии наибольших глубин, которая проводится по светлотону на глубоких и мелководных участках реки.

Места перелива воды из русла в пойму при ее затоплении определяются по взаиморасположению русла и поймы, и наличию вдоль бровки поймы на ее поверхности выбросов песка и наложенных прирусловых валов. Последние хорошо дешифрируются по белому цвету и языкообразной форме, причем языки набросов песка своим дистальным

концом указывают на направление потока. В пределах поймы, вдали от русла, о направлении течений могут свидетельствовать также аккумулятивные песчаные образования вдоль старинных озер и пойменных проток, проток в низовых частях пойменных массивов. Места активного перелива воды в пределы поймы можно заштриховать вдоль бровки, а направление транзитного течения на ее поверхности показывать стрелками в тех местах, где его можно было определить.

4. Определяются морфометрические характеристики русла и поймы, поскольку известен масштаб снимка. В характерных местах следует измерить ширину реки, поймы и ее отдельных частей (по левому и правому берегу), основных рукавов и проток, длину и ширину островов, параметры излучин и т. д. Зная высоту кустарников, деревьев, отдельно стоящих предметов, можно приближенно оценить высоту берегов реки, особенно подмываемых. Полученные результаты измерений подписываются на кальке или представляются в форме таблицы. Данные таблицы должны иметь четкую привязку на схеме дешифрирования (например, створы и их номера).

5. По результатам дешифрирования следует составить объяснительную записку к схеме, которая должна содержать краткое описание реки, ее русла, поймы, берегов реки, болотных массивов, притоков, овражно-балочной сети, а также оценку условий затопления поймы, течений и эрозионно-аккумулятивных форм на ее поверхности, размыва берегов.

#### **Варианты исследуемых территорий:**

1. Река Вах.
2. Река Аган.
3. Река Северная Сосьва.
4. Река Обь.
5. Река Юган.
6. Река Иртыш.
7. Река Казым.
8. Река Пим.
9. Река Лямин.
10. Река Назым.
11. Река Тромъеган.
12. Река Конда.
13. Река Салым.

#### ***Рекомендуемая литература.***

1. Ботавин Д.В. Картографирование русел равнинных рек на основе базы пространственных данных // Материалы международной конференции ИнтерКарто/ИнтерГИС-15: Устойчивое развитие территорий: теория ГИС и практический опыт (Пермь, Гент, 29 июня – 1 июля). 2009. С. 367-372.

2. Книжников Ю.Ф., Кравцова В.И., Тутубалина О.В. Аэрокосмические методы географических исследований. М.: Академия, 2004. 336 с.

3. Середовских Б.А. Использование ГИС-технологий при исследовании гидрологических опасностей бассейна реки Конды // Открытые эволюционирующие системы: цифровая трансформация: материалы Шестой междунар. научно-практ. конф. (Хабаровск, 8–9 июня 2022 г.). Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2022. С. 59-68.

4. Технология наложения старой карты на спутниковый снимок в Google Earth. <https://clck.ru/32kZDr>

5. Проект OpenStreetMap. Гипсометрическая карта. <https://clck.ru/375uTh>

6. Доступные алгоритмы преобразования / Документация QGIS 2.0 <https://clck.ru/375uUp>

7. Чабан Л.Р. Автоматизированная обработка аэрокосмической геоинформации для картографирования геопространственных данных. Министерство образования и науки Российской Федерации, Московский государственный университет геодезии и картографирования, Москва, 2014. 105 с.

8. Еськов А. Краткое введение в ГИС (на примере QGIS). <https://clck.ru/32kYwg>

## **Задание 2. Построение серии карт плановых русловых деформаций береговой линии рек ХМАО – Югры**

Каждому студенту выдается индивидуальное задание по конкретному водному объекту/ (реке) или его части (для больших и транзитных рек, например, верхнему, среднему или нижнему течению) с указанием целей изысканий (проектирование гидроузла комплексного назначения, подводных, мостовых или воздушных ЛЭП, переходов через реки, водозаборов, мероприятий по реконструкции водного пути, берегозащитных и противопаводковых сооружений) на определенном его участке.

**Задачи:** 1) произвести картометрические расчеты уклонов русла в % и их изменение по длине реки как частное от деления разности отметок урезов воды на расстояние между ними по руслу реки. На основании данных расчетов в программе AutoCAD построить продольный профиль русла реки.

2) в результате сопоставления разновременных карт установить смещение форм русла (излучин, островов), спрямление излучин, развитие, обмеление или отмирание рукавов, отступление берегов реки из-за их размыва для данной территории русла реки.

3) создать карты деформации береговой линии в пределах населенных пунктов Ханты-Мансийского автономного округа – Югры с помощью географической информационной системы QGIS.

### **Исходные материалы:**

1) Лоцманские карты рек бассейна Оби разных лет выпуска:

– Лоцманская карта реки Оби от устья р. Томи до устья р. Иртыша и протоки Юганская Обь, 1965 г., масштаб 1:50 000;

– Карта реки Обь от селения Соснино до устья реки Иртыша, 1980 г., масштаб 1:25 000;

– Карта реки Вах от 58 км до устья, 1978 г., масштаб 1:10 000.

2) Топографические карты Ханты-Мансийского автономного округа;

3) Литература по данному водному объекту;

4) Информационные системы QGIS, AutoCAD, OpenStreetMap.

#### ***Порядок выполнения.***

1. Выполняется анализ лоцманских карт. Сначала нужно внимательно рассмотреть фрагменты лоцманских карт разных лет издания и визуально оценить произошедшие за время между их составлением общие изменения русла. Затем, опираясь на постоянные точки, провести вспомогательные линии, позволяющие сопоставлять их между собой. После этого следует дать оценку переформирований русла для каждой его формы в пределах участка (излучин, разветвлений) и постараться найти сопряженность в их развитии. Опираясь на них, определяются величины смещения излучин, побочней, размываемых берегов, островов; можно также определить изменения радиусов кривизны, шагов и других параметров излучин, размеров побочней и перекатов.

Анализ сопоставленных карт позволит выявить и другие переформирования русла: спрямление излучины и заполнение наносами образовавшейся старицы, отмирание второстепенных рукавов, изменения в расположении зон размыва

После получения необходимых данных и их анализа составляется описание переформирований, причем указываются для размываемых берегов и смещения побочней скорости этих процессов в м/год (путем деления величины смещения бровки берега или побочней на число лет между годами издания карт). Для форм русла, углубившихся за рассматриваемый период (развившийся рукав, плесовая ложина и т. д.) указывают величины размыва дна русла, опираясь на изменения отметок глубин, показанных на картах. Для обмелевших частей русла (рукав реки, отшнуровавшаяся старица) изменение глубин показывает величину слоя аккумуляции в них наносов.

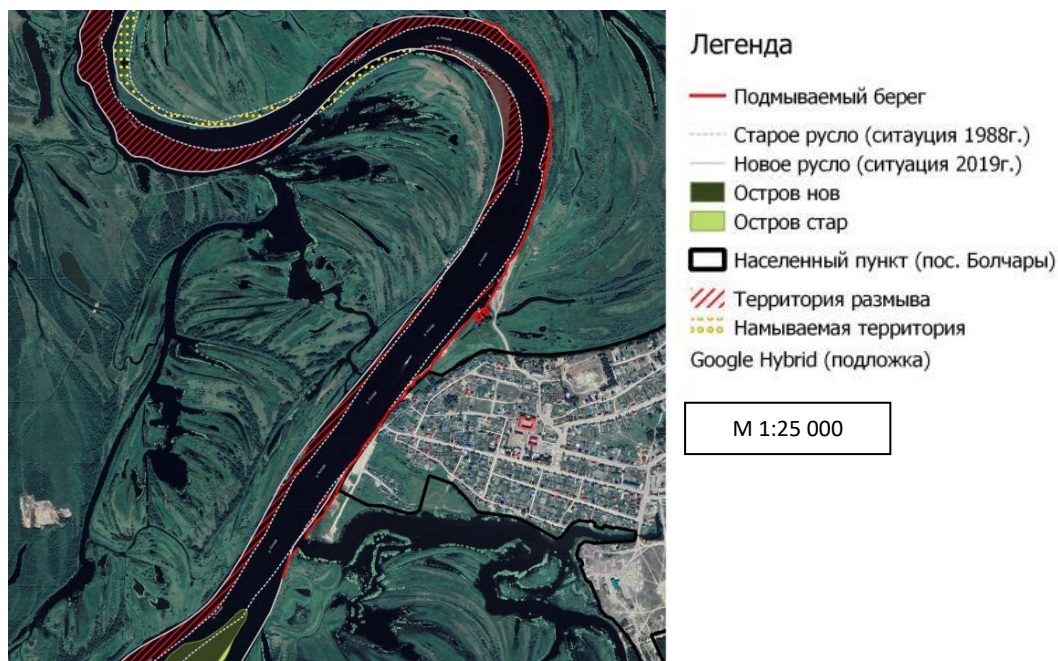
2. Наглядное представление о деформациях русла можно получить также методом совмещения – наложения друг на друга двух последующих карт участка реки. Для проведения ретроспективного анализа изменения местоположения русла реки используется картометрический метод, который заключается в определении местоположения и площади различных видов водных объектов по картографическому материалу масштаба от 1:50000 до 1:25000. Для этого производится наложение разновременных карт на современные спутниковые снимки в программе Google Earth или SAS.Planet [89]. Создание накладываемого изображения выполняется по следующей технологии [101].

1) В окне 3D-просмотра программы SAS.Planet выбирается участок, на который нужно наложить изображение причем, угол просмотра карты должен максимально соответствовать углу просмотра накладываемого изображения.

2) Размер изображения приводится в соответствие с масштабом карты.

3) Задается соответствующая степень прозрачности, наложение должно быть настолько прозрачным, чтобы можно было видеть и детали самого изображения, и русловые процессы под ним.

4) С помощью линейных знаков фиксируется местоположение русла реки: «старого» (на лоцманской карте) – пунктиром, современного на космоснимке – сплошной линией. Размыв показывается обычно штриховкой или оттенками синего цвета, намыв – крапом или оттенками желтого цвета (на рисунке совмещение проведено по нулевой изобате и контуру русла), причем густота штриховки (цвета) зависит от величины размыва или аккумуляции. Образец полученной карты приведен на рисунке 2.2.



**Рис. 2.2. Картосхема изменения береговой линии (с. Болчары) за период 1988–2019 гг.**

3. По такой же схеме производится сопоставление и совмещение планов перекатов. Различие заключается в том, что на них отражено состояние русла в пределах отдельного переката в течение двух-трех следующих друг за другом лет, а на протяжении одного из них – в разные фазы водного режима, что находит отражение в величинах срезки уровня.

Использование многолетних планов позволяет установить смещение год от года побочней, перекатов, развитие осередка и проток возле него, изменение положения корыта переката, искривление (или выполаживание) стрежня потока и судового хода на перекате, а если планы получены для одной фазы режима (близкие величины срезки уровней и даты) – изменение глубин. Последнее можно увязать с другими происшедшими на перекате деформациями. Сопоставление планов, полученных в течение одного года, дает возможность выявить изменения глубин на перекате в разные фазы режима, развитие кос вдоль побочней и в их ухвостях, продвижение кос на седловину переката, размыв или обмеление той или иной части переката в разные фазы режима.

Планы переката за разные годы или за разные сезоны года (фазы режима) можно совместить, накладывая последовательно один на другой, используя для этого копии на кальках. Изменения положения одноименных изобат позволяют установить зоны эрозии и аккумуляции и определить их величины. Зоны закрашиваются разными цветами или

заштриховываются, показываются крапом; интенсивность цвета (штриховки, крапа) зависит от величины размыва или аккумуляции.

4. Составляется краткая объяснительная записка, в которой должны быть отражены особенности многолетнего или сезонного (или только многолетнего, или сезонного) режима перекаатов с количественной оценкой деформаций, происшедших за 2–3 года и (или) в течение навигации. При этом можно составить таблицы или сделать дополнительные графические построения, иллюстрирующие направленность деформаций (например, совмещенные разновременные поперечные и продольные профили).

#### ***Отчетные материалы:***

1) Картометрические расчеты уклонов русла в % и их изменение по длине реки, продольный профиль русла реки.

2) Аналитическая записка с указанием смещения форм русла (излучин, островов), спрямления излучин, развития, обмеления или отмирания рукавов, отступления берегов реки из-за их размыва для данной территории русла реки.

3) Карты деформации береговой линии в пределах населенных пунктов Ханты-Мансийского автономного округа – Югры в программе географической информационной системы QGIS.

#### ***Варианты исследуемых территорий:***

1. Бассейн реки Вах (пос. Излучинск, пос. Ваховск, с. Охтеурье, с. Ларьяк, с. Большетархово, дер. Корлики).

2. Бассейн р. Аган (г. Радужный, пос. Новоаганск, пос. Варъеган).

3. Бассейн р. Сев. Сосьва (городское поселение Березово, с. Теги, пос. Игрим, п. Сосьва, п. Устрем, д. Шайтанка, с. Пугоры).

4. Река Обь (г. Нижневартовск, г. Сургут, д. Белогорье, пос. Кирпичный, пос. Сергино, с. Чеускино, пос. Высокий Мыс, с. Лемпино, п. Луговской, с. Зенково, с. Елизарово, с. Сытомино, с. Троица, д. Шапша, с. Ванзеват, с. Нялинское, д. Лямина, с. Покур, п. Карымкары, с. Шеркалы, п. Красноленинский, д. Сухорукова, с. Перегребное, с. Малый Атлым, с. Полноват, с. Тугияны, д. Пашторы).

5. Бассейн реки Юган (город Нефтеюганск, с. Угут).

6. Река Иртыш (город Ханты-Мансийск, пос. Сибирский, с. Батово, с. Реполово, с. Тюли, с. Цингалы, д. Ярки, п. Бобровский, д. Базьяны, д. Лугофилинская).

#### ***Рекомендуемая литература.***

1. Лезин В.А. Реки Ханты-Мансийского автономного округа: справ. Пособие. Тюмень: Вектор Бук, 1999. 160 с.

2. Ботавин Д.В. Картографирование русел равнинных рек на основе базы пространственных данных // Материалы международной конференции ИнтерКарто/ИнтерГИС-15: Устойчивое развитие территорий: теория ГИС и практический опыт (Пермь, Гент, 29 июня – 1 июля). 2009. С. 367-372.

3. Середовских Б.А. Использование картографического метода при обследовании населенных пунктов в бассейне реки Конды, подверженных негативному воздействию вод //

Научные труды магистрантов и аспирантов. Вып. 16. Нижневартовск: Нижневартовский государственный университет, 2019. С. 299-305.

4. Середовских Б.А. Использование разновременных лоцманских карт как источника диагностики изменения территории (научная статья) // Историческая география России: концептуальные основы комплексных полимасштабных исследований регионов: материалы VI Междун. научно-практ. конференции, Санкт-Петербург, РГПУ им. А. И. Герцена 18–19 ноября 2020 г. СПб.: Астерион, 2020. С. 243-247.

5. Проект OpenStreetMap. Гипсометрическая карта. <https://clck.ru/375uTh>

6. Доступные алгоритмы преобразования / Документация QGIS 2.0. <https://clck.ru/32kYwM>

### **Вопросы и задания для самоконтроля**

1. Какими причинами обусловлены наводнения?
2. Чем отличается потенциальная опасность наводнений от их риска?
3. Какие бывают склоновые процессы?
4. Назовите причины проявления оползневого процесса.
5. Как ведётся борьба с оползнями?
6. Как образуются сели и какую опасность они представляют?
7. Как ведётся борьба с селевыми потоками?
8. Что такое снежная лавина? Как она образуется?
9. Как ведётся пассивная и активная борьба с лавинами?
10. Каковы действия населения при активизации селей и снежных лавин?

## **2.2. МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ ОПАСНЫЕ ПРИРОДНЫЕ ЯВЛЕНИЯ**

К неблагоприятным метеорологическим явлениям относятся метеорологические явления, которые по своим характеристикам (интенсивности, продолжительности) не достигают критериев ОЯ, но значительно затрудняют деятельность отдельных отраслей экономики [11].

Опасное природное явление (ОПЯ) – гидрометеорологическое или гелиогеофизическое явление, которое по интенсивности развития, продолжительности или моменту возникновения может представлять угрозу жизни или здоровью граждан, а также может наносить значительный материальный ущерб (Приложение 1).

На основании приведенного ниже типового (примерного) перечня опасных явлений территориальные управления гидрометслужбы (УГМС) составляют уточненный с учетом местной специфики перечень опасных явлений для своей территории обслуживания (табл. 2.3, Приложение 3) [79].



## Типовой перечень и критерии опасных метеорологических явлений [79]

Наименование ОЯ	Характеристики и критерии или определение ОЯ
А.1 Очень сильный ветер	Ветер при достижении скорости при порывах не менее 25 м/с, или средней скорости не менее 20 м/с; на побережьях морей и в горных районах 35 м/с или средней скорости не менее 30 м/с
А.2 Ураганный ветер (ураган)	Ветер при достижении скорости 33 м/с и более
А.3 Шквал	Резкое кратковременное (в течение нескольких минут, но не менее 1 мин) усиление ветра до 25 м/с и более
А.4 Смерч	Сильный маломасштабный вихрь в виде столба или воронки, направленный от облака к подстилающей поверхности
А.5 Сильный ливень	Сильный ливневый дождь с количеством выпавших осадков не менее 30 мм за период не более 1 ч
А.6 Очень сильный дождь (очень сильный дождь со снегом, очень сильный мокрый снег, очень сильный снег с дождем)	Выпавший дождь, ливневый дождь, дождь со снегом, мокрый снег с количеством не менее 50 мм, в ливнеопасных (селеопасных) горных районах – не менее 30 мм за период времени не более 12 ч
А.7 Очень сильный снег	Выпавший снег, ливневый снег с количеством не менее 20 мм за период времени не более 12 ч
А.8 Продолжительный сильный дождь	Дождь с короткими перерывами (не более 1 ч) с количеством осадков не менее 100 мм (в ливнеопасных районах с количеством осадков не менее 60 мм) за период времени более 12 ч, но менее 48 ч, или 120 мм за период времени более 2 сут
А.9 Крупный град	Град диаметром 20 мм и более
А.10 Сильная метель	Перенос снега с подстилающей поверхности (часто сопровождаемый выпадением снега из облаков) сильным (со средней скоростью не менее 15 м/с) ветром и с метеорологической дальностью видимости не более 500 м продолжительностью не менее 12 ч
А.11 Сильная пыльная (песчаная) буря	Перенос пыли (песка) сильным (со средней скоростью не менее 15 м/с) ветром и с метеорологической дальностью видимости не более 500 м продолжительностью не менее 12 ч
А.12 Сильный туман (сильная мгла)	Сильное помутнение воздуха за счет скопления мельчайших частиц воды (пыли, продуктов горения), при котором значение метеорологической дальности видимости не более 50 м продолжительностью не менее 12 ч
А.13 Сильное гололедно - изморозевое отложение	Диаметр отложения на проводах: гололеда – диаметром не менее 20 мм; сложного отложения или мокрого (замерзающего) снега – диаметром не менее 35 мм; изморози – диаметр отложения не менее 50 мм
А.14 Сильный мороз	В период с ноября по март значение минимальной температуры воздуха достигает установленного для данной территории опасного значения или ниже его
А.15 Аномально-холодная погода	В период с октября по март в течение 5 дней и более значение среднесуточной температуры воздуха ниже климатической нормы на 7 °С и более
А.16 Сильная жара	В период с мая по август значение максимальной температуры воздуха достигает установленного для данной территории или выше его.
А.17 Заморозки	Понижение температуры воздуха и/или поверхности почвы (травостоя) до значений ниже 0°С на фоне положительных средних суточных температур воздуха в периоды активной вегетации сельскохозяйственных культур или уборки урожая, приводящее к их повреждению, а также к частичной или полной гибели урожая сельскохозяйственных культур

А.18 Аномально- жаркая погода	В период с апреля по сентябрь в течение 5 дней и более значение среднесуточной температуры воздуха выше климатической нормы на 7 °С и более
А.19 Чрезвычайная пожарная опасность	Показатель пожарной опасности относится к 5-му классу (10 000 °С по формуле Нестерова)

### 2.2.1. Основы метеорологических исследований

Разработка паспорта климатической безопасности [7] является важным этапом адаптации региона России к изменениям климата. В соответствии с методикой документ включает основные гидрометеорологические характеристики субъекта РФ: температура приземного воздуха, относительная и абсолютная влажность приземного воздуха; количество атмосферных осадков; скорость и направление приземного ветра; расход воды основных рек; повторяемость интенсивных осадков (число дней в году с осадками не менее 10 мм); продолжительность сухих периодов (максимальное число последовательных дней в году с осадками менее 1 мм); продолжительность залегания снежного покрова; повторяемость опасных и особо опасных явлений [7].

Завершает характеристику региона оценка риска для населения (включая отдельные его группы) и хозяйственных объектов территории субъекта Российской Федерации, подверженных негативному воздействию погодно-климатических факторов. При этом риск рассчитывается как произведение вероятности негативного воздействия погодно-климатических факторов на степень защищенности (уязвимости) населения и хозяйственных объектов территории к указанному воздействию, которая (степень уязвимости) определяется как доля от нормативно установленного значения защищенности, принимаемого за единицу или 100% [7].

В методике Минэкономразвития климатические риски территорий рекомендуется оценивать по следующим источникам риска: очень сильный ветер (в том числе ураган, шквал, смерч), засуха, заморозки, аномальная жара (холод), крупный град, аномальные атмосферные осадки, грозы, чрезвычайно высокая пожарная опасность и др. [8] отобраны некоторые опасные метеорологические и агрометеорологические явления [11].

Для характеристики степени климатического риска региона, согласно методике Минэкономразвития, применяются различные оценки, для которых разработаны специальные табличные формы приложений [7]. На первом этапе определяются пороговые значения чувствительности (работоспособности) объектов воздействия при наличии фактора (факторов) климата различной интенсивности и продолжительности. То есть сопоставляются сочетание силы и продолжительности климатического фактора, при которых он переходит в категорию опасных явлений для некоего объекта воздействия. Далее проводится ретроспективная оценка климатических рисков территорий с их распределением по уровням опасности. Каждый фактор риска рекомендуется характеризовать показателями интенсивности, распространенности и продолжительности воздействия, которые позволяют идентифицировать уровень его опасности по следующим категориям: чрезвычайно опасный (катастрофический), весьма опасный, опасный и умеренно опасный в соответствии с

предложенными индикаторами. УГМС Росгидромета определяют пороговые значения двух уровней – опасного и неблагоприятного явления [11]. Завершают характеристику климатических рисков по методике Минэкономразвития (2021) ожидаемые изменения климата по территории в соответствии с прогнозом Росгидромета и описание прогнозируемых изменений в распределении климатических рисков территории.

Для оценки площадей, подверженных опасным гидрометеорологическим явлениям на территории округа, выполняется привязка и оцифровка картографических материалов из различных источников в программе QGIS. В качестве цифровой модели рельефа можно использовать интерактивную гипсометрическую карту проекта Open Street Map [82].

### **Задание 3. Систематизация и картографирование опасных явлений погоды**

#### **Задачи**

1. Произвести аналитический обзор о статистике, динамике и территориальном распределении опасных явлений погоды по территории ХМАО – Югры.

2. Разработать картографический материал с помощью географической информационной системы QGIS:

- Метели;
- Гололед;
- Туманы;
- Сильный ветер;
- Аномальные явления погоды.

3. На основе произведенных исследований произвести прогностическую оценку вероятности ОЯП на основе анализа климатических изменений за последние 15-20 лет для разных территорий ХМАО – Югры.

**Исходные материалы:** 1) Климатический справочник СССР. Метеорологические данные за отдельные годы. Выпуски 1–34. Л.: Гидрометеиздат, 1952–1957; 2) Справочник по климату СССР. Метеорологические данные за отдельные годы. Выпуски 1–34. Л.: Гидрометеиздат, 1966–1970; 3) Метеорологический ежемесячник СССР. Выпуски 1–34, ч. 2. 1961–1990; 4) Булыгина О.Н., Разуваев В.Н., Александрова Т.М. Описание массива данных суточной температуры воздуха и количества осадков на метеорологических станциях России и бывшего СССР (ТТТТ). <http://meteo.ru/data>

#### **Порядок выполнения.**

1. Составляется описание основных метеорологических материалов по изучаемой территории, входящих в справочные издания Росгидромета выпусков последних лет. Оно должно включать их перечень по разделам: «температура воздуха», «температура поверхности почвы», «атмосферное давление», «ветер», «влажность воздуха», «атмосферные осадки», «снежный покров», «облачность», «солнечное сияние», «метеорологическая дальность видимости» и т. д.

2. Составляется *список литературы* на основании регионального и алфавитного каталогов, имеющихся в библиотеке, в соответствии с правилами библиографии.

3. По результатам ознакомления с метеорологическими материалами и литературой, аналитический обзор о статистике, динамике и территориальном распределении опасных явлений погоды по территории ХМАО – Югры. Ряд данных представляется в виде таблиц.

4. Для оценки площадей, подверженных опасным гидрометеорологическим явлениям на территории округа, выполняется привязка и оцифровка картографических материалов из различных источников в программе QGIS.

5. На основе произведенных исследований произвести прогностическую оценку вероятности ОЯП на основе анализа климатических изменений за последние 15–20 лет для разных территорий ХМАО – Югры.

#### **Варианты исследуемых территорий:**

1. Нижневартовский район.
2. Сургутский район.
3. Советский район.
4. Кондинский район.
5. Октябрьский район.
6. Березовский район.
7. Белоярский район.
8. Ханты-Мансийский район.
9. Нефтеюганский район.

#### **Рекомендуемая литература.**

1. Булыгина О.Н., Копылов В.Н., Коршунова, Н.Н. Создание специализированной базы данных климатических характеристик региона на примере Ханты-Мансийского автономного округа – Югры // Вестник кибернетики. 2013. № 12. С. 71-80.

2. Дегтярев А.С., Драбенко В.А., Драбенко В.А. Статистические методы обработки метеорологической информации. СПб., Андреевский издательский дом, 2015. 225 с.

3. Отчет Обь-Иртышского УГМС «Расчет основных климатических характеристик для определения изменения климата на территории Ханты-Мансийского автономного округа – Югры» в рамках государственной программы «Обеспечение экологической безопасности Ханты-Мансийского автономного округа – Югры на 2018-2025 годы и на период до 2030 года». Ханты-Мансийск, 2018. 42 с.

4. Перечень и критерии опасных природных явлений, действующие на территории деятельности ФГБУ «Обь-Иртышское УГМС». Утверждено приказом ФГБУ «Обь-Иртышское УГМС» от 17.04.2014 № 93, Официальный сайт Обь-Иртышского УГМС. <https://clck.ru/375vAi>

#### **Вопросы и задания для самоконтроля**

1. Дайте общую характеристику стихийных явлений в атмосфере согласно классификации.

2. Приведите характеристику циклонов и антициклонов средних широт.
3. Дайте характеристику шквальных бурь и смерчей.
4. Каковы действия населения в условиях угрозы возникновения урагана или бури?
5. Укажите существующие экстремальные осадки и снежно-ледниковые явления в России и их влияние на жизнедеятельность человека.
6. Дайте характеристику гроз, градобитий. Какова защита от опасности, исходящей от них?
7. Что такое экстремальные температуры воздуха и каково их влияние на жизнедеятельность человека?

### 2.3. ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ ОПАСНЫЕ ПРИРОДНЫЕ ЯВЛЕНИЯ

Среди гидрологических явлений к опасным следует отнести:

- *высокие уровни воды* (при половодьях, дождевых паводках, заторах льда, зажорах, ветровых нагонах) – уровни, при которых возможно затопление пониженных частей городов, населенных пунктов, посевов сельскохозяйственных культур, автомобильных дорог или повреждение крупных промышленных и транспортных объектов;
- *раннее замерзание и позднее вскрытие* судоходной реки, водохранилища или озера, повторяющееся не чаще чем 1 раз в 10 лет;
- *появление льда*, непроходимого судами и ледоколами в период навигации на судовых трассах;
- *интенсивный ледоход*, угрожающий напором льда на речные гидротехнические сооружения и их разрушением; внутриводный лед, забивающий водозаборные сооружения;
- *наледи*, слоистые ледяные массивы, приводящие к подпору воды в реках и затоплению прилегающей территории холодной водой, а также разрушающие различного рода сооружения путем статического и динамического давления наледного льда на них;
- *оползни и разрушение берегов*, наиболее ярко проявляющееся на вновь созданных водохранилищах, которые угрожают различного рода сооружениям на берегах, в том числе жилым постройкам (табл. 2.4).

Таблица 2.4

**Гидрологические опасные явления [79]**

№ п/п	Название ОЯ	Определение	Критерии
1.1	Половодье	Фаза водного режима реки, ежегодно повторяющаяся в данных климатических условиях в один и тот же сезон, характеризующаяся наибольшей водностью, высоким и длительным подъемом уровня воды и вызываемая снеготаянием или совместным таянием снега и ледников (по ГОСТ 19179)	Критические отметки, для каждого поста указаны в Таблице 2.5
1.2	Затор	Скопление льдин в русле реки во время ледохода, вызывающее стеснение водного сечения и	Критические отметки, для каждого поста

		связанный с этим подъем уровня воды (по ГОСТ 19179)	указаны в Таблице 2.5
1.3	Паводок	Фаза водного режима реки, вызываемая дождями или снеготаянием во время оттепелей, которая может многократно повторяться в различные сезоны года, характеризуется интенсивным, обычно кратковременным увеличением расходов и уровней воды (по ГОСТ 19179)	Критические отметки, для каждого поста указаны в Таблице 2.5
1.4	Низкая межень (низкий уровень воды)	Понижение уровня воды ниже проектных отметок водозаборных сооружений и навигационных уровней на судоходных реках в конкретных пунктах в течение не менее 10 дней	Критические отметки, для каждого поста указаны в Таблице 2.5
1.5	Раннее ледообразование	Экстремально раннее появление плавучего льда и образование ледостава на судоходных реках, озерах в конкретных пунктах	Дата раннего ледообразования для конкретного пункта повторяемостью не чаще 1 раза в 10 лет

Таблица 2.5

### Опасные уровни воды (высокие и низкие) для населенных пунктов Тюменской области [79]

№ п/п	Река	Пункт	Отметка нуля гидрологического поста в метрах,	Критические отметки высоких уровней воды над нулем поста(в см)	Критические отметки низких уровней воды над нулем поста (в см)
1	2	3	4	5	6
1	Обь, пр. Вартовская	Нижневартовск	29.98 БС	980	
2	Обь	Сургут	25.98 БС-77	<b>835</b>	
3	Обь, пр. Юганская Обь	Нефтеюганск	22.50 БС-77	935	
4	Обь, пр. Сытоминка	Сытомино	20.42 БС-77	948	
5	Обь	Белогорье	14.07 БС	1180	
6	-«-	Октябрьское	9.66 БС	<b>1050</b>	
7	-«-	Салехард	0.52 БС-77	600	
8	Большой Юган	Угут	31.38 БС-77	826	
9	Иртыш	Тобольск	35.40 БС-77	853	-270
10	-«-	Уват	25.83 БС	1285	
11	-«-	Демьянское	25.15 БС	1064	
12	-«-	Ханты - Мансийск	17.22 БС	913	
13	Ишим	Ишим	69.54 БС-77	850	-150
14	-«-	Абатский	60.77 БС-77	<b>940</b>	
15	-«-	Викулово	54.22 БС-77	1000	
16	Тобол	Ялуторовск	49.30 БС	850	-240
17	-«-	Иевлево	38.56 БС-77	950	
18	Исеть	Исетское	57.98 БС-77	550	
19	Тура	Тюмень	48.52 БС	850	-90
20	-«-	Покровское	42.69 БС-77	906	
21	Пышма	Богандинское	50.52 БС	662	
22	Тавда	Нижняя Тавда	40.40 БС	900	
23	Конда	Кондинское	33.64 БС	255	
24	-«-	Болчары	26.75 БС	506	

25	-«-	Алтай	19.63 БС	943	
26	Северная Сосьва	Игрим	7.43 БС-77	828	
27	-«-	Березово	6.25 БС-77	744	
28	Сыня	Овгорт	5.01 БС-77	<b>700</b>	
29	Надым	Надым	7.59 БС-77	520	
30	Пур	Уренгой	5.82 БС	975	
31	-«-	Самбург	-2.12 БС-77	871	
32	Пяку-Пур	Тарко-Сале	15.27 БС-77	<b>1030</b>	
33	Ляпин	Саранпауль	13.58 БС-77	<b>1150</b>	

Под наводнением понимают стихийное затопление суши водой, выступившей из берегов, в результате сильных ливней, таяния снега, нагонных или подпорных явлений.

Опасность наводнений зависит, прежде всего, от высоты подъема уровня воды в реке. При этом важнейшей характеристикой является максимальный уровень воды, который косвенно характеризует площадь, слой и продолжительность затопления местности. Все наводнения, несмотря на многообразие вызывающих их причин, могут быть объединены в пять основных типов по особенностям формирования (рис. 2.3).

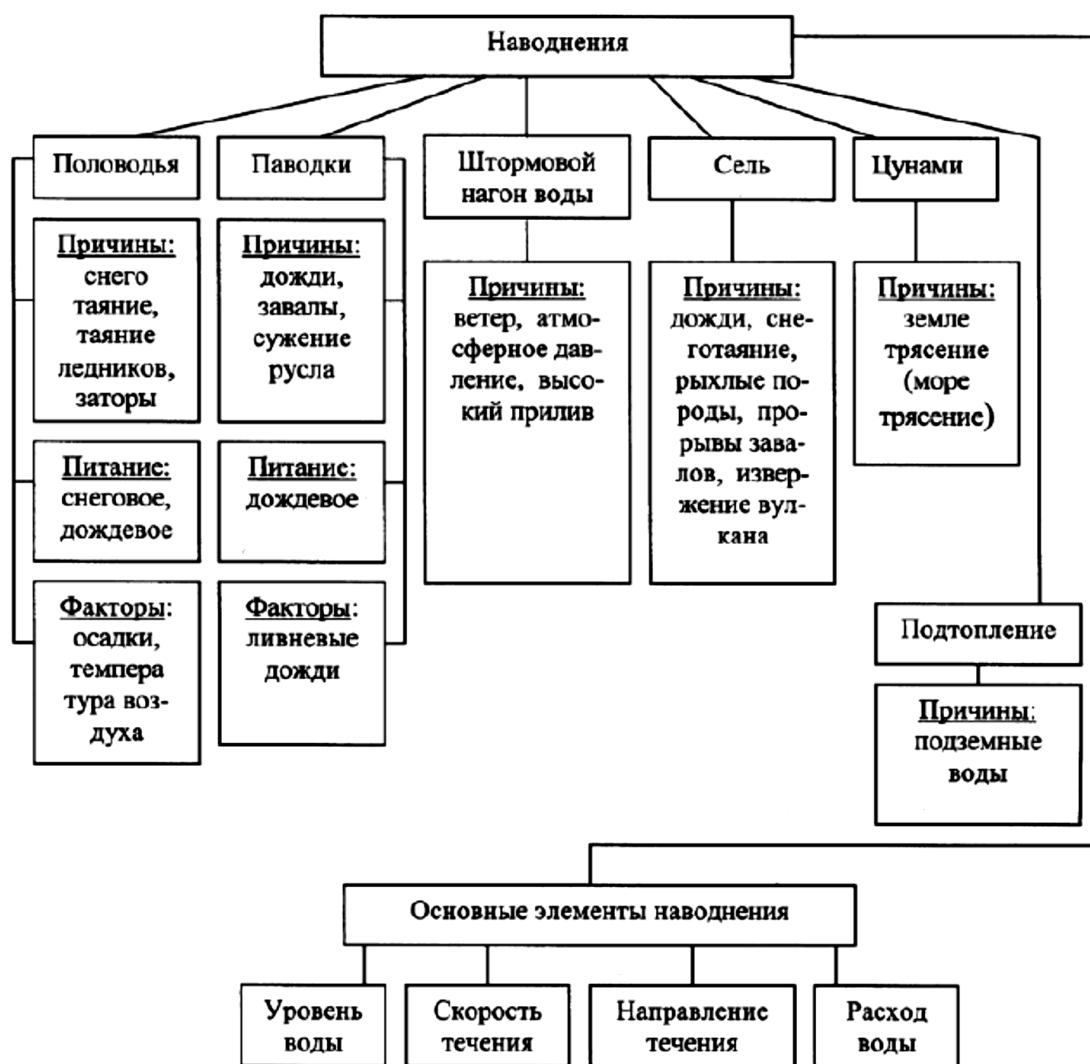


Рис. 2.3. Виды и условия формирования наводнений (по А.М. Владимирову) [30]

Кроме описанной выше классификации наводнений, основанной на их причинах, имеются также классификации наводнений по степени опасности. Так, в соответствии с одной из них в зависимости от размера наводнений и наносимого ими суммарного ущерба различают небольшие, большие, выдающиеся и катастрофические наводнения [71]. При этом к небольшим наводнениям относят наводнения, которые повторяются раз в 5–8 лет (обеспеченность максимальных уровней 15–20%); к большим наводнениям относят те из них, которые повторяются раз в 10–25 лет (обеспеченность максимальных уровней 4–10%) и сопровождаются, как правило, частичной эвакуацией населения; к выдающимся наводнениям относят наводнения, которые повторяются раз в 50–100 лет (обеспеченность максимальных уровней 1–2%), охватывают крупную речную систему, почти полностью парализуют хозяйственную деятельность и приводят к массовой эвакуации населения; к катастрофическим наводнениям относят наводнения, которые повторяются реже чем раз в 100 лет (обеспеченность максимальных уровней менее 1%), надолго парализуют хозяйственную деятельность и сопровождаются человеческими жертвами. В большинстве случаев в качестве показателя опасности используется в основном уровень воды заданной вероятности превышения.

### 2.3.1. Основы гидрологических исследований

Потенциальная опасность наводнений по гидрологическим причинам, т.е. без учета социально-экономического фактора, определяется степенью неожиданности и высотой затопления водой местности.

Чем реже наводнение, тем больше его опасность. Вероятность наводнений зависит от высоты поймы и наивысшего уровня воды. При низкой пойме наводнения могут быть почти ежегодно. В этом случае даже при высоких исторических уровнях воды опасность наводнений, как правило, невелика, поскольку они ожидаются.

Количественной мерой потенциальной опасности наводнений по гидрологическим причинам является величина  $D$ , определяемая по выражению

$$D = (H_{\text{макс, 1\%}} - H_{\text{п}}) \cdot (1 - p_{\text{з.п}}) \quad (1.1)$$

где  $H_{\text{макс, 1\%}}$  – максимальный уровень воды 1%-ной вероятности превышения;

$H_{\text{п}}$  – отметка начала затопления поймы;

$p_{\text{з.п}}$  – вероятность затопления поймы в долях единицы.

Так как известны самые разные способы расчета наивысших уровней воды, то, при наличии данных наблюдений наивысшие уровни воды в створе поста определяют по аналитической кривой обеспеченностей их мгновенных или срочных значений за период многолетних наблюдений.

На формирование уровней воды, в том числе, наивысших, влияет достаточно много факторов. Так, к примеру, наивысшие уровни в разные фазы ледового, водного режимов, не



могут быть однородными, так как имеют разную природу появления, на которую влияют различные процессы и факторы формирования.

Чтобы решить проблему формирования уровней воды (как низших, так и настоящих), необходимо рассматривать достаточно много факторов. Разные фазы ледового и водного режимов, наивысшие уровни различаются. Это зависит во многом от того, что природа появления – разнородная.

Математически можно обеспечить точность данных статистической обработки, которая позволяет дать анализ рядов максимальных уровней. Его следует проводить отдельно при свободном состоянии русла и при ледовых явлениях. Кривая строится обобщенно, абсолютно независимо от условий формирования уровней и рассчитывается на основе кривых. Формула вероятности превышения максимального уровня воды в период ледниковых явлений, применяемая ежегодно:

$$p=(1-(1-p_1)*(1-p_2))*100\%,$$

где  $P_1$  и  $P_2$ -это вероятности превышения по каждой однородной кривой.

Получение данных по максимальным уровням связано с тем, что необходимо собирать много сведений из гидрометрических наблюдений и делится на два этапа: первый сводится к тому, что необходимо непродолжительные ряды расходов воды привести в соответствие к многолетнему периоду, а второй этап – более сложный включает в себя расчет максимального расхода, переходящий по кривой расходов к соответствующему уровню, а координаты верхней части вычисляют по формуле Шези, которая учитывает элементы расходов воды в русле и пойме.

При отсутствии данных гидрометрических наблюдений расчетные наивысшие уровни воды, обусловленные половодьями и паводками, определяют по кривым  $Q=f(H)$ , через расходы воды  $Q_p\%$ .

В основу расчета площадей затопления в пределах населенных пунктов положены: фондовые данные о гидрологической ситуации, данные муниципальных образований об участках затопления территории населенного пункта, данные с гидрологических постов наблюдения, фондовые материалы «Объ-Иртышского государственного управления водных путей и судоходства», космическая съемка, результаты натурных обследований. Кроме этого, при расчете максимальной зоны риска затопления учитывались отметки высот населенных пунктов и материалы расчетов зон подтопления, представленных муниципальными образованиями.

Основой расчетов является: максимальный сток, максимальный расход и форма гидрограф половодья или паводка.

Расчет максимальных расходов воды проводится для каждого  $i$ -го расчетного створа для обеспеченности  $P\%$  по формуле:

$$Q_{\max} = \frac{h_{P\%} \cdot F_1 \cdot K_0 \cdot \delta_1 \cdot \delta_2 \cdot \mu}{(F_1 + 1)^n}, \text{ м}^3/\text{с}$$

где  $h_{P\%}$  – слой стока половодья расчетной обеспеченности, мм;

$$h_{P\%} = h_{cp} K_{P\%}$$

$h_{cp}$  – среднемноголетний слой стока половодья, мм;

$K_{p\%}$  – коэффициент перевода среднемноголетнего стока к стоку заданной обеспеченности;

$F_i$  – площадь водосбора, подвешенная к  $i$ -му створу реки, км<sup>2</sup>;

$K_0$  – коэффициент дружности половодья (принимается равным 0.008);

$\delta_1$  – коэффициент, учитывающий влияние озер на сток половодья:

$$\delta_1 = \frac{1}{1 + c \cdot f_{оз}}$$

$c$  – коэффициент, колеблющийся от 0,2 при  $h_{cp} \geq 100$  мм до 0,4 при  $h_{cp} < 100$  мм;

$f_{оз}$  – средневзвешенный коэффициент озерности;

$\delta_2$  – коэффициент, учитывающий влияние лесов и болот на сток половодья:

$$\delta_2 = 1 - 0,8 \lg (0,05 f_{лес} + 0,1 f_{бол} + 1)$$

$f_{лес}$  – степень залесенности бассейна, %;

$f_{бол}$  – степень заболоченности бассейна, %.

$\mu$  – коэффициент, учитывающий несоответствие статистических параметров максимального стока и максимального расхода, а также асинхронность их наступления;

$n$  – коэффициент учитывающий изменение модуля весеннего стока от площади водосбора (принимается равным 0.17).

Максимальный уровень воды в реке, приводящий к затоплению земель определяется по кривой связи расходов воды и уровня воды в реке (рис. 2.4).

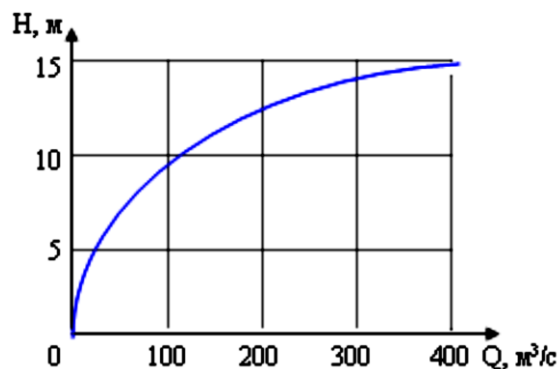
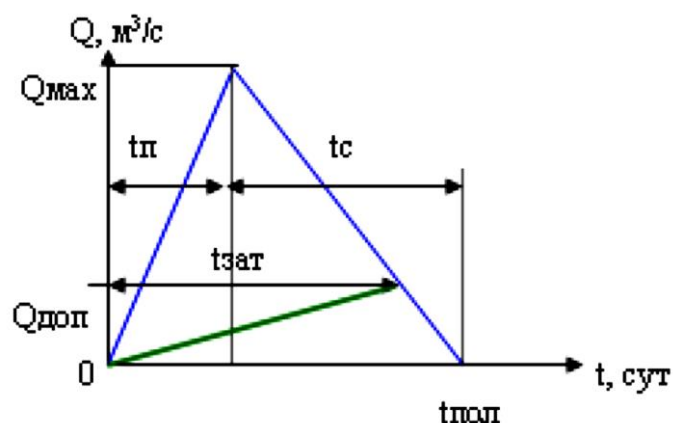


Рис. 2.4. Зависимость глубины воды в реке от расхода в створе

Гидрограф половодья (паводка) может строиться разными способами в зависимости от очертания. При этом задаются следующие исходные данные: максимальный расход воды расчетной обеспеченностью ( $Q_{max}$ ), продолжительность подъема половодья ( $t_{п}$ ) и спада половодья ( $t_{с}$ ). Величина  $t_{с}$  принимается равной  $\approx 3 \cdot t_{п}$ . (рис. 2.4):  $t_{п} = t_{с} + t_{под}$ .



**Рис. 2.5. Вид гидрографа половодья**

Продолжительность половодья рассчитывается по формуле:

$$t_{\text{пол}} = \frac{38,7 \cdot h_{p\%}}{1000 \cdot q_{p\%}}$$

где  $h_{p\%}$  – слой стока половодья расчетной обеспеченности,  $h_{p\%} = h_{\text{ср}} K_{p\%}$ , мм;

$q_{p\%}$  – модуль стока половодья расчетной обеспеченности,  $\text{м}^3/\text{с} \cdot \text{км}^2$ .

$$q_{p\%} = \frac{h_{p\%} \cdot K_0 \cdot \delta_1 \cdot \delta_2 \cdot \mu}{(F_i + 1)^n}, \text{ м}^3/\text{с} \cdot \text{км}^2.$$

Для изучения параметров водности проводятся расчёты следующих показателей [86]:

1) Среднегодовой расход воды  $Q_0$  ( $\text{м}^3/\text{с}$ ) – это объём воды, протекающей через поперечное сечение потока воды в единицу времени.

$$Q_0 = \Sigma Q_i / n,$$

где  $n$  – количество месяцев;

$Q_i$  – расход воды за месяц

2) Объём стока  $W$  ( $\text{м}^3$ ,  $\text{км}^3$ ) – объём воды, прошедший через данное поперечное сечение речного потока за какой-либо интервал времени.

$$W = Q_0 \cdot T,$$

где  $T$  – число секунд в году ( $31,5 \cdot 10^6$ ).

3) Модуль стока  $M$  ( $\text{л}/\text{с} \cdot \text{км}^2$ ) – количество воды, стекающее с единицы площади водосбора в единицу времени.

$$M = (Q_0 \cdot 10^3) / F,$$

где  $F$  – площадь бассейна.

### 2.3.2. Расчет обеспеченности уровня высоких вод

Для определения наивысших расчетных уровней для реки используются методические указания Росгидромета. Для того, чтобы произвести расстановку расчетных точек, следует на топографическом плане учесть значения в условных или абсолютных метках: акваторий рек с указанием уреза воды и его отметки на момент съёмки плана; водомерные посты, по

которым определяются уровни воды; границы разлива, которые соответствуют наивысшим расчетным уровням воды.

При выполнении расчетов используются данные многолетних наблюдений сети станций, «Каталог отметок наивысших уровней рек и озер», данные аэрофотосъемки спутников и космических кораблей.

Значения годового стока для постов реки могут иметь обеспеченность от 1 до 95% для того, чтобы рассчитать экстремальные сценарии притока воды для учета уровенного режима реки. Расчёты проводятся по данным гидрологических постов с наибольшим количеством рядов наблюдений.

Повторяемость уровней представляет собой количество дней стояния того или иного уровня за какой-либо определенный период времени (за год, половодье и т.д.). Продолжительность или обеспеченность представляет собой количество дней (или соответственно процентное выражение), в течение которых уровень воды был не ниже заданного. Обе характеристики уровней изображаются графически в виде кривых. Для построения кривой частоты всю амплитуду колебания уровней делят на равные интервалы (например, 10, 20 или 50 см). Размер интервала устанавливают в зависимости от амплитуды и заданной подробности разработки. Чем больше амплитуда, тем больше принимают интервал. Для каждого интервала подсчитывают число дней стояния уровней за исследуемый период. Это и есть повторяемость, которая исчисляется в днях или процентах от общего числа дней. Продолжительность стояния уровня получается путём последовательного суммирования повторяемостей интервалов, начиная с наивысшего.

Пример расчёта повторяемости и продолжительности показан в таблице 2.6, на основании его вычерчены кривые повторяемости максимальных уровней р. Конды (Чантырья), на которых выделены характерные уровни (рис. 2.6).

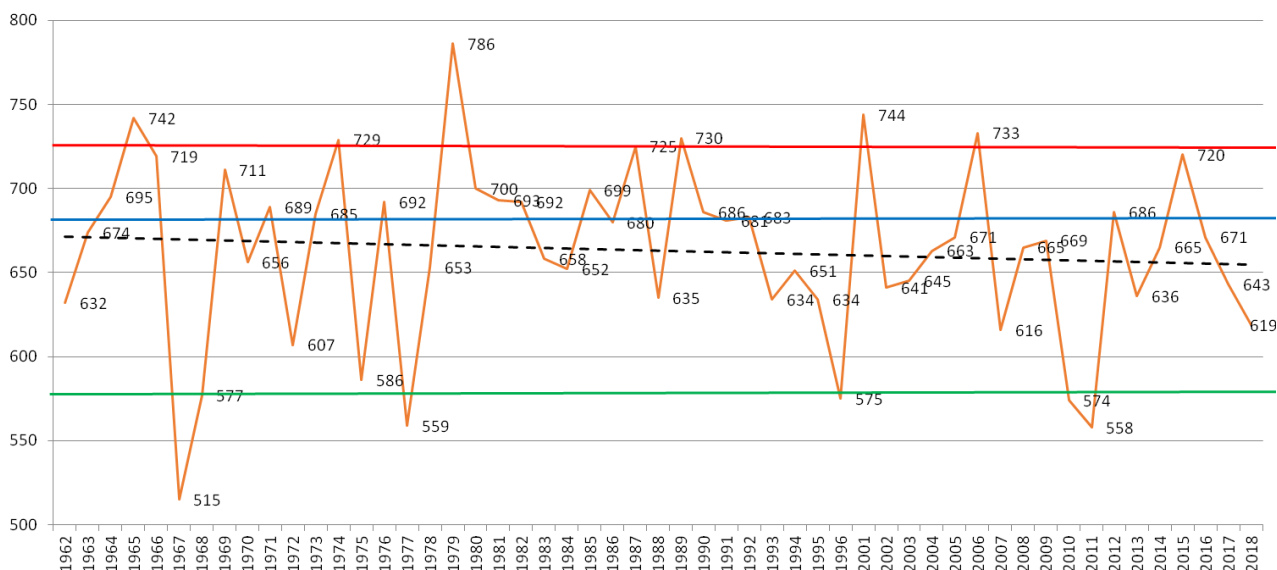
Наложив высоту максимальных уровней на абсолютные отметку гидропоста можно определить отметки абсолютных высот затопляемой территории при наводнениях 1%-ной, 2%-ной, 4%-ной и 10%-ной обеспеченности для каждого населенного пункта исследуемой территории (табл. 2.7).

Таблица 2.6

**Повторяемость и обеспеченность мах уровней р. Конды  
(гидропост Чантырья)**

Интервалы	Кол-во (повторяемость)	Годы	Обеспеченность, %
780–800	1	1979	1%
760–779	1	1950	2%
740–759	2	1965, 2002	4%
720–739	4	1974, 1987, 1990, 2007, 2016	10%
700–719	3	1966, 1967, 1980	25%
680–699	12	1964, 1971, 1973, 1976, 1981, 1982, 1985, 1986, 1991, 1992, 1993, 2013	33%
660–679	7	1963, 2005, 2006, 2009, 2010, 2015, 2017	40%
640–659	8	1970, 1978, 1983, 1984, 1995, 2003, 2004, 2018	50%
620–639	4	1962, 1989, 1994, 1996	60%
600–619	3	1972, 2008, 2019	66%

580–599	1	1975	75%
560–579	3	1968, 2001, 2011	85%
540–559	2	1977, 2012	90%
500–539	1	1967	100%



**Рис. 2.6. Динамика максимальных уровней (гидропост Чантырья)**

зеленая линия – уровень выхода воды на пойму; синяя линия – уровень затопления поймы; красная линия – уровень, при котором происходит затопление территории населенного пункта; черная пунктирная линия – тренд изменения максимальных уровней воды в реке

Таблица 2.7

**Отметки абсолютных высот затапливаемой территории при наводнениях 1%-ной, 3%-ной, 5%-ной и 10%-ной обеспеченности**

Населенный пункт	Уровень гидропоста, м БС	Обеспеченность уровней,% (отметки высот затапливаемой территории, м БС)			
		10%	4%	2%	1%
д. Чантырья	41.43	740 (48.83)	777 (49.20)	795 (49.38)	810 (49.53)

### 2.3.3. Технология построения границы зоны затопления с помощью ГИС

Современные методы исследования зон затоплений невозможны без использования космических систем. Связано это не только с получением более качественных снимков, но и с отсутствием на многих водоемах гидрологических постов наблюдений. Космические системы способны предоставлять оптические и радиолокационные космические снимки с фактическим изображением. Из чего следует возможность отслеживать паводковую ситуацию и не просто наблюдениями, а целенаправленными, регулярными в строгом соответствии с методикой. В первую очередь для того, чтобы избегать пагубного воздействия на окружающую среду, хозяйственную деятельность человека, предупреждению человеческих жертв и разрушений.

Стремительное развитие ГИС-технологий дополнило традиционные методы исследований и резко изменило подход к картографированию зон затопления. Современные информационные технологии, в том числе и геоинформатика, позволяют более качественно и точно определять зоны затопления, прогнозировать возможные убытки, связанные с этим и, главное, помогать в предупреждении губительных последствий природных катастроф. Комплексное использование видов наблюдений, включающих картографический вид, аэрофото- и космосъемку, геоморфологический с совместным применением современных методик учета, обработки, анализа данных, имитационное и математическое моделирование, позволяет определять самые разные характеристики среди которых: оценка затопления пойм ( которая невозможна без ГИС), площадь затопленных земель при заданном значении уровня воды, продолжительность затопления, значения глубины и объема воды на пойме, ущерб от затоплений [83].

Цифровые топографические карты основаны на данных, полученных в результате этих наблюдений, и содержат указания мест затопления. Чтобы собрать эти данные используют данные дистанционного зондирования Земли из космоса. Спутник Radarstar-1 показывает зоны фактического затопления. Нельзя не учитывать погрешность, возникающую при совмещении, получаемых орбитальных данных радиолокационных космических снимков и цифровой топографической карты. Эта разница доходит до 100 м. Полученная карта является основным источником для выделения зон затопления во время изучения паводка, потому что классические методы не представляются возможными к применению из-за потребности в огромном количестве опорных точек, что может сильно исказить снимки, вследствие того, что одни и те же объекты на векторных картах и космических снимках, будут иметь непропорциональное изменение размеров и геометрии по всей площади снимка

В настоящее время разработаны несколько методов определения зон затопления средствами ГИС, обеспечивающих различную точность вычислений. Наиболее часто используется метод превышений. При использовании этого метода уклоны водной поверхности при подъеме уровней предполагаются тождественными уклонам водной поверхности, получаемым по картографической информации на главном русле реки [80].

Цифровая модель рельефа (ЦМР) является одним из наиболее важных информационных слоев при разработке методики картографирования зон затопления. В качестве основы для построения ЦМР использованы информационные слои созданной в ходе разработки методики картографирования базы географических, топографических, гидрографических и морфометрических данных разделов «рельеф суши» и «гидрография».

Первая задача, которая была решена в разработанном прототипе ГИС – это создание технологии отображения гидрологической обстановки на реках. Гидрологическая обстановка классифицирована относительно критических отметок по гидрологическим постам – уровня выхода на пойму, уровня неблагоприятного явления (НЯ) и уровня опасного явления (ОЯ) с использованием фактических и прогнозируемых уровней воды на примере бассейна реки. Визуализация текущих отметок уровня воды позволяет оперативно оценить степень опасности, складывающейся и ожидаемой гидрологической обстановки [49].

Для определения затопляемой площади необходимо знать абсолютную отметку водной поверхности в каждой точке водотока. Разность этой отметки и отметки рельефа, взятой по ЦМР, используется для определения зоны распространения разлива при прохождении паводка. Частота дискретизации значений уровня вдоль линии реки должна соответствовать разрешению ЦМР, которое в данном случае составляет 100 м. При такой постановке задачи наиболее удобно растривать линию водотока так, чтобы получилась линия толщиной один пиксель, в каждой ячейке которой записана абсолютная отметка водной поверхности. Для этого линия преобразуется в растровую на основе значений уровня воды, и к высотам полученных ячеек прибавляется отметка подстилающих ячеек ЦМР [52].

Алгоритм затопления имитирует подъем воды по склону из каждой ячейки растра водной поверхности и сравнивает текущее значение высоты по ЦМР с абсолютной отметкой водной поверхности, взятой в ячейке растра, из которой начат подъем. Если текущая высота меньше, ячейка ЦМР считается затопляемой и помечается в выходном растре.

Перед построением границы зоны затопления, необходимо рассмотреть группу факторов, влияющих на уровень подъема в реке:

- высота и структура рельефа территории;
- тип и размер водосборного бассейна рек;
- средний многолетний уровень воды в реке.

Рельеф территории – это один из наиболее важных факторов, с которых начинается изучение причин последствий затопления. Скрупулезный анализ позволяет выработать эффективные меры борьбы с неблагоприятным явлением и процессом. В настоящее время, появилась уникальная возможность изучать особенности рельефа с помощью анализа и построения цифровых моделей. Под цифровой моделью, понимают непрерывное цифровое представление топографической поверхности в виде регулярной сети ячеек. Для этого используют, как было представлено выше, аэрофотосъемка, космическая съемка, гидролокационные съемки, полевые работы.

Цифровая модель делится на регулярные и нерегулярные модели. Регулярные – это те, что представляют поверхность GRID (в них значения из одной сетки пикселей переходят в другую по высотам в нескольких соседних ячейках). Нерегулярные модели – это TIN поверхность (стоятся на основе триангуляции Делоне). Не всегда цифровые модели подходят для решения каких-то задач, требующих высочайшей точности. В этом случае, создают гидролого-корректную цифровую модель зоны затопления, в результате происходит отражение настоящего характера движения потоков [52].

Такая модель служит для проведения построения наиболее корректных морфометрических карт и позволяет определять границы водосборных бассейнов, а также – моделировать гидрографическую сеть с определением порядков водотока, что позволяет строить зоны потенциального затопления территории.

На первом этапе корректировки, устраняют все ошибочные локальные понижения модели от 0,1–0,5 м. На втором этапе – возможна ликвидация максимальных отклонений от

поверхности рельефа, которые выявляются путем сравнения модели с данными топографических карт. После этих работ продолжают дальнейший анализ ЦМР.

### **Получение изображения и построение границы зоны затопления.**

Программный комплекс QGIS для оценки зон затопления, предлагает провести несколько взаимосвязанных операций [43]:

Для построения зоны затопления, необходимо определение территории, которая находится ниже максимального уровня воды в период паводка или половодья. Далее определяем участки ниже максимального подъема воды за определенный период. Полученные области относятся к зоне потенциального затопления для конкретного уровня воды. При проектировании, проведении границ используют растровые форматы файлов. Как правило, изображения, выполняемые средствами растровой графики, выполняются с помощью графических программ. Для этого используют сканированные иллюстрации или фотографии. Графические редакторы предназначены для обработки изображений.

### **Технология создания растрового изображения и форматы.**

Растровое изображение создается точками (пикселями), которые образуют строки и столбцы. Пиксели могут принимать любой цвет, поэтому обеспечивается высокая точность передачи цветов и полутонов. Недостаток – большой информационный объем.

При тематическом картографировании часть справочных экономико-географических и природно-климатических данных, пространственных измерений, цифровых моделей рельефа, может быть представлена в растровом виде. Можно использовать данные предыдущих необработанных и обработанных наблюдений, а также изображения с разных типов аппаратуры. Существуют два типа обработки геоинформационными системами: растровый и векторный. Когда мы рассматриваем цифровые изображения аэрокосмической съемки земной поверхности, то это – данные растрового типа. Все основные функции пакетов тематической обработки аэрокосмических изображений ориентированы на обработку данных растрового типа, их иногда относят к ГИС растрового типа.

Данные векторного типа являются вспомогательными. Все профессиональные пакеты космических изображений обладают необходимым набором процедур для перехода от исходного изображения к тематической карте.

Приступая к расчетам зон затоплений, необходимо сделать гидрологические расчеты, в результате которых получим уровни и расходы воды различной обеспеченности в пределах заданных населенных пунктов (1%, 2%, 4%, 10%). После этого, используем цифровую модель, на которой используем данные крупномасштабных топографических карт, проведя горизонталь в соответствии с рассчитанными уровнями.

Для определения затопляемой площади необходимо знать абсолютную отметку водной поверхности в каждой точке водотока, которую берут из ЦМР и используют для определения зоны распространения разлива при прохождении паводка.

Гидродинамическая модель зон затопления представляет собой набор точек, привязанных географически с показателями значений абсолютной высоты в каждой точке. Геоинформационная система требует загрузки данных с предварительной их обработкой.

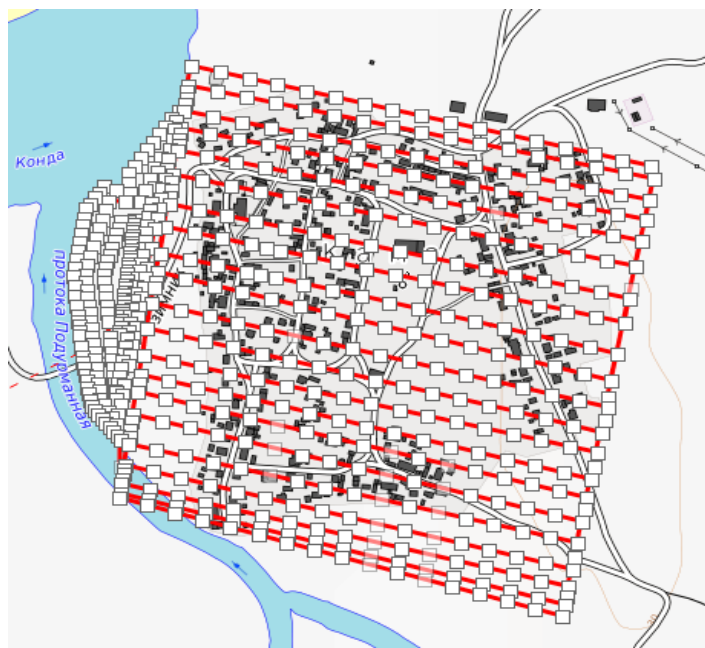


Для предварительной обработки следует применять определенный процесс, который заключается в том, чтобы обозначить границы зон затопления. Для этого, необходимо использовать невыпуклый полигон, в котором есть точки с абсолютными высотами.

Таким образом, для моделирования паводкоопасной ситуации, необходимо построить пересечения поверхности рельефа с зеркалом водной поверхности. Воспользовавшись данными по изначальным цифровым моделям рельефа и моделью секущей плоскости водной поверхности, займемся выявлением затопленной территории.

#### Этапы работы (Приложение 4):

1) На сайте [votetovid.ru](http://votetovid.ru) выделяется весь наблюдаемый населенный пункт с помощью функции «Маршрут» (рис. 2.7).




**Рис. 2.7. Выделенный исследуемый объект на сайте [votetovid.ru](http://votetovid.ru) с помощью инструмента «маршрут»**

2) Нажимаем на функцию «профиль высот», жмём сохранить в появившемся окне – выгружается файл `profile.csv`.

3) Загрузить полученный файл в программу Qgis. Необходимо преобразовать файл в слой `shape`. Для этого: Слой – Добавить слой – добавить слой из текста с разделителями.

4) Выбрать в имени файла путь к нужному файлу, ввести имя слоя «имя населенного пункта». Установить, что X – долгота, Y – широта. Жмём добавить (рис. 2.8).

5) Установить модуль `counter plugin` (Модули – управление и установка модулей -

`Contour plugin – install plugin`). 

6) Создание областей с помощью модуля `contour`. Выбираем наш слой с точками, колонку высота и подходящие настройки исходя из рельефа наблюдаемого участка, жмём добавить. Проверьте чтобы не было пустых зон, если такие появились необходимо попробовать другие настройки (рис 2.9 и 2.10).

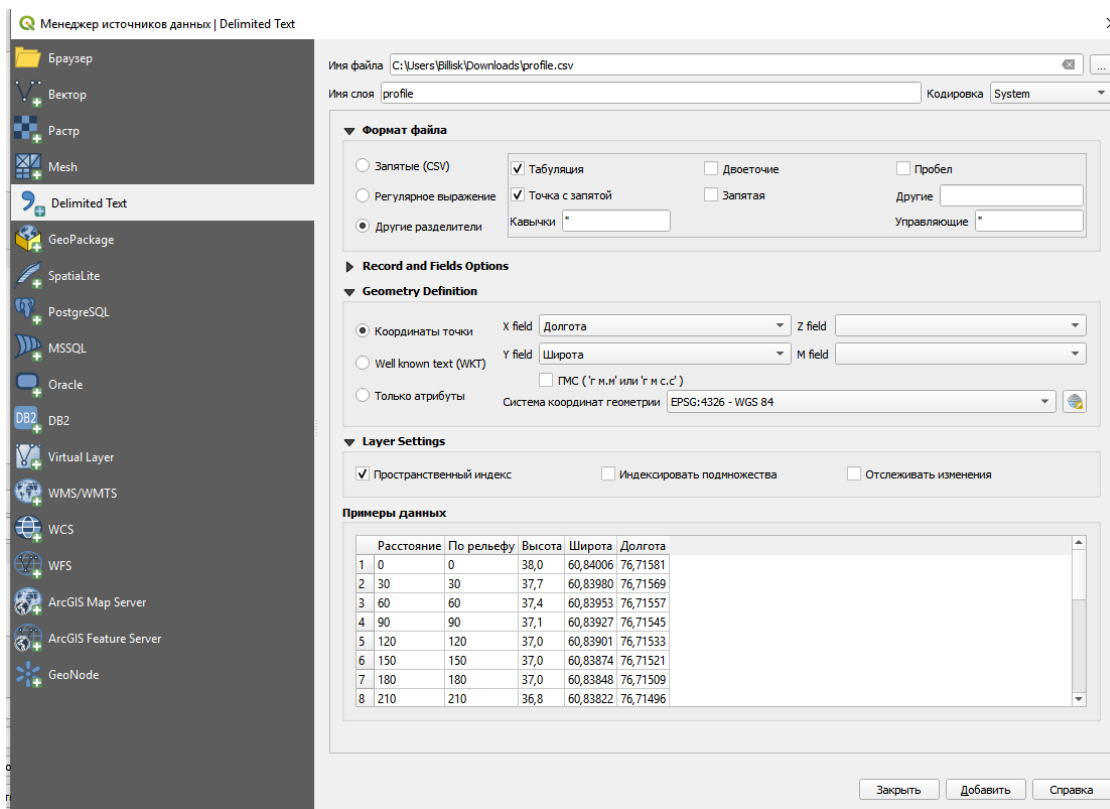


Рис. 2.8. Добавление нового слоя из источника данных «текст с разделителями»

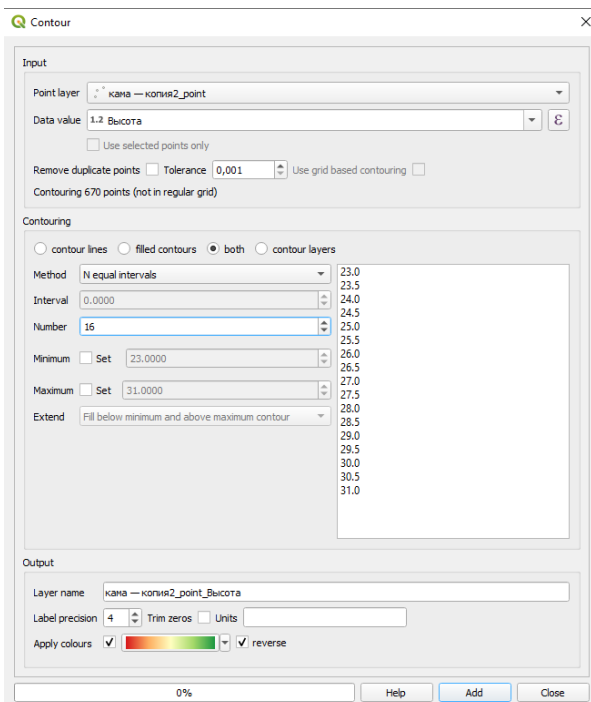


Рис. 2.9. Окно настроек модуля «contour»

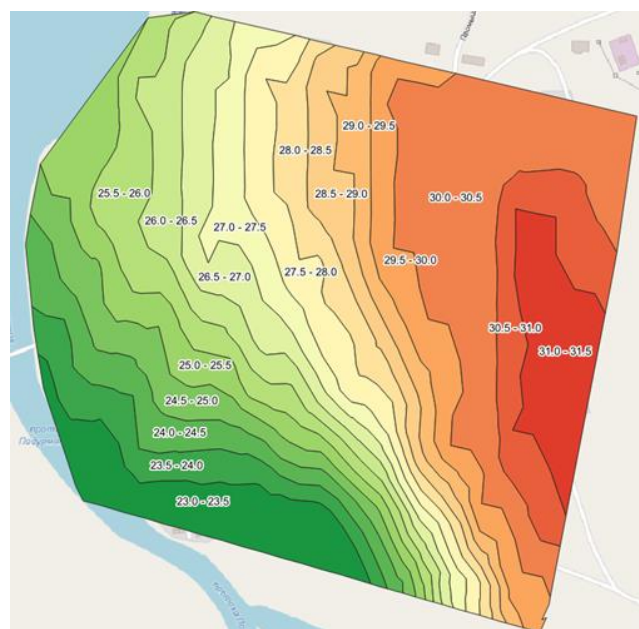

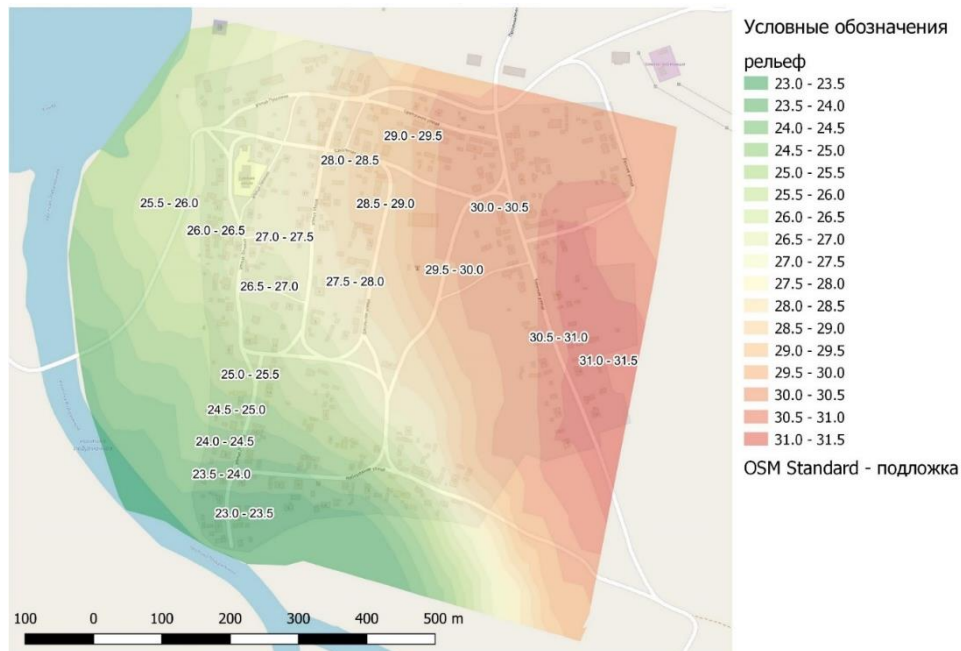


Рис. 2.10. Созданные полигонов рельефа

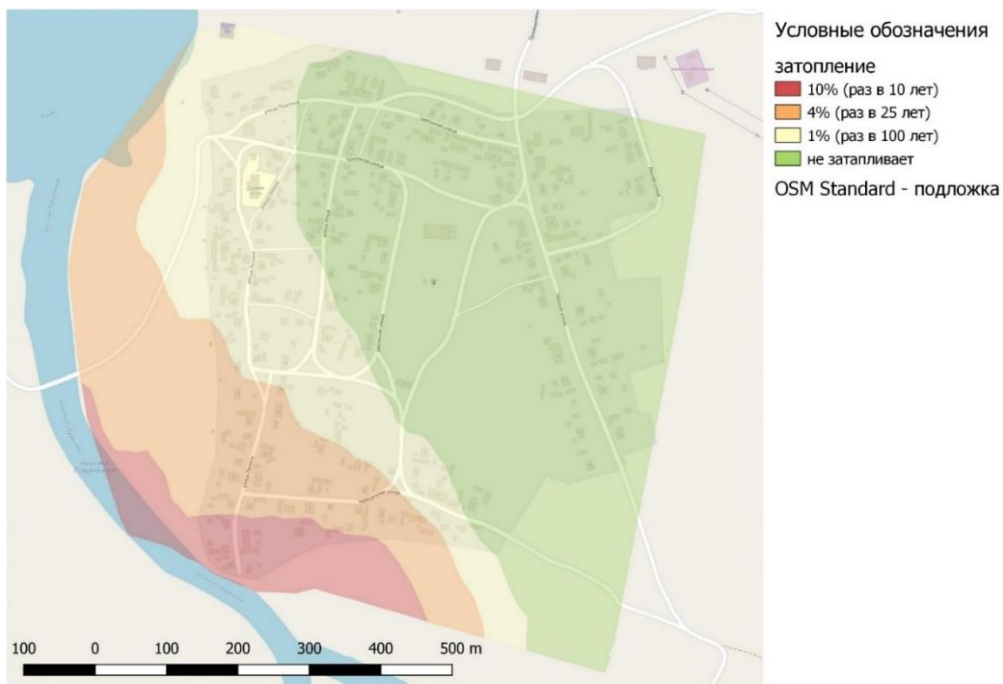
7) После создания ВРЕМЕННОГО слоя, необходимо его сохранить в постоянный, нажав для этого на значок рядом со слоем . Настроить цветовую палитру, легенду, переходы, прозрачность и получить карту рельефа данной местности. Для более ясного

изображение подгрузить подложку Open Street Map или другую геопривязанную топографическую основу (рис. 2.11).



**Рис. 2.11. Карта рельефа исследуемого объекта**

8) Определение зон затопления. С помощью объединения промежутков высот на основе отметок высот затопляемой территории в метрах (Приложение), составляется карта-схема «Повторяемости уровней затопления наблюдаемой населенном пункте» (рис. 2.12).



**Рис. 2.12. Карта повторяемости уровней затопления исследуемого объекта**

В примере повторяемость в % соотносится с высотой в метрах следующим образом: 10% – 23–24; 4% – 24–25.5; 1% – 25.5–27.5; Не затопливает при высоте >27.5.

Используя данные, приведенные в таблице 2.7, аналогичным образом строятся зоны затопления при прохождении половодий 2%-ной, 4%-ной и 10%-ной обеспеченности

На основе результатов расчета необходимо создать компоновку, включающую две схемы данных, настроить отображение слоев, легенду. Экспортируем компоновку в формат \*.jpg.

#### **Задание 4. Предварительные камеральные работы**

Каждому студенту выдается индивидуальное задание по конкретному водному объекту/ (реке) или его части (для больших и транзитных рек, например, верхнему, среднему или нижнему течению) с указанием целей изысканий (проектирование гидроузла комплексного назначения, подводных, мостовых или воздушных ЛЭП, переходов через реки, водозаборов, мероприятий по реконструкции водного пути, берегозащитных и противопаводковых сооружений) на определенном его участке.

**Задачи:** 1) дать краткое гидрографическое описание водного объекта (реки, ее части) с более подробной характеристикой участка изысканий; 2) составить перечень и характеристику основных гидрологических материалов по данной реке, имеющих в изданиях «Государственный водный кадастр», «Ресурсы поверхностных вод СССР» и в опубликованной научной и научно-технической литературе; 3) составить список научной литературы (библиографию) по данной реке; 4) составить список карт по всей реке в масштабе 1:1 000 000 и 1:100 000, для участка изысканий в масштабе 1:25 000 и 1:10 000.

Исходные материалы: 1) «Ресурсы поверхностных вод СССР» (1960–1975 гг.) – издание, включающее серии этого же названия, серию «Основные гидрологические характеристики» и серию «Гидрологическая изученность»; 2) издания «Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши» («Гидрологические ежегодники»), «Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши»; 3) литература по данному водному объекту; 4) бланковые карты (масштабов 1:3 000 000–1:2 000 000) с разграфкой на листы карт масштабов 1:1 000 000 и 1:100 000, включающие заданный водный объект.

#### **Порядок выполнения.**

1. Составляется *описание основных гидрологических материалов* по изучаемой реке (водному объекту), входящих в справочные издания Росгидромета выпусков последних лет. Оно должно включать их перечень по объекту изысканий в каждом из изданий, схему расположения гидрологических постов, состав наблюдений на них и срок действия (годы, для действующих – год создания, тире, по настоящее время).

2. Составляется *список литературы* на основании регионального и алфавитного каталогов, имеющих в библиотеке, в соответствии с правилами библиографии.

3. По результатам ознакомления с гидрологическими материалами и литературой, составляется *гидрографическое описание реки*. Оно должно быть кратким и включать

физико-географические сведения о бассейне реки (природная зона, рельеф, климат, почвенно-растительный покров, гидрографическая сеть), характеристику питания и водного режима, данные о ледовом режиме, стоке воды и наносов, ледовых явлениях, химическом составе воды, описание русла реки. Ряд данных представляется в виде таблиц (табл. 2.8–2.11).

Таблица 2.8

**Распределение стока воды по источникам питания, %**

Река-пост	Источники питания			
	снеговое	дождевое	подземное	ледниковое
Бия - Бийск	55	30	15	-
Катунь - Сростки	44	20	28	8

Таблица 2.9

**Характерные расходы воды, м<sup>3</sup>/с, и модули стока, л/с км<sup>2</sup>**

Река-пост	Среднегодовой		Максимальный			Минимальный		
	расход	модуль	расход	дата	модуль	расход	дата	модуль
Печора-Гаревка	73,9	18,3	1090	19.05. 1965	270	3,0	05.04. 1969	0,75

Таблица 2.10

**Сезонное (% годового) распределение стока воды**

Река-пост	Многоводный год			Маловодный год			Средний по водности год		
	весна	лето-осень	зима	весна	лето-осень	зима	весна	лето-осень	зима
Велая - Северный	53,8	28,5	17,7	60,1	21,8	18,1	55,9	26,4	17,7

Таблица 2.11

**Годовая амплитуда уровней, см**

Река-пост	Характеристика водности года	Год	Амплитуда уровней, см
Западная Двина - Полоцк	Многоводный	1931	1297
	Средний	-	758
	Маловодный	1974	468

Аналогичные таблицы приводятся и по другим характеристикам (при их наличии): стоку наносов, ледовым явлениям и т. д. В зависимости от изученности водного объекта количество таблиц может быть сокращено (в этом случае соответствующие сведения приводятся в тексте описания), либо упрощено их содержание. Возможно представление некоторых данных в графической форме: например, таблица «Годовая амплитуда уровней» заменяется графиками хода уровней воды для характерных по водности лет. Для всей реки необходимо привести сведения об основных притоках и доле их стока в объеме стока главной реки. При этом для всей реки должны быть даны самые общие сведения (водоносность и ее изменение по длине, тип водного режима), тогда как по участку планируемых изысканий сведения должны быть наиболее полными.

4. Наряду с основными сведениями о гидрологическом режиме реки и ее участка в зависимости от целевого назначения изысканий особое внимание следует обратить на соответствующие специальные характеристики:

- при проектировании мероприятий по созданию современного водного пути – на характеристику навигационного (свободного ото льда) периода, продолжительность стояния низких меженных уровней, русловой режим реки, состав руслообразующих (донных) наносов, наличие мелководных перекатов;

- при проектировании противопаводковых мероприятий – на изменчивость годового стока, чередование многоводных и маловодных лет, максимальную амплитуду уровней, возникновение заторов;

- при проектировании подводных переходов трубопроводов – на распределение участков русла разного морфодинамического типа, интенсивность размывов берегов, сведения об изменении глубин, скоростях течения, составе руслообразующих наносов.

При составлении гидрографического описания, помимо ознакомления с материалами «Государственного водного кадастра», можно воспользоваться монографиями, приведенными в списке рекомендованной литературы.

5. Составляется *список карт* на основе международной номенклатуры карт, составленной для листов карты масштаба 1:1 000 000.

#### ***Отчетные материалы.***

1. Гидрографическое описание на 5–7 страницах, включая таблицы, схему размещения гидрологических постов, графики.

2. Список основных гидрологических материалов.

3. Список топографических карт отдельно на всю реку и участок изысканий.

#### ***Рекомендуемая литература.***

1. Лезин В.А. Реки Ханты-Мансийского автономного округа: справ. Тюмень: Вектор Бук, 1999. 160 с.

2. Владимиров А.М., Сикан А.В. Расчет экстремальных гидрологических характеристик. Тез. докл. VI Всерос. Гидрологического съезда. Секц. 5. СПб: Гидрометеиздат, 2004.

3. Гидрологическая изученность // Ресурсы поверхностных вод СССР. М., 1967. Т. 15 Алтай и Западная Сибирь. Вып. 2. Средняя Обь.

4. Гидрологический ежегодник: Бассейн Карского моря (Западная часть). Том 6. 1962, 1963, 1964, 1965, 1966, 1967, 1968, 1969, 1970, 1971, 1972, 1973, 1974, 1975, 1976, 1977, 1978, 1979, 1980 гг. Л.: Гидрометеиздат.

5. Ресурсы поверхностных вод СССР. Том 15. Алтай и Западная Сибирь. Вып. 3, Нижний Иртыш и нижняя Обь. Л.: Гидрометеиздат, 1973.

6. Середовских Б.А. Гидроморфология реки Конды: ретроспективный аспект динамики изменения русла: монография. Нижневартовск: изд-во НВГУ, 2022. 155 с.

7. Русловой режим рек Северной Евразии. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1994. 336 с.

8. Чалов Р.С. Русловые процессы (русловедение). М.: ИНФРА-М, 2016. 565 с.

## **Задание 5. Построение границы зоны затопления по цифровой модели рельефа**

### **Методика исследования.**

Определение границ зон возможного затопления является в настоящее время одной из стандартных прикладных гидрологических задач, решаемых средствами ГИС. Из исходных данных, для построения границ зон затопления необходимо иметь:

1) детальную информацию о рельефе территории, полученную с топографических карт масштаба 1:25000 и крупнее (с сечением горизонталей 5 м и менее;

2) зависимость уровня воды от расхода для данной территории, она может быть рассчитана на основе данных гидрологических наблюдений;

3) значения расходов или уровней воды заданной обеспеченности. К цифровой модели рельефа, используемой при расчетах зон затопления, также предъявляются определенные требования:

1. Для ее создания используются крупномасштабные исходные топографические данные (1:25000 и крупнее), высотная точность ЦМР должна быть не менее 1,5–2 м. Поэтому исключается возможность использования ЦМР, полученных на основе спутниковых данных и представленных в открытом доступе (SRTM-90, Aster GDEM), имеющих высотную точность порядка 5–15 м.

2. Для построения ЦМР достаточно рассматривать лишь область, непосредственно примыкающую к реке, тем самым существенно сокращая временные затраты на ее создание.

3. ЦМР должна быть гидрологически корректной и иметь постоянное понижение вдоль русла реки.

Предлагается на основе заранее подготовленных исходных материалов построить границы зоны возможного затопления территории населенных пунктов в бассейне реки при прохождении максимальных расходов воды весеннего половодья в годы 10%-ной, 5%-ной и 1%-ной обеспеченности.

Для решения поставленной задачи визуализации, фактически сложившейся прогнозируемой гидрологической обстановки на гидрологических постах, а также картирования зон затоплений при прохождении паводков и половодий необходимо организовать ГИС-инфраструктуру. В качестве программного обеспечения используется ГИС QGIS с расширениями для работы с растровыми и трехмерными данными [4; 5]. В ГИС-проекте создается тематическая база пространственных данных, содержащая информацию о речной сети, рельефе, гидрологических постах.

Для решения задачи отображения гидрологической обстановки на реках используются данные о высотных отметках «0» графика гидрологических постов на реке, а также значения критических отметок уровня воды (отметка выхода на пойму, отметки неблагоприятного и опасного явлений). Источником такой информации служат данные оперативно-прогностических учреждений Росгидромета.

### **Задание:**

- 1) рассчитать критические уровни разной обеспеченности для затопления территории населенных пунктов Ханты-Мансийского автономного округа – Югры.
- 2) построить цифровые модели рельефа для данной территории.
- 3) создать карты зон затопления территории населенных пунктов в бассейне реки в масштабе 1:10 000–1:100 000 с помощью географической информационной системы QGIS.
- 4) создать обзорную карту зон затопления территории ХМАО – Югры в масштабе 1:1 000 000.

#### **Варианты исследуемых территорий:**

1. Бассейн реки Вах (пос. Излучинск, пос. Ваховск, с. Охтеурье, с. Ларьяк, с. Большетархово).
2. Бассейн р. Аган (г. Радужный, пос. Новоаганск, пос. Варъеган).
3. Бассейн р. Сев. Сосьва (д.Анеева, с. Теги, пос. Игрим, п. Сосьва, п. Устрем, д. Шайтанка, с. Пугоры).
4. Река Обь (г. Нижневартовск, г. Сургут, д. Белогорье, пос. Кирпичный, пос. Сергино, с. Чеускино, пос. Высокий Мыс, с. Лемпино, п. Луговской, с. Зенково, с. Елизарово, с. Сытомино, с. Троица, д. Шапша, с. Ванзеват, с. Нялинское, д. Лямина, с. Покур, п. Карымкары, с Шеркалы, п. Красноленинский, д. Сухорукова, с Перегребное, с. Малый Атлым, с. Полноват, с. Тугияны, д. Пашторы).
5. Бассейн реки Юган (с. Угут).
6. Река Иртыш (пос. Сибирский, с. Батово, с. Реполово, с. Тюли, с. Цингалы, д. Ярки, п. Бобровский, д. Базьяны, д. Лугофилинская).

#### ***Рекомендуемая литература.***

1. Зеленцов В.А., Потрясаев С.А., Пиманов И.Ю., Семенов А.Е. Мониторинг и моделирование наводнений на базе системы с сервисориентированной архитектурой // ГеоРиск. 2016. № 1. С. 12-15.
2. Землянов И.В., Фатхи М.О., Жбаков К.К., Терский Г.Н., Горелиц О.В. Современная технологическая основа работ по установлению границ зон затопления. Государственный океанографический институт им. Н.Н. Зубова // Всеросс. научно-практ. конф. «Водные ресурсы России: современное состояние и управление».2018. С. 5-14.
3. Постнова И.С., Яковченко С.Г., Дмитриев В.О. Технология оценки с помощью ГИС зон затопления весенними паводками малой обеспеченности // Вычислит. технологии. 2005. Т. 10, ч. 2. С. 39-46.
4. Пьянков С.В., Калинин В.Г. Применение геоинформационных технологий в гидрологических исследованиях. Пермь, 2010. 217 с.
5. Середовских Б.А. Гидрологические опасности бассейна реки Конды // Вестник Сургутского государственного педагогического университета. 2022. №6(81). С. 164-176.
6. Яковченко С.Г. Создание геоинформационных систем в инженерной гидрологии: дис. д-ра техн. наук. Барнаул, 2007. 406 с.



7. Яковченко С.Г., Постнова И.С, Жоров В.А., Ловцкая О.В., Дмитриев В.О. Районирование территории по степени опасности и оценка рисков наводнений с использованием ГИС-технологий // Вычислит.технологии. 2006. Т. 11, ч. 2. С. 87-93.

### Вопросы и задания для самоконтроля

1. Приведите описание гидрологических опасных явлений.
2. Дайте основные понятия и характеристики гидрологических опасных явлений.
3. Дайте классификацию наводнений и их характеристику.
4. Какими причинами обусловлены наводнения?
5. Чем отличается потенциальная опасность наводнений от их риска?
6. От чего зависит ущерб при наводнениях?
7. Какой теорией описывается распространение волн в реках?
8. Как определить зону затопления территории?
9. Какие факторы и условия определяют наводнения весной?
10. Как используется «единичный гидрограф» в прогнозах дождевых паводков?
11. Какие существуют способы построения цифровой модели рельефа?
12. Как влияют изменения климата на повторяемость наводнений?
13. Перечислите превентивные мероприятия при угрозе затопления населенных пунктов и территорий.
14. Назовите действия населения при угрозе и возникновении наводнения.
15. Перечислите методы прогноза наводнений и дайте их характеристику.

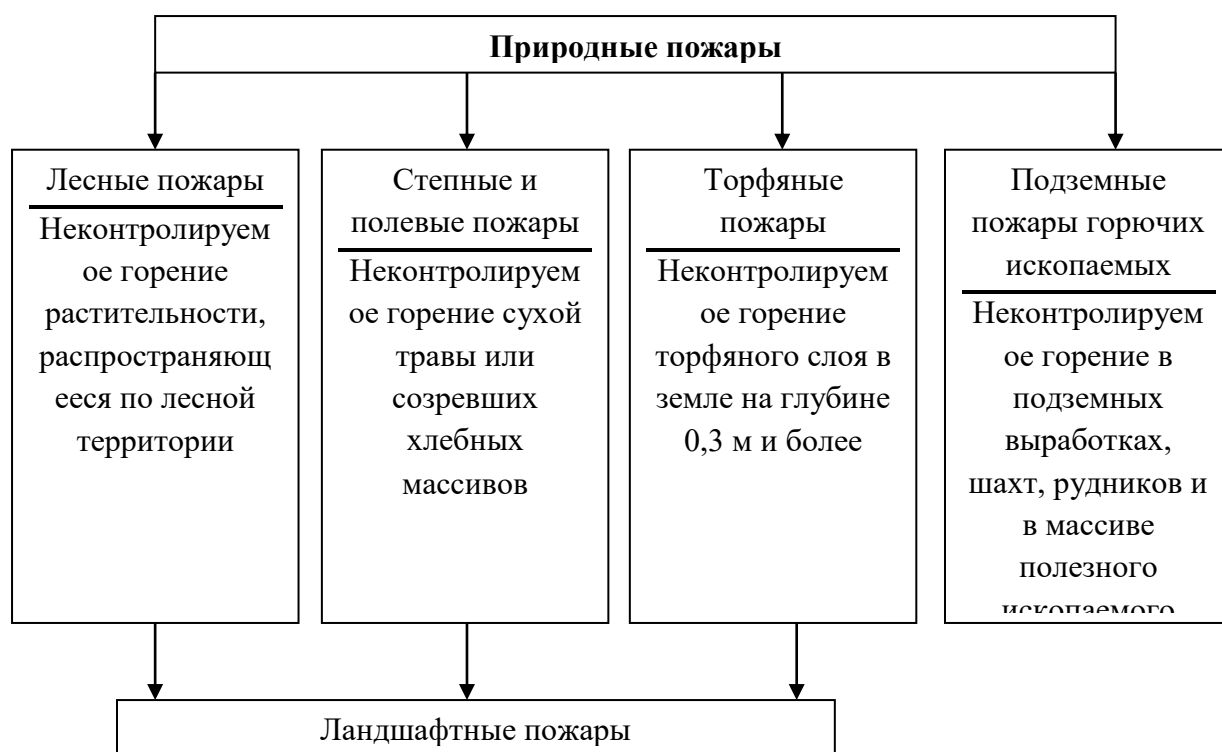
## 2.4. ПИРОГЕННЫЕ ОПАСНОСТИ

### 2.4.1. Основы пирологических исследований

**Природные пожары** – неконтролируемый процесс горения, сопровождающийся уничтожением материальных ценностей и природных ресурсов, прежде всего лесов. В зависимости от типа ландшафта, по которому распространяется горение, природные пожары подразделяются на лесные, степные, торфяные, подземные пожары горючих ископаемых, кустарниковые, тундровые (рис. 2.13). Среди опасных природных явлений, оказывающих негативное влияние на людей, на здания и сооружения и окружающую природную среду, особое место занимают *лесные* (растительные) пожары.

По интенсивности лесные пожары подразделяются на слабые, средние и сильные (табл. 2.12).

Степень пожарной опасности участков леса зависит от класса (типа леса) и определяется по шкале оценки лесных участков по степени опасности возникновения в них пожаров (табл. 2.13).



**Рис. 2.13. Классификация природных пожаров**

Таблица 2.12

**Классификация лесных пожаров по интенсивности**

Сила низового, верхового пожара		Скорость распространения пламени, м/мин	Высота пламени, м
Сильный	Низовой	Более 3	Более 1,5
	Верховой	Более 100	Более 1,5
Средний	Низовой	1-3	0,5-1,5
	Верховой	10-100	0,5
Слабый	Низовой	До 1	Не более 0,5
	Верховой	3-10	Не более 0,5

Таблица 2.13

**Степень пожароопасности по типу леса**

Класс	Типы леса, категория насаждений	Виды пожаров	Степень пожароопасность
5	Хвойные молодняки. Сосняки. Захламленные вырубki	В течение всего пожароопасного сезона – низовые пожары, а на участках с древостоем – верховые	Высокая
4	Сосняки с сосновым подростом или подлеском	Низовые пожары – в течение всего пожароопасного сезона, а верховые – в периоды пожарных максимумов	Выше средней
3	Сосняки-черничники	Низовые и верховые пожары – в период летнего пожарного максимума, а в кедровниках – в периоды весеннего и осеннего максимумов	Средняя
2	Сосняки и ельники, смешанные с лиственными породами	В период пожарных максимумов	Ниже средней
1	Ельники, березняки, осинники, ольховники	Только при особо неблагоприятных условиях	Низкая

В зависимости от характера и места возгорания леса пожары делятся на низовые, верховые и подземные (почвенные) (рис. 2.14). Лесные пожары могут быть устойчивыми и беглыми.



**Рис. 2.14. Виды лесных пожаров**

Беглые низовые пожары характеризуются быстро продвигающейся кромкой пламени и дымом светло-серого цвета, при этом быстро сгорают опад, подрост, подлесок. Низовой беглый пожар характеризуется горением лесной подстилки, порубочных остатков, растительного покрова, коры нижней части деревьев, обнаженных корней, кустарника и подростка. Скорость этого вида пожара в зависимости от силы ветра колеблется в пределах от нескольких сотен метров до 1,5 км/ч; высота пламени зависит от характера горючих материалов и достигает 0,1–2,0 м; основное горение – пламенное.

Устойчивые низовые пожары распространяются медленно; они отличаются полным сгоранием живого и мертвого надпочвенного покрова; горение – беспламенное. При таких пожарах горят не только почвенный покров, лесной хлам, подлесок и подрост, но и деревья с низко опущенными сучьями. Надпочвенный покров сгорает полностью; участков, не тронутых огнем, внутри пожара не остается, при этом глубоко и сильно обгорают кора и обнаженные корни деревьев.

*Верховые лесные пожары* характеризуются сгоранием надпочвенного покрова и полосы древостоя. Эти пожары возникают от низовых как дальнейшая стадия их развития, причем низовой огонь – источник для верхового пожара.

Верховые пожары, как и низовые, имеют ясно выраженную кромку, а при ветре, кроме того, тыл, фланги и фронт. *Кромка пожара* – это полоса горения, окаймляющая внешний контур лесного пожара и непосредственно примыкающая к участкам, не пройденным огнем. Фронт пожара продвигается в виде верхового огня. Кромка верховых пожаров в тыловой части и фланги представляют собой низовой огонь. Скорость распространения верховых пожаров достигает более 25 км/ч. Развиваются они обычно в густых хвойных лесах, когда засуха сопровождается ветром. Верховые пожары, как и низовые, могут быть беглыми и устойчивыми.

*При верховых устойчивых* пожарах огонь движется сплошной стеной от надпочвенного покрова до крон деревьев со скоростью до 8 км/ч, при этом кроны деревьев сгорают по мере продвижения кромки низового пожара. При таких пожарах образуется большая масса искр и воспламененного материала, летящих перед фронтом огня.

Для *верховых беглых* пожаров характерен отрыв горения по пологу от кромки низового пожара, при этом огонь распространяется со скоростью до 25 км/ч. При верховом беглом пожаре в условиях сильного ветра горят кроны деревьев хвойных пород; огонь распространяется скачками с огромной скоростью, образуя длинные, вытянутые вперед языки пламени; скорость распространения беглого пожара по ветру достигает 8–25 км/ч. При беглых пожарах распространение горения может опережать продвижение кромки низового пожара. Это происходит за счет переноса ветром горячих искр и головней и образование новых очагов горения впереди фронта пожара.

*Подземные (почвенные) лесные пожары* являются дальнейшей стадией развития низового пожара. Такие пожары возникают на участках с мощным слоем подстилки (более 20 см) или с торфяными почвами. Огонь распространяется вглубь почвы обычно у стволов деревьев. Горение происходит медленное, беспламенное. При сгорании корней дерева беспорядочно падают, образуя завалы. Глубина прогорания при сильном подземном пожаре – более 0,5 м, среднем – до 0,5 м и слабом – до 0,25 м.

Пожароопасность зависит от количества, характера и состояния горючих материалов, лесного покрова и условий погоды (осадки, ветер).

Погода – наиболее изменчивый фактор. Опасность пожара, при всех прочих условиях, возрастает с ростом температуры воздуха или изменением влажности воздуха. Температура и относительная влажность изменяются в течение суток, сезона года, географической широты местности или ее высоты над уровнем моря.

В 1968 г. профессор В. Г. Нестеров [55] предложил судить о дефиците влажности воздуха по разности температуры воздуха и точки росы, выражая дефицит в градусах. Шкала Нестерова для прогнозирования лесных пожаров по показателю горимости лесов введена во всех лесхозах и леспромхозах, базах авиаохраны леса (табл. 2.14). Комплексный показатель шкалы В. Г. Нестерова (1968) рассчитывают по формуле

$$\Gamma = \sum_i^n (t - \phi) \cdot t$$

где  $\Gamma$  – показатель горимости надпочвенного покрова, °С;  $\pi$  – число сухих дней (дней с осадками менее 2,5 мм);  $t$  – температура воздуха за 12 ч, °С;  $\phi$  – точка росы, °С.

Таблица 2.14

**Пример расчета комплексного показателя горимости лесов**

Дата	Температура воздуха, °С (t)	Точка росы, °С (f)	t-f	Комплексный показатель горимости за сутки ( $\Gamma$ ), °С	Количество осадков за сутки, мм	Показатель горимости леса, °С
20 июня	25	16	9	225	6,0	225
21 июня	25	14	11	275	–	500
22 июня	24	11	13	312	–	812
23 июня	18	14	14	252	9,0	252
24 июня	19	12	7	133	–	385

Таблица 2.15

**Классификация по горимости лесов**

Показатель горимости леса ( $\Gamma$ )	Класс пожарной опасности
Менее 300	Отсутствие опасности (I)
301-1000	Малая опасность (II)
1001-4000	Средняя опасность (III)
4001-100 000	Высокая опасность (IV)
Более 100 000	Чрезвычайная опасность (V)

**Задание 6. Оценка пожароопасности лесов для разных территорий ХМАО – Югры**

Каждому студенту выдается индивидуальное задание по конкретному лесничеству для определения и картографирования пожароопасности лесов на основе анализа запасов лесных горючих материалов (ЛГМ).

**Задачи:**

1. Произвести аналитический обзор о статистике, динамике и территориальном распределении лесных пожаров по территории ХМАО – Югры.
2. Разработка картографического материала с помощью географической информационной системы QGIS:
  - Карты пожарной опасности и метеорологических параметров (грозоопасность, осадки, температуры);
  - Карты распределения ЛГМ (лесных горючих материалов);
  - Карты горимости лесов;
  - Карта районирования территории ХМАО по плотности лесных пожаров.
3. На основе произведенных исследований произвести оценку и прогноз пожароопасности лесов для разных территорий ХМАО – Югры.

**Исходные материалы:**

- 1) Данные государственного учёта лесного фонда (ГУЛФ);
- 2) Мелкомасштабные цифровые лесные и почвенные карты;

3) Цифровая модель рельефа (ЦМР)

4) Шкала Нестерова для прогнозирования лесных пожаров по показателю горимости лесов

***Порядок выполнения.***

Методика анализа данных для расчёта запасов проводников горения (ЛГМ) включает:

1. Произвести классификацию ЛГМ и определить состав растительных проводников горения для низовых и верховых пожаров;

2. Дать статистическую оценку представительности типов лесорастительных условий и запасов фитомассы проводников горения (верхний полог, напочвенный покров, лесная подстилка, подрост/подлесок) по базе данных биологической продуктивности лесных экосистем в различных типах лесов;

3. Произвести оценку запасов проводников горения верхнего полога насаждений на основе комплексного анализа базы данных о запасах насаждений основных лесообразующих пород (ГУЛФ) на уровне участковых лесничеств;

4. Произвести комплексный анализ цифровых карт лесов, почв, рельефа, баз данных ГУЛФ и биологической продуктивности лесных экосистем, содержащей сведения о фитомассе основных лесообразующих пород, что позволит сформировать необходимые предварительные данные, используемые для построения результирующих карт.

5. Оценка запасов ПГ базируется на карте типов лесорастительных условий (ТЛУ), различающихся между собой по степени плодородия и увлажнения почв. Карта ТЛУ создаётся на основе комплексного анализа почвенной карты, цифровой модели рельефа, запасов насаждений (ГУЛФ) в разрезе лесхозов.

**Варианты исследуемых территорий:**

1. Нижневартовское лесничество.
2. Аганское лесничество.
3. Мегионское лесничество.
4. Кондинское лесничество.
5. Излучинское лесничество.
6. Ларьякское лесничество.
7. Корликовское лесничество.
8. Новоаганское лесничество.
9. Сарт–Ёганское лесничество.
10. Колек–Ёганское лесничество.
11. Охтеурское лесничество.
12. Радужнинское лесничество.
13. Покачевское лесничество.
14. Куль–Ёганское лесничество.
15. Лангепасское лесничество.

### ***Рекомендуемая литература.***

1. Волокитина А.В., Софронов М.А. Классификация и картографирование растительных горючих материалов. Новосибирск, из-во СО РАН, 2002. 306 с.
2. Замолодчиков Д.Г., Уткин А.И., Честных О.В. Коэффициенты конверсии запасов насаждений в фитомассу для основных лесобразующих пород России // Лесная таксация и лесоустройство. Т. 1. № 32. С. 119-127.
3. Сочилова Е.Н., Ершов Д.Е., Коровин Г.Н. Методы создания карт запасов лесных горючих материалов низкого пространственного разрешения // Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН. Современные проблемы дистанционного зондирования земли из космоса. 2009. Т.6. № 2. С. 441-449.
4. Середовских Б.А., Бубенщикова В.Г. Анализ состояния пирогенных опасностей в условиях лесотаяжной зоны Нижневартовского района // Научные труды магистрантов и аспирантов. Сборник научных трудов. Вып. 17. Нижневартовск, 2020. С. 200-203.
5. Характеристика лесного фонда Ханты-Мансийского автономного округа – Югры на 1 января 2022 года. <https://clck.ru/375x7P>
6. Шилина А.Ю., Середовских Б.А. Применение современных информационных технологий для мониторинга лесных пожаров // XIX Всероссийская студенческая научно-практическая конференция, г. Нижневартовск, 4–5 апреля 2017 г. Нижневартовск: Издательство НВГУ, 2017. С. 482-487.
7. Шилина А.Ю., Слива Е.А., Середовских Б.А. Составление электронной карты лесных пожаров на территории природного парка «Сибирские увалы за период 2009-2016 гг. // Информационные технологии в экологии: материалы Всероссийской научно-практич. конференции, посвященной Году экологии в России (г. Нижневартовск, 23 ноября 2017). Нижневартовск: Изд-во Нижневарт. гос. ун-та, 2018. С. 114-118.

### ***Задание 7. Определение прямых и косвенных факторов пожароопасности***

Каждому студенту выдается индивидуальное задание по конкретному лесничеству для определения прямых и косвенных факторов пирогенной опасности в таёжной зоне Западной Сибири и взаимосвязь интенсивности пожаров с этими факторами на определенном участке.

**Задачи:** 1) дать краткое географическое описание характера растительности (тип леса) с более подробной характеристикой участка изысканий; 2) проанализировать климатические показатели (погодные условия, сумма активных температур, влажность, грозовые разряды) на определенном участке изысканий; 3) проанализировать гидрологический показатель (уровень половодья) по данной реке на участке изысканий; 4) рассмотреть антропогенный фактор (плотность населения и удаленность от населенных пунктов, км).

#### ***Исходные материалы:***

1) метеоданные и гидрологические данные за 2011–2022 гг.; 2) данные о количествах пожаров и их выделов в пределах лесничеств: Нижневартовское, Меги- онское, Излучинское,

Аганское, Ларьякское, Корликовское, Новоаганское, Сарт–Ёганское, Колек–Ёганское, Охтеурское, Радужнинское, Покачевское, Куль–Ёганское, Лангепасское.; 3) Методические рекомендации по определению природной пожарной опасности в лесу ; 4) карты лесоустройства (масштабов 1:3 000 000–1:2 000 000) с разграфкой на листы карт масштабов 1:1 000 000 и 1:100 000, включающие заданный объект; 5) программные средства MapInfo и стандартные предложения Microsoft Office.

#### **Порядок выполнения.**

1. Составляется описание характера растительности (тип леса) по изучаемому лесничеству. Оно должно включать физико-географические сведения о территории исследования (природная зона, рельеф, климат, почвенно-растительный покров, гидрографическая сеть).

2. На основе статистических материалов обобщаются данные климатических характеристик и количества пожаров за пожароопасный период. Ряд данных представляется в виде таблиц (табл. 2.16).

Таблица 2.16

**Сравнительные данные климатических характеристик и количества пожаров за пожароопасный период в 2021 и 2022 гг.**

Месяц, год	Среднее значение	Относительная влажность, %	Кол-во осадков, мм	Дни с осадками	Макс. температура,	Мин. температура,	Кол-во пожаров
Май 2021	7,9	65	25	14	23,7	– 4	9
Май 2022	8,4	61	20	14	30	–4,6	15
Июнь 2021	18,6	70	45	14	30,3	6,2	54
Июнь 2022	21,7	60	2	3	32,8	10	219
Июль 2021	13,7	75	70	17	24,8	4,7	5
Июль 2022	20,3	69	15	14	34,5	7,1	233
Август 2021	12,5	81	80	21	28,5	4,3	5
Август 2022	14	76	54	17	24,9	2,9	45
Сентябрь 2021	11,4	73	6	9	24,3	0,9	8
Сентябрь 2022	10,4	83	119	23	23,5	0,8	4

3. По результатам обобщенных данных рассчитываются климатические показатели, влияющие на пожароопасность (коэффициент индекса сухости, коэффициент степени увлажнения, суммы активных температур выше 1800°С).

4. При сопоставлении полученных климатических данных с зонами активного антропогенного влияния выявляются пирогенно опасные зоны, отраженные в тематической карте-схеме

#### **Отчетные материалы.**

1. Комплексное описание характера растительности (тип леса) по изучаемому лесничеству на 5–7 страницах, включая таблицы, картосхему размещения типов лесов, графики.

2. Таблицы, обобщенных данных климатических характеристик и количества пожаров за пожароопасный период.



3. Пирогенно опасные зоны, отраженные в тематической карте-схеме.

**Рекомендуемая литература.**

1. Андреев Ю.А. Оценка антропогенной опасности в лесах Красноярского Приангарья (методические рекомендации). Красноярск: ВНИИПОМлесхоз, 1991. 25 с.

2. Антонов С.Ю., Исаков Г.Н. Динамика лесных пожаров и их экологических последствий на территории ХМАО – Югры // Экология и безопасность жизнедеятельности промышленно-транспортных комплексов ЕЛРПТ. Сборник трудов пятого международного экологического конгресса (седьмой Международной научно-технической конференции). Т. 2. Самара, 2015. С. 10-13.

3. Булыгина О.Н., Разуваев В.Н., Александрова Т.М. Описание массива данных суточной температуры воздуха и количества осадков на метеорологических станциях России и бывшего СССР (ТТТТ). <http://meteo.ru/data>

4. Васильев М.П., Каширина Е.В., Иванова Е.В. Методология расчета погодноклиматических рисков в субъектах Российской Федерации с использованием реляционной базы данных. // Труды Главной геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова. 2017. № 586. С. 21-33.

5. Классификация природной пожарной опасности лесов и классификации пожарной опасности в лесах в зависимости от условий погоды. <https://clck.ru/345jkQ>

6. Коркина Е.А., Талынева О.Ю. Прямые и косвенные факторы возникновения пирогенных опасностей в таёжной зоне западной Сибири // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2014. Т. 16 №1 (3). С. 650-656.

7. Официальный сайт Федерального агентства лесного хозяйства. Приказ № 532 от 16 декабря 2008 года. <https://clck.ru/375xQf>

**Задание 8. Расчет природной пожарной опасности в лесу**

Каждому студенту выдается индивидуальное задание для расчета природной пожарной опасности в лесах разного типа в таёжной зоне Западной Сибири и взаимосвязь интенсивности пожаров с этими факторами на определенном участке.

**Задачи:** 1) дать краткое географическое описание характера растительности (тип леса) с более подробной характеристикой участка изысканий; 2) обобщить и проанализировать метеорологические элементы, которыми пользуется Гидрометеослужба для расчета существующего комплексного показателя горимости: температура воздуха ( $t$ ), дефицит точки росы ( $\tau$ ) и количество осадков за сутки; 3) расчетным путем установить влажность напочвенного покрова (мшисто-лишайникового яруса) и опада, подстилки под ними и верхнего слоя торфа в насаждениях различных типов леса; 4) При обработке экспериментальных данных прослеживалась, по насаждениям различных типов леса, динамика изменения влажности лесных горючих материалов: а) доминирующего лесного напочвенного покрова, определяющего возможность возникновения и распространения

низовых пожаров; б) подстилки и верхнего слоя торфа, от влажности которых зависит возможность развития подстилично-гумусовых и торфяных пожаров; 5) оценить и прогнозировать высокую и чрезвычайную природную пожарную опасность на данной лесной территории; 4) рассмотреть антропогенный фактор (плотность населения и удаленность от населенных пунктов, км); 5) составить список карт по всей реке в масштабе 1:1 000 000 и 1:100 000, для участка изысканий в масштабе 1:25 000 и 1:10 000.

**Исходные материалы:**

1) метеоданные таблиц ТМ-1, которые составляются и находятся на метеорологических станциях (МС) и на авиаметеорологических станциях (АМСГ). Таблицы ТМ-1 за прошлые годы имеются в территориальных управлениях Росгидромета и региональных гидрометеофондах; 2) материалы лесоустройства в пределах лесничеств: Нижневартовское, Мегионское, Излучинское, Аганское, Ларьякское, Корликовское, Новоаганское, Сарт–Ёганское, Колек–Ёганское, Охтеурское, Радужнинское, Покачевское, Куль–Ёганское, Лангепасское.; 3) Методические рекомендации по определению природной пожарной опасности в лесу; 4) карты лесоустройства (масштабов 1:3 000 000–1:2 000 000) с разграфкой на листы карт масштабов 1:1 000 000 и 1:100 000, включающие заданный объект; 5) программные средства MapInfo и стандартные предложения Microsoft Office.

**Порядок выполнения.**

1. Составляется описание характера растительности (тип леса) по изучаемому лесничеству. Оно должно включать физико-географические сведения о территории исследования (природная зона, рельеф, климат, почвенно-растительный покров, гидрографическая сеть).

2. На основе статистических материалов обобщаются данные метеорологические элементы, которыми пользуется Гидрометеослужба для расчета существующего комплексного показателя горимости: температура воздуха ( $t$ ), дефицит точки росы ( $\tau$ ) и количество осадков за сутки. Ряд данных представляется в виде таблиц (табл. 2.17).

Таблица 2.17

**Влажности слоя сфагнома в 3 - 5 см в зависимости от величины ПВ-1 и ПВ-2**

Величина ПВ-2	Величина ПВ-1								
	0 - 0,4	0,5 - 1,0	1,1 - 1,5	1,6 - 2,0	2,1 - 2,5	2,6 - 3,0	3,1 - 3,5	3,6 - 4,0	4,1 - 4,6
< 5,0	91 - 85	84 - 78	77 - 73	72 - 70	69 - 68	67 - 66	65	64	63
5,0 < 7,0	90 - 83	81 - 73	72 - 66	64 - 60	59 - 56	55 - 53	52 - 51	50 - 49	48 - 47
7,0 < 10,0	88 - 78	76 - 64	62 - 56	54 - 50	49 - 45	44 - 40	39 - 36	35 - 32	31 - 29
≥ 10,0	82 - 71	68 - 55	53 - 44	42 - 36	35 - 30	28 - 25	24 - 21	20 - 18	17 - 15

3. На основе математической обработки данных построить кривые изменений влажности отдельно для напочвенного покрова и подстилки в зависимости от величины осадков (по грациям осадков и предшествующей осадкам влажности горючих материалов). Так же построить отдельно кривые изменения влажности напочвенного покрова и подстилки в период без осадков, характеризующие изменение их влажности от максимальной до равновесной.

4. Построить таблицы, по которым определяются изменения значений показателей влажности покрова (ПВ-1) и подстилки (ПВ-2) после выпадения осадков разной величины.

5. Рассчитать нарастание периметра и площади пожаров в наиболее горимых типах леса, а также провести расчет численности рабочих, вооруженных ранцевой аппаратурой для тушения пожаров.

6. На основе соответствующего картографического материала (распределение площади насаждений по типам леса) по классам шкалы оценить, на какой площади возможно распространение пожаров и сделать прогнозную оценку характера их развития в любой день пожароопасного сезона.

#### ***Отчетные материалы.***

1. Комплексное описание характера растительности (тип леса) по изучаемому лесничеству на 5–7 страницах, включая таблицы, картосхему размещения типов лесов, графики.

2. Таблицы, обобщенных данных климатических характеристик для расчета существующего комплексного показателя горимости.

3. Кривые изменений влажности отдельно для напочвенного покрова и подстилки в зависимости от величины осадков и без осадков.

4. Таблицы для определения изменения значений показателей влажности покрова (ПВ-1) и подстилки (ПВ-2) для каждого типа леса.

5. Расчет нарастания периметра и площади пожаров в наиболее горимых типах леса.

6. Оценка площади возможного распространения пожаров и прогнозная оценка характера их развития в любой день пожароопасного сезона.

#### ***Рекомендуемая литература.***

1. Коркина Е.А., Талышева О.Ю. Прямые и косвенные факторы возникновения пирогенных опасностей в таёжной зоне западной Сибири // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2014. Т. 16. №1 (3). С. 650-656.

2. Классификация природной пожарной опасности лесов и классификации пожарной опасности в лесах в зависимости от условий погоды. <https://clck.ru/345jkQ>

3. Середовских, Б.А., Рочева О.Ю. Проблемы пожароопасности на территории природного парка «Сибирские увалы» // Информационные технологии в экологии: материалы Всероссийской научно-практич. конференции, посвященной Году экологии в России (г. Нижневартовск, 23 ноября 2017). Нижневартовск: Изд-во Нижневарт. гос. ун-та, 2018. С. 56-61.

4. Середовских Б.А., Бубенщикова В.Г. Анализ состояния пирогенных опасностей в условиях лесотаежной зоны Нижневартовского района // Научные труды магистрантов и аспирантов. Сборник научных трудов. Вып. 17. Нижневартовск, 2020. С. 200-203.

5. Статистика пожаров. <https://clck.ru/375xXm>

6. Трясцын В.Г., Викторов Е.В. Метеорологические условия лесных пожаров на территории Ханты-Мансийского автономного округа – Югры в 2009 году // Особенности

рекреационного использования особо охраняемых территорий: М-лы науч.-практич. конф.: сб. науч. статей. Ханты-Мансийск: Доминус, 2011. С. 177-184.

7. Об утверждении классификации природной пожарной опасности лесов и классификации пожарной опасности в лесах по условиям погоды, а также требований к мерам пожарной безопасности в лесах в зависимости от целевого назначения лесов, показателей природной пожарной опасности лесов и показателей пожарной опасности в лесах по условиям погоды // Официальный сайт Федерального агентства лесного хозяйства. Приказ № 532 от 16 декабря 2008 года. <https://clck.ru/375xQf>

### **Вопросы и задания для самоконтроля**

1. На какие типы подразделяются растительные пожары?
2. Как возникает и распространяется низовой лесной пожар?
3. Назовите классы пожарной опасности лесных участков.
4. Охарактеризуйте верховой лесной пожар.
5. Чем верховой пожар отличается от низового пожара?
6. Где и как возникают подземные (торфяные) пожары?
7. Почему происходит возгорание торфа?
8. Какие периоды выделяются в развитии торфяного пожара?

## **РАЗДЕЛ 3. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ**

### **ПРИМЕРНЫЕ ВАРИАНТЫ ТЕМ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ПРОЕКТОВ**

1. Моделирование границ зон затопления на территориях, затапливаемых при половодьях и паводках однопроцентной обеспеченности (повторяемость один раз в 100 лет) либо в результате ледовых заторов и зажоров. (В границах зон затопления устанавливаются территории, затапливаемые при максимальных уровнях 3, 5, 10, 25 и 50-процентной обеспеченности (повторяемость 3, 5, 10, 25 и 50 раз в 100 лет).
2. Построение местных шкал природной пожарной опасности насаждений, на основе данных показателя влажности покрова.
3. Составление местных шкал природной пожарной опасности в лесу по данным значений ПВ-1 и ПВ-2.
4. Прогностическая оценка вероятности ОЯП на основе анализа климатических изменений за последние 15–20 лет.
5. Оценка и прогноз вероятности затоплений территории и деформации береговой линии главных рек.
6. Аналитический обзор о статистике, динамике и территориальном распределении гидрологических опасностей по территории ХМАО.
7. Разработка картографического материала деформации береговой линии Оби, Иртыша Ваха, Конды и других рек ХМАО – Югры.
8. Картографирование пожарной опасности и метеорологических параметров (грозоопасность, осадки, температуры) регионов ХМАО – Югры.
9. Аналитический обзор о статистике, динамике и территориальном распределении лесных пожаров по территории ХМАО.
10. Создание цифровой основы карты лесных пожаров на основе лесоустроительной карты MapInfo для регионов ХМАО – Югры.
11. Исследование температурного режима мерзлотных бугров пучения.
12. Разработка ГИС для инженерно-геологических явлений (участки активизации овражной эрозии, развевание песчаных грунтов на участках уничтожения растительного покрова и т. д.).
13. Создание цифровой картографической модели трансформации ландшафтов ХМАО – Югры в результате воздействия склоновых, русловых и эрозионных процессов, активизации криогенных процессов.

## ГЛОССАРИЙ

- Буря** – ветер, скорость которого меньше скорости урагана. Однако она тоже довольно велика и достигает 15–20 м/с. В зависимости от скорости ветра различают сильную и полную бури. Сильную бурю иногда называют штормом.
- Ветер** – движение воздуха относительно земной поверхности, возникающее в результате неравномерного распределения атмосферного и направленное из зоны высокого давления в зону низкого давления.
- Вихрь** – атмосферное образование с вращательным движением воздуха вокруг вертикальной или наклонной оси.
- Ветровые нагоны** – это подъем уровня воды, вызванный воздействием ветра на водную поверхность. Такие явления случаются в морских устьях крупных рек, а также на больших озерах и водохранилищах.
- Геоинформационная система (географическая информационная система, ГИС)** – система сбора, хранения, анализа и графической визуализации пространственных (географических) данных и связанной с ними информации о необходимых объектах.
- Гололед** – это слой плотного льда, образовавшийся на поверхности земли, тротуарах, проезжей части улицы и на предметах (деревьях, проводах и т. д.) при намерзании переохлажденного дождя и мороси (тумана). Обычно гололед наблюдается при температуре воздуха от 0°C до минус 3°C. Корка намерзшего льда может достигать нескольких сантиметров.
- Гололедица** – это тонкий слой льда на поверхности земли, образующийся после оттепели или дождя в результате похолодания, а также замерзания мокрого снега и капель дождя.
- Град** – атмосферные осадки, выпадающие в теплое время года, в виде частичек плотного льда диаметром от 5 мм до 15 см, обычно вместе с ливневым дождем при грозе.
- Гроза** – атмосферное явление, связанное с развитием мощных кучево-дождевых облаков, сопровождающееся многократными электрическими разрядами между облаками и земной поверхностью, звуковыми явлениями, сильными осадками, нередко с градом.
- Зажор** – явление, сходное с затором льда. Однако, во-первых, зажор состоит из скопления рыхлого льда (шуга, небольшие льдинки), тогда как затор есть скопление крупных и в меньшей степени небольших льдин. Во-вторых, зажор льда наблюдается в начале зимы, в то время как затор – в конце зимы и весной.
- Затопление** – покрытие территории водой в период половодья или паводков.
- Затор** – это скопление льда в русле, ограничивающее течение реки. В результате происходит подъем воды и ее разлив.
- Занос снежный** – это гидрометеорологическое бедствие, связанное с обильным выпадением снега, при скорости ветра свыше 15 м/с и продолжительности снегопада более 12 часов.
- Засуха** – комплекс метеорологических факторов в виде продолжительного отсутствия осадков в сочетании с высокой температурой и понижением влажности воздуха,

приводящий к нарушению водного баланса растений и вызывающий их угнетение или гибель.

**Зона затопления** – территория, покрываемая водой в результате превышения притока воды по сравнению с пропускной способностью русла.

**Зона пожаров** – территория, в пределах которой в результате стихийных бедствий, аварий или катастроф, неосторожных действий людей возникли и распространились пожары.

**Источник природной чрезвычайной ситуации** – опасное природное явление или процесс, в результате которого на определенной территории или акватории произошла или может возникнуть чрезвычайная ситуация.

**Лавинный очаг** – участок склона и его подножья, в пределах которого движется лавина. Каждый очаг состоит из 3 зон: зарождения (лавиносор), транзита (лоток), остановки лавины (конус выноса).

**Лесные горючие материалы (ЛГМ)** – это растения лесов, их морфологические части и растительные остатки разной степени разложения, которые могут гореть при лесных пожарах.

**Лесной горючий материал (ГРМ)** – опад, лишайники и мхи, пни, листья, хвоя, кустарники и травы, торф, ветки, сучья, стволы деревьев отличаются по запасу, структуре, химическому составу, влажности и теплотворной способности, что имеет большое значение для возникновения и развития пожаров.

**Лесные пожары** – неконтролируемое горение растительности, стихийно распространяющееся по лесной территории.

**Ливень** – кратковременные атмосферные осадки большой интенсивности, обычно в виде дождя или снега.

**Метель** – сильный, меняющий направление ветер со снегом. Такой ветер не редкость зимой. Он может продолжаться от нескольких часов до нескольких суток.

**Наводнение** – это временное затопление обширной территории в результате подъема уровня воды в реке, озере, море. Наводнения происходят в результате интенсивного таяния снега (ледников), выпадения обильных осадков, заторов и зажоров, разрушения гидротехнических сооружений, а также цунами.

**Обвал** – отрыв и катастрофическое падение больших масс горных пород, их опрокидывание, дробление и скатывание на крутых и обрывистых склонах.

**Опасное природное явление (ОПЯ)** – событие природного происхождения или результат деятельности природных процессов, которые по своей интенсивности, масштабу распространения и продолжительности могут вызвать поражающее воздействие на людей, объекты экономики и окружающую природную среду.

**Опасное явление погоды (ОЯП)** – относятся явления погоды, которые интенсивностью, продолжительностью и временем возникновения представляют угрозу безопасности людей, а также могут нанести значительный ущерб отраслям экономики.

**Опасное геологическое явление** – событие геологического происхождения или результат деятельности геологических процессов, возникающих в земной коре под действием

различных природных или геодинамических факторов или их сочетаний, оказывающих или могущих оказать поражающие воздействия на людей, сельскохозяйственных животных и растения, объекты экономики и окружающую природную среду.

**Опасное гидрологическое явление** – событие гидрологического происхождения или результат гидрологических процессов, возникающих под действием различных природных или гидродинамических факторов или их сочетаний, оказывающих поражающее воздействие на людей, сельскохозяйственных животных и растения, объекты экономики и окружающую природную среду.

**Опасное метеорологическое явление** – природные процессы и явления, возникающие в атмосфере под действием различных природных факторов или их сочетаний, оказывающие или могущие оказать поражающее воздействие на людей, сельскохозяйственных животных и растения, объекты экономики и окружающую природную среду.

**Оползень** – смещение масс горных пород по склону под воздействием собственного веса и дополнительной нагрузки вследствие подмыва склона, переувлажнения, сейсмических толчков и иных процессов.

**Половодье** – ежегодно повторяющееся в один и тот же сезон относительно длительное увеличение водоносности рек, сопровождающееся повышением уровня воды. Может привести к наводнению.

**Паводок** – относительно кратковременное и неперiodическое понятие уровня вод. Следующие один за другим паводки могут приводить к половодью.

**Подземный или торфяной пожар** – пожар, который возникает в торфяном слое, находящемся в почве на глубине от нескольких десятков сантиметров до десятков метров.

**Подтопление** – повышение уровня грунтовых вод, нарушающее нормальное использование территории, строительство и эксплуатацию расположенных на ней объектов.

**Природная чрезвычайная ситуация; природная ЧС** – обстановка на определенной территории или акватории, сложившаяся в результате возникновения источника природной чрезвычайной ситуации, который может повлечь или повлечет за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью и (или) окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

**Прогнозирование чрезвычайных ситуаций** – это метод ориентировочного выявления и оценки обстановки, складывающейся в результате стихийных бедствий, аварий и катастроф.

**Продолжительный дождь** – жидкие атмосферные осадки, выпадающие непрерывно или почти непрерывно в течение нескольких суток, могущие вызвать паводки, затопление и подтопление.

**Пурга** – сильная метель с ветром ураганной силы и массовым перемещением снежных масс.



- Пыльная буря** – перенос больших количеств пыли или песка сильным ветром, сопровождающийся ухудшением видимости, выдуванием верхнего слоя почвы вместе с семенами и молодыми растениями, засыпанием посевов и транспортных магистралей.
- Сель (селевой поток)** – временный стремительный горный поток воды с большим содержанием камней, песка, глины и других материалов.
- Снежные бури.** Характеризуются значительными скоростями ветра, что способствует зимой перемещению по воздуху огромных масс снега.
- Их продолжительность колеблется от нескольких часов до нескольких суток. Имеют сравнительно узкую полосу действия (до нескольких десятков километров). Снежные бури большой силы бывают на равнинных местах России и в степной части Сибири.
- Смерч (торнадо)** – сильный маломасштабный атмосферный вихрь диаметром до 1000 м, в котором воздух вращается со скоростью до 100 м/с, обладающий большой разрушительной силой.
- Снежные лавины** – низвергающиеся со склонов гор под воздействием силы тяжести снежные массы.
- Стихийное бедствие** – разрушительное природное и (или) природно-антропогенное явление или процесс значительного масштаба, в результате которого может возникнуть или возникнуть угроза жизни и здоровью людей, произойти разрушение или уничтожение материальных ценностей и компонентов окружающей природной среды.
- Туман** – скопление продуктов конденсации в виде капель или кристаллов, взвешенных в воздухе непосредственно над поверхностью земли, сопровождающееся значительным ухудшением видимости.
- Ураган** – ветер большой разрушительной силы и многочасовой продолжительности, скорость которого превышает 32 м/с (12 баллов по шкале Бофорта). Ураганы, зарождающиеся над Тихим океаном, принято называть **тайфунами**.
- Циклон** – атмосферное возмущение с пониженным давлением воздуха и ураганскими скоростями ветра, возникающее в тропических широтах и вызывающее огромные разрушения и гибель людей.
- Цифровая модель рельефа (ЦМР)** – является одним из наиболее важных информационных слоев при разработке методики картографирования зон затопления. В качестве основы для построения ЦМР использованы информационные слои созданной в ходе разработки методики картографирования базы географических, топографических, гидрографических и морфометрических данных разделов «рельеф суши» и «гидрография».
- Шквал** – резкое кратковременное усиление ветра до 20-30 м/с и выше, сопровождающееся изменением его направления, связанное с конвективными процессами.
- Шторм** – длительный очень сильный ветер со скоростью свыше 20 м/с, вызывающий сильные волнения на море и разрушения на суше.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Агеева Е.Л., Васючкова Т.Н. Формирование понятий об опасных и чрезвычайных ситуациях природного характера // Современные научные исследования и инновации. 2016. № 11. URL: <https://clck.ru/376seb> 12
2. Акимов В.А., Новиков В.Д., Радаев Н.Н. Природные и техногенные чрезвычайные ситуации: опасности, угрозы, риски. М.: Деловой экспресс, 2001. 344 с. 15
3. Алагулов Д.А., Кузнецова В.П., Середовских Б.А. Влияние современного изменения климата на природные процессы (на примере территории ХМАО – Югры и стран Евросоюза) // XXI Всероссийская студенческая научно-практическая конференция Нижневартковского государственного университета, Нижневартовск, Нижневартовский государственный университет. 2019. С. 26-32. 13
4. Ананьев Г.С. Стационарные исследования геоморфологических процессов на территории бывшего СССР. Геоморфология и палеогеография. 1992. Т.4. С. 33-41. 16
5. Андреев Ю.А. Оценка антропогенной опасности в лесах Красноярского Приангарья (методические рекомендации). Красноярск: ВНИИПОМлесхоз, 1991. 25 с. 14
6. Антонов С.Ю., Исаков Г.Н. Динамика лесных пожаров и их экологических последствий на территории ХМАО – Югры // Экология и безопасность жизнедеятельности промышленно-транспортных комплексов ЕЛРПТ. Сборник трудов пятого международного экологического конгресса (седьмой Международной научно-технической конференции). Т. 2. Самара: Самарский научный центр РАН, 2015. С. 10-13. 17
7. Атлас природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций. Российская Федерация. М.: Дизайн, Информация, Картография, 2010. 696 с. 19
8. Атлас Ханты-Мансийского автономного округа – Югры. Москва: Изд-во МГУ; Ханты-Мансийск: Т. 2: Природа. Экология. 2004. 152 с. 18
9. Баулин В.В., Белопухов Е.Б., Дубиков Г.Н. и др. Геокриологические условия Западно-Сибирской низменности М.: Недра, 1967. 205 с. 20
10. Бедило М.В., Заворотный А.Г., Неровных А.Н. и др. Опасные природные процессы. 2-е изд. перераб. и доп. М.: Академия ГПС МЧС России, 2020. 308 с. 76
11. Бондарик Г.К., Ярг Л.А. Инженерно-геологические изыскания. М.: КДУ, 2007. 424 с. 21
12. Ботавин Д.В. Картографирование русел равнинных рек на основе базы пространственных данных // Материалы международной конференции ИнтерКарто/ИнтерГИС-15: Устойчивое развитие территорий: теория ГИС и практический опыт (Пермь, Гент, 29 июня – 1 июля). 2009. С. 367-372. 22
13. Булатов В.И., Игенбаева Н.О. Обь-Иртышский бассейн как геосистема: вопросы теории и практики эколого-географического изучения. Научно-аналитическое изд. Ханты-Мансийск, 2010. 83 с. 23
14. Булыгина О.Н., Копылов В.Н., Коршунова Н.Н. Создание специализированной базы данных климатических характеристик региона на примере Ханты-Мансийского автономного округа – Югры // Вестник кибернетики. 2013. № 12. С. 71-80. 24

15. Булыгина О.Н., Разуваев В.Н., Александрова Т.М. Описание массива данных суточной температуры воздуха и количества осадков на метеорологических станциях России и бывшего СССР (ТТТТ). <http://meteo.ru/data> 25
16. Вартанян Г.С., Голицын М. С., Гречищев С.Е. и др. Современные геологические процессы // Экология России. Т. 1. Европейская часть. М.. 2000. 26
17. Васильев М.П., Каширина Е.В., Иванова,Е.В. Методология расчета погодноклиматических рисков в субъектах Российской Федерации с использованием реляционной базы данных // Труды Главной геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова. 2017. № 586. С. 21-33. 27
18. Владимиров А.М. Классификация опасных гидрометеорологических явлений. Материалы итог. сессии Уч. Сов. РГГМУ. Ч. I. СПб., 2003. 28
19. Владимиров А.М. Опасные гидрологические явления. Сб. Проблемы современной гидрологии. СПб. 2004. 30
20. Владимиров А.М. Особенности формирования опасных гидрологических явлений. Материалы итог. сессии Уч. Сов. РГГМУ. Ч. I. СПб. 2004. 29
21. Владимиров А.М. Принципы классификации опасных гидрологических явлений. Материалы итог. сессии Уч. Сов. РГГМУ. СПб. 2005. 32
22. Владимиров А.М., Сикан А.В. Расчет экстремальных гидрологических характеристик. Тез. докл. VI Всерос. Гидрологического съезда. Секц. 5. СПб: Гидрометеиздат, 2004. 31
23. Волокитина А.В., Софронов М.А. Классификация и картографирование растительных горючих материалов. Новосибирск, из-во СО РАН, 2002. 306 с. 33
24. Гарагуля Л.С., Ершов Э.Д. Геокриологические опасности. Тематический том. М.: КРУК, 2000. 316 с. 34
25. Гидрологическая изученность // Ресурсы поверхностных вод СССР. М., 1967. Т. 15: Алтай и Западная Сибирь. Вып. 2. Средняя Обь. 36
26. Гидрологический ежегодник: Бассейн Карского моря (Западная часть). Т. 6. 1962, 1963, 1964, 1965, 1966, 1967, 1968, 1969, 1970, 1971, 1972, 1973, 1974, 1975, 1976, 1977, 1978, 1979, 1980 гг. Л.: Гидрометеиздат. 38
27. Гидрометеорологические риски. СПб: изд-во РГГМУ. 2008. 282 с. 37
28. Горбачев С.В. Формирование знаний о природных опасностях на основе решения ситуационных задач в курсе ОБЖ // Известия Волгоградского государственного педагогического университета. 2012. №7. С. 98-101. 39
29. ГОСТ Р 22.0.03.-95. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Природные чрезвычайные ситуации. Термины и определения. М., 1996. 3
30. ГОСТ Р 22.1.09-99 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Мониторинг и прогнозирование лесных пожаров. <https://clck.ru/376sax> 4
31. Дегтярев А.С., Драбенко В.А., Драбенко В.А. Статистические методы обработки метеорологической информации. СПб.: Андреевский издательский дом, 2015. 225 с. 40
32. Документация по работе в растровом редакторе GIMP. <https://clck.ru/376srx> 41

33. Доступные алгоритмы преобразования. Документация QGIS 2.0. <https://clck.ru/32kYwM> 42
34. Евсева Н.С., Осинцева Н.В. Экологическая геоморфология. Томск, 2013. <https://clck.ru/376suF> 45
35. Евсева Н.С., Ромашова Т.В. Опасные метеорологические явления как составная часть природного риска (на примере юга Томской области) // Вестник Томского государственного университета. 2011. № 353. С. 199-204. 44
36. Елохина С.Н., Елохин В.А., Сенюта Т.Е. Экзогенные геологические процессы на территории Уральского федерального округа и оценка активности их проявления // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. 2012. № 2. С. 173-177. 46
37. Елохина С.Н., Мызникова Т.С., Худяков А.А. Состояние информационно-аналитической базы данных экзогенных геологических процессов на территории Уральского федерального округа // Геосистемы переходных зон. 2021. Т. 5. № 4. С. 346-353. 47
38. Ершов Э.Д. Полевые методы гидрогеологических, инженерно-геологических, геокриологических, инженерно-геофизических и эколого-геологических исследований. М.: Изд-во МГУ, 2000. 48
39. Еськов А. Краткое введение в ГИС (на примере QGIS). <https://clck.ru/32kYwg> 43
40. Жбаков К.К., Терский П.Н., Землянов И.В. Технология определения границ зон затопления. Санкт-Петербург: ФГБУ ГОИН, 2019. 49
41. Жуков А.Н. Оценка влияния развития геологических и геокриологических процессов на экологические условия нефтегазового комплекса ХМАО-Югры // Успехи современного естествознания. 2023. № 6. С. 87-97. <https://clck.ru/376sWf> 50
42. Замолодчиков Д.Г., Уткин А.И., Честных О.В. Коэффициенты конверсии запасов насаждений в фитомассу для основных лесообразующих пород России // Лесная таксация и лесоустройство. 2003. № 1. С. 119-127. 63
43. Зеленцов В.А., Потрясаев С.А., Пиманов И.Ю., Семенов А.Е. Мониторинг и моделирование наводнений на базе системы с сервисориентированной архитектурой // ГеоРиск. 2016. № 1. С. 12-15. 51
44. Землянов И.В., Фатхи М.О., Жбаков К.К., Терский Г.Н., Горелиц О.В. Современная технологическая основа работ по установлению границ зон затопления. Государственный океанографический институт им. Н.Н. Зубова // Всеросс. научно-практ. конф. «Водные ресурсы России: современное состояние и управление», 2018. С. 5-14. 52
45. Информационный бюллетень о состоянии недр на территории Уральского федерального округа Российской Федерации в 2018 г. Вып. 19. Екатеринбург: УЦАО, 2019. 20 с. 54
46. Классификация природной пожарной опасности лесов и классификации пожарной опасности в лесах в зависимости от условий погоды. <https://clck.ru/345jkQ> 55
47. Климатический справочник СССР. Метеорологические данные за отдельные годы. Вып. 1–34. Л.: Гидрометеиздат, 1952–1957. 56

48. Книжников Ю.Ф., Кравцова В.И., Тутубалина О.В. Аэро-космические методы географических исследований. М.: Академия. 2004. 336 с. 57
49. Кобышева Н.В., Галюк Л.П., Панфутова Ю.А. Методика расчета социального и экономического рисков, создаваемых опасными явлениями погоды // Труды ГГО. 2008. Вып. 558. С. 162-171. 58
50. Козин В.В., Москвина Н.Н. Ландшафтное районирование Ханты-Мансийского автономн. округа. Ханты-Мансийск: Полиграфист, 2001. 44 с. 59
51. Коркин С.Е. Природные опасности в долинных ландшафтах Среднего Приобья. Нижневартовск: Изд-во Нижневарт. гуманитар. ун-та, 2008. 226 с. 60
52. Коркин С.Е., Коркина Е.А. Инженерно-геологические изыскания. Нижневартовск: Изд-во Нижневарт. гос. ун-та, 2015. 53
53. Коркина Е.А., Талынева О.Ю. Прямые и косвенные факторы возникновения пирогенных опасностей в таёжной зоне западной Сибири // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Самара: Издательство Самарского научного центра РАН, 2014. Т. 16. №1 (3). С. 650-656. 61
54. Коркина Е.А., Талынева О.Ю. Выявление пирогенноопасных зон нефтегазодобывающего комплекса Нижневартовского региона // Культура, наука, образование: проблемы и перспективы: Материалы III Всероссийской научно-практической конференции (г. Нижневартовск, 7 февраля 2014 года). Нижневартовск: Изд-во Нижневарт. гос. ун-та, 2014. Ч. III. С. 14-16. 62
55. Красильников П.А., Коноплев А.В., Кустов И.В., Красильникова С.А. Геоинформационное обеспечение инженерно-экологических изысканий // Фундаментальные исследования. 2013. № 10-14. С. 3161-3165. 35
56. Критерии опасных гидрометеорологических явлений и порядок подачи штормового сообщения. Инструкция: РД 52.04.536-2002. 9
57. Кузнецова Э.А., Соколов С.Н. Гидрология, метеорология и климатология: климатические расчеты. Нижневартовск: НВГУ, 2019. 86 с. 64
58. Лезин В.А. Реки Ханты-Мансийского автономного округа. Тюмень: Вектор Бук, 1999. 160 с. 65
59. Липка О., Богданович А., Андреева А., Караваева А., Крыленко С., Седова А. Оценка климатических рисков для территории Ханты-Мансийского автономного округа – Югры // Фундаментальная и прикладная климатология. 2023. № 9(2), С. 174-223. <https://doi.org/10.21513/0207-2564-2023-2-178-223> 66
60. Лихачева Э.А., Тимофеев Д.А. Экологическая геоморфология: Словарь-справочник. М.: Медиа-ПРЕСС, 2004. 240 с. 67
61. Метеорологический ежемесячник СССР. Вып. 1–34. Ч. 2. 1961–1990. 68
62. Минаев В.А. Оценка геоэкологических рисков: моделирование безопасности туристско-рекреационных территорий: монография. М.: Финансы и статистика. 2014. 336 с. 70

63. Нежиховский Р.А. Наводнения на реках и озерах. Л.: Гидрометеиздат. 1988. 184 с.  
71
64. Неровных А.Н., Заворотный А.Г., Бутенко В.М. Опасные природные процессы. М., Академия ГПС МЧС России, 2015. 306 с. 72
65. Об утверждении классификации природной пожарной опасности лесов и классификации пожарной опасности в лесах по условиям погоды, а также требований к мерам пожарной безопасности в лесах в зависимости от целевого назначения лесов, показателей природной пожарной опасности лесов и показателей пожарной опасности в лесах по условиям погоды // Официальный сайт Федерального агентства лесного хозяйства. Приказ № 532 от 16 декабря 2008 года. <https://clck.ru/375xQf> 10
66. Обследование водозащитных сооружений в населенных пунктах Ханты-Мансийского автономного округа – Югры с целью комплексной оценки состояния защиты населенных пунктов автономного округа в рамках реализации программы «Обеспечение экологической безопасности Ханты-Мансийского автономного округа – Югры в 2011–2013 годах». Итоговый отчет по государственному контракту от 14 июня 2011 г. Арктик-Энерджи, 2013. 275 с. 74
67. Опасные явления погоды на территории Сибири и Урала. Ч. IV. Л.: Гидрометеиздат, 1987. 74
68. Осипов В.И., Кутепов В.М., Зверев В.П. и др. Опасные экзогенные процессы. М.: ГЕОС, 1999. 75
69. Отчет Обь-Иртышского УГМС «Расчет основных климатических характеристик для определения изменения климата на территории Ханты-Мансийского автономного округа – Югры» в рамках государственной программы «Обеспечение экологической безопасности Ханты-Мансийского автономного округа – Югры на 2018-2025 годы и на период до 2030 года». Ханты-Мансийск, 2018. 42 с. 77
70. Панфутова Ю.А. Опасные метеорологические явления на равнинной территории Российской Федерации и риски, создаваемые ими. Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. СПб. 2008. 21 с. 78
71. Перечень и критерии опасных природных явлений, действующие на территории деятельности ФГБУ «Обь-Иртышское УГМС». Утверждено приказом ФГБУ «Обь-Иртышское УГМС» от 17.04.2014 № 93. <https://clck.ru/375vAi> 79
72. Постановление Правительства РФ от 18 апреля 2014 г. N 360 «О зонах затопления, подтопления» (с изменениями и дополнениями). <https://clck.ru/376sbG> 5
73. Постнова И.С., Яковченко С.Г., Дмитриев В.О. Технология оценки с помощью ГИС зон затопления весенними паводками малой обеспеченности // Вычислит. технологии. 2005. Т. 10. Ч. 2. С. 39-46. 80
74. Приказ Министерства экономического развития РФ от 13 мая 2021 г. № 267 «Об утверждении методических рекомендаций и показателей по вопросам адаптации к изменениям климата». <https://clck.ru/376scN> 8

75. Приказ МЧС РФ от 05.07.2021 № 429 «Об установлении критериев информации о чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера» (Зарегистрировано в Минюсте РФ 16.09.2021 N 65025). <https://clck.ru/376sbY> 6
76. Природные опасности России. Т. 5: Гидрометеорологические опасности. М.: КРУК. 2002. 348 с. 81
77. Проект OpenStreetMap. Гипсометрическая карта. <https://clck.ru/375uTh> 82
78. Пьянков С.В., Калинин В.Г. Применение геоинформационных технологий в гидрологических исследованиях. Пермь, 2010. 217 с. 83
79. Распоряжение Минприроды России № 16-р от 19.05.2021 «Об утверждении Типового паспорта климатической безопасности территории субъекта Российской Федерации». <https://clck.ru/376sbr> 7
80. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 15. Алтай и Западная Сибирь. Вып. 3. Нижний Иртыш и нижняя Обь. Л.: Гидрометеоиздат. 1973. 84
81. Руководящий документ. Наставление по краткосрочным прогнозам погоды. Общего назначения. РД 52.27.724-2019. Дата введения. 1 октября 2019 года. <https://clck.ru/376sdJ> 11
82. Русин И.Н. Стихийные бедствия и возможности их прогноза. СПб. 2003. 85
83. Семячков А.И., Почечун В.А., Д.Р. Хисматуллин Д.Р. Статистические методы в гидрогеологии, инженерной геологии и геоэкологии. Екатеринбург: Изд-во УГГУ. 2005. 86 с. 86
84. Середовских Б.А, Неволин Н.А. Исследование и картографирование русловых деформаций реки Конды // Культура, наука, образование: проблемы и перспективы: материалы VII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (г. Нижневартовск, 12 ноября 2019 года). Нижневартовск: Нижневартовский государственный университет, 2019. С. 84-88. 90
85. Середовских Б.А. Гидрологические опасности бассейна реки Конды // Вестник Сургутского государственного педагогического университета. 2022. № 6(81). С. 164-176. 97
86. Середовских Б.А. Гидроморфология реки Конды: ретроспективный аспект динамики изменения русла: монография. Нижневартовск: изд-во НВГУ, 2022. 155 с. 96
87. Середовских Б.А. Использование ГИС-технологий при исследовании гидрологических опасностей бассейна реки Конды // Открытые эволюционирующие системы: цифровая трансформация: материалы Шестой междун. научно-практ. конф. (Хабаровск, 8–9 июня 2022 г.). Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2022. С. 59-68. 95
88. Середовских Б.А. Использование картографического метода при обследовании населенных пунктов в бассейне реки Конды, подверженных негативному воздействию вод // Научные труды магистрантов и аспирантов. Вып. 16. Нижневартовск: Нижневартовский государственный университет, 2019. С. 299-305. 89
89. Середовских Б.А. Использование разновременных лоцманских карт как источника диагностики изменения территории // Историческая география России: концептуальные основы комплексных полимасштабных исследований регионов: материалы VI Междун.

научно-практ. конференции, Санкт-Петербург, РГПУ им. А. И. Герцена 18–19 ноября 2020 г.. СПб.: Астерион, 2020. С. 243-247. 92

90. Середовских Б.А., Бубенщикова В.Г. Анализ состояния пирогенных опасностей в условиях лесотаяжной зоны Нижневартковского района // Научные труды магистрантов и аспирантов. Сб. науч. трудов. Вып. 17.. Нижневартовск, 2020. С. 200-203. 91 93

91. Середовских Б.А., Коркина Е.А., Беляев И.А. Методы пространственного отображения чрезвычайных ситуаций природного характера в профессиональной подготовке студентов // Мир науки, культуры, образования. 2021. № 5 (90). С. 159-162. 94

92. Середовских Б.А., Рочева О.Ю. Проблемы пожароопасности на территории природного парка «Сибирские увалы» // Информационные технологии в экологии: материалы Всероссийской научно-практич. конференции, посвященной Году экологии в России (г. Нижневартовск, 23 ноября 2017). Нижневартовск: Изд-во Нижневарт. гос. ун-та, 2018. С. 56-61. 88

93. Середовских Б.А., Шилина А.Ю. Применение современных информационных технологий для мониторинга лесных пожаров // XIX Всероссийская студенческая научно-практическая конференция, (г. Нижневартовск, 4–5 апреля 2017 г). Нижневартовск: Издательство НВГУ, 2017. С. 482-487. 87

94. Середовских Б.А., Ярош Д.А., Дерябина В.В. Анализ лесопожарной обстановки на территории Нижневартковского района: состояние и тенденции // Региональные аспекты развития науки и образования в области архитектуры, строительства, землеустройства и кадастров в начале III тысячелетия: материалы X Междунар. Науч.-практ. конф., Комсомольск-на-Амуре, 14-16 декабря 2022 г.: в 2 ч. Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КНАГУ», 2023. Ч. 2. С. 368-373. 98

95. Сочилова Е.Н., Ершов Д.Е., Коровин Г.Н. Методы создания карт запасов лесных горючих материалов низкого пространственного разрешения // Современные проблемы дистанционного зондирования земли из космоса. 2009. Т. 6. № 2. С. 441-449. 69

96. Справочник по климату СССР. Метеорологические данные за отдельные годы. Вып. 1–34. Л.: Гидрометеиздат, 1966–1970. 99

97. Статистика пожаров. URL: <https://yandex.ru.statistika-pozharov.html> 100

98. Технология наложения старой карты на спутниковый снимок в Google Earth. <https://clck.ru/32kZDr> 101

99. Ткачев Б.П., Досанов С.С. Экстремальные наводнения на реках Югры // Успехи современного естествознания. 2020. № 4. С. 157-162. <https://clck.ru/376tj6> 102

100. Требования по созданию дополнительных карт и схем к комплекту Госгеолкарты-1000/3. Карта геологических опасностей. СПб. 2015. 31 с. 103

101. Тряцын В.Г., Викторов Е.В. Метеорологические условия лесных пожаров на территории Ханты-Мансийского автономного округа – Югры в 2009 году // Особенности рекреационного использования особо охраняемых территорий: М-лы науч.-практич. конф.: сб.науч. статей. Ханты-Мансийск: Доминус, 2011. С. 177-184. 104



102. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования – магистратуры по направлению подготовки 44.04.01 «Педагогическое образование». <http://www.fgosvo.ru> 105
103. Федеральный закон от 21.12.94 г. № 68-ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера». <https://clck.ru/376sZr> 1
104. Федеральный закон от 19 июля 1998 г. № 113-ФЗ «О гидрометеорологической службе» (с изменениями и дополнениями на 10.07.2023 г.). <https://clck.ru/376saD> 2
105. Характеристика лесного фонда Ханты-Мансийского автономного округа – Югры на 1 января 2022 года. <https://clck.ru/375x7P> 106
106. Чабан Л.Р. Автоматизированная обработка аэрокосмической геоинформации для картографирования геопространственных данных. Москва: Московский государственный университет геодезии и картографирования, 2014. 105 с. 107
107. Чалов Р.С. Русловедение: теория, география, практика. Т. 2. Морфодинамика речных русел. М. : КРАСАНД, 2011. 960 с. 108
108. Чалов Р.С. Русловые процессы (русловедение). М.: ИНФРА-М, 2016. 565 с. 109
109. Шамин С.И., Бухонова Л.К., Санина А.Т. Сведения об опасных и неблагоприятных гидрометеорологических явлениях, которые нанесли материальный и социальный ущерб на территории России. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2019621326. 110
110. Шарапова А.А., Кужевская И.В., Каштанова К.А., Поляков Д.В. Характеристики экстремальных осадков на территории Западной Сибири // Географический вестник. Метеорология. 2017. № 3 (42). С. 88-98. 111
111. Шейдеггер А.Е. Физические аспекты природных катастроф. М.: Недра, 1981. 112
112. Шилина А.Ю., Середовских Б.А. Применение современных информационных технологий для мониторинга лесных пожаров // XIX Всероссийская студенческая научно-практическая конференция, (г. Нижневартовск, 4–5 апреля 2017 г.), Нижневартовск: Издательство НВГУ, 2017. С. 482-487. 113
113. Шилина А.Ю., Слива Е.А., Середовских Б.А. Составление электронной карты лесных пожаров на территории природного парка «Сибирские увалы» за период 2009–2016 гг. // Информационные технологии в экологии: материалы Всероссийской научно-практич. конференции, посвященной Году экологии в России (г. Нижневартовск, 23 ноября 2017). Нижневартовск: Изд-во Нижневарт. гос. ун-та, 2018. С. 114-118. 114
114. Яковченко С.Г. Создание геоинформационных систем в инженерной гидрологии: дис. д-ра техн. наук. Барнаул, 2007. 406 с. 115
115. Яковченко С.Г., Постнова И.С, Жоров В.А., Ловцкая О.В., Дмитриев В.О. Районирование территории по степени опасности и оценка рисков наводнений с использованием ГИС-технологий // Вычислит.технологии. 2006. Т. 11. Ч. 2. С. 87-93. 116

# ПРИЛОЖЕНИЯ

## Приложение 1

### Поражающие факторы источников природных чрезвычайных ситуаций, характер их действий и проявлений

Источник природной ЧС	Наименование поражающего фактора природной ЧС	Характер действия, проявления поражающего фактора источника природной ЧС
<b>1. Опасные геологические процессы</b>		
1.1. Землетрясения	Сейсмический	Сейсмический удар. Деформация горных пород. Взрывная волна. Извержение вулкана. Нагон волн (цунами). Гравитационное смещение горных пород, снежных масс, ледников.
	Физический	Электромагнитное поле
1.2. Вулканические извержения	Динамический	Сотрясения и деформация земной поверхности. Выброс, выпадение продуктов извержения. Движение лавы, грязевых, каменных потоков. Гравитационное смещение горных пород. Затопление поверхностными водами. Деформация речных русел.
	Тепловой (термический)	Палящая туча Лава, тефра, пар, газы
	Химический. Теплофизический	Загрязнения атмосферы, почв, грунтов, гидросферы
	Физический	Грозовые разряды
1.3. Оползень. Обвал	Динамический	Смещение (движение) горных пород. Сотрясения земной поверхности. Динамическое, механическое давление смещенных масс.
	Гравитационный	
1.4. Карст	Химический	Растворение горных пород
	Гидродинамический	Разрушение структуры пород. Перемещение (вымывание) частиц породы.
	Гравитационный	Смещение (обрушение) горных пород. Деформация земной поверхности.
1.5. Просадка в лессовых грунтах	Гравитационный	Деформация земной поверхности. Деформация грунтов
1.6. Абразия (переработка берегов)	Гидродинамический	Удар волны. Размывание (разрушение) грунтов. Перенос (переотложение) частиц грунта.
	Гравитационный	Смещение (обрушение) пород в береговой зоне
<b>2. Опасные гидрологические явления и процессы</b>		
2.1. Подтопление	Гидростатический	Повышение уровня грунтовых вод
	Гидродинамический	Гидродинамическое давление потока грунтовых вод
	Гидрохимический	Загрязнение (засоление) почв, грунтов
2.2. Русловая эрозия	Гидродинамический	Гидродинамическое давление потока воды. Деформация речных русел.
2.3. Цунами. Штормовой нагон воды	Гидродинамический	Удар волны. Гидродинамическое давление потока воды. Размывание грунтов. Затопление территории. Подпор воды в реках
2.4. Сель	Динамический	Смещение (движение) горных пород. Удар. Механическое движение селевой массы
	Гравитационный	
	Гидродинамический	Гидродинамическое давление селевого потока
2.5. Наводнение. Половодье. Паводок	Аэродинамический	Ударная волна.
	Гидродинамический	Поток (течение) воды. Затопление территории.
2.6. Затопление. Зажор	Гидрохимический	Загрязнение гидросферы, почв, грунтов
	Гидродинамический	Подъем уровня воды. Гидродинамическое давление

		воды.
2.7. Лавина снежная	Динамический	Смещение (движение) снежных масс. Удар. Давление смещенных масс снега
	Гравитационный	
	Аэродинамический	Ударная воздушная волна. Звуковой удар
<b>3. Опасные метеорологические явления и процессы</b>		
3.1. Сильный ветер. Шторм. Шквал. Ураган	Аэродинамический	Ветровой поток. Ветровая нагрузка. Вибрация. Аэродинамическое давление
3.2. Смерч. Вихрь	Аэродинамический	Сильное разряжение воздуха. Вихревой восходящий поток. Ветровая нагрузка
3.3. Пыльная буря	Аэродинамический	Выдувание и засыпание верхнего покрова почвы, посевов
3.4. Сильные осадки		
3.4.1. Ливень, продолжительный дождь	Гидродинамический	Поток (течение) воды. Затопление территории
3.4.2. Сильный снегопад	Гидродинамический	Снеговая нагрузка. Снежные заносы
3.4.3. Сильная метель	Гидродинамический	Снеговая нагрузка. Ветровая нагрузка. Снежные заносы
3.4.4. Гололед	Динамический	Гололедная нагрузка. Вибрация
3.4.5. Град	Динамический	Удар
3.5. Туман	Теплофизический	Снижение видимости (помутнение воздуха)
3.6. Заморозок	Тепловой	Охлаждение почвы, воздуха
3.7. Засуха	Тепловой	Нагревание почвы, воздуха
3.8. Суховей	Аэродинамический Тепловой	Иссушение почвы
3.9. Гроза	Электрофизический	Электрические разряды
<b>4. Природные пожары</b>		
4.1. Пожар лесной, степной, торфяной	Теплофизический	Пламя. Нагрев тепловым потоком. Тепловой удар. Дым
	Химический	
		Загрязнения атмосферы, почв, грунтов, гидросферы

**Критерии информации о чрезвычайных ситуациях природного характера  
(Приказ МЧС России от 5 июля 2021 г. N 429)**

<b>ПРИРОДНЫЕ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ</b>		
<b>1. Опасные геофизические явления</b>		
1.1.	Вулканическое извержение	Вулканическое извержение на территории населенного пункта и (или) на потенциально опасном объекте (далее - ПОО) и (или) критически важном объекте (далее - КВО), в результате которого: погиб 1 человек и более; или получили вред здоровью 5 человек и более; или имеются разрушения зданий и сооружений; или нарушены условия жизнедеятельности 50 человек и более; или произошла гибель посевов сельскохозяйственных культур и (или) природной растительности на площади 100 га и более.
1.2.	Землетрясение	Сейсмическое событие магнитудой 5 и более по шкале Рихтера на территории населенного пункта и (или) на ПОО и (или) КВО, в результате которого: аналогично п.1.1.
<b>2. Опасные геологические явления</b>		
2.1.	Оползни, обвалы, осыпи	Смещение и (или) отрыв масс горных пород на территории населенного пункта и (или) на ПОО и (или) КВО, в результате: аналогично п.1.1.
2.2.	Карст, суффозия, просадка в лессовых грунтах	Изменение рельефа, почвенного покрова и несущей способности грунтов на территории населенного пункта и (или) на ПОО и (или) КВО, в результате которого: аналогично п.1.1.
2.3.	Овражная (плоскостная) эрозия	Размыв грунтов временными водными потоками на территории населенного пункта и (или) на ПОО и (или) КВО, в результате которого: аналогично п.1.1.
2.4.	Криогенное пучение и растрескивание, термокарст, курумы	Изменение почвенного покрова на территории населенного пункта и (или) на ПОО и (или) КВО, в результате которого: аналогично п.1.1.
<b>3. Опасные метеорологические явления</b>		
3.1.	Очень сильный ветер, ураганный ветер, шквал, смерч	Ветер при достижении скорости (при порывах) не менее 25 м/с или средней скорости не менее 20 м/с; на побережьях морей и в горных районах при достижении скорости (не при порывах) не менее 30 м/с, в результате которого: аналогично п.1.1.
3.2.	Очень сильный дождь (мокрый снег, дождь со снегом)	Значительные жидкие или смешанные осадки (дождь, ливневый дождь, дождь со снегом, мокрый снег) с количеством выпавших осадков не менее 50 мм (в селеопасных горных районах - 30 мм) за период времени не более 12 часов, в результате которых: аналогично п.1.1.
3.3.	Сильный ливень	Количество осадков 30 мм и более за 1 час и менее, в результате которых: аналогично п.1.1.
3.4.	Продолжительный сильный дождь	Дождь с количеством осадков 100 мм и более (в селеопасных горных районах с количеством осадков 60 мм и более) за период времени 48 часов и менее или 120 мм и более за период времени 48 часов и более, в результате которого: аналогично п.1.1.
3.5.	Очень сильный снег (снегопад)	Снег (снегопад) с количеством 20 мм и более за период времени 12 часов и менее, в результате которого: аналогично п.1.1.
3.6.	Сильный мороз	В период с ноября по март значение минимальной температуры воздуха достигает установленного для данной территории опасного значения или ниже его, в результате которого: аналогично п.1.1.
3.7.	Сильная жара	В период с мая по август значение максимальной температуры воздуха достигает установленного для данной территории опасного значения или выше его, в результате которого: аналогично п.1.1.
3.8.	Крупный град	Град диаметром 20 мм и более, в результате которого: аналогично п.1.1.
3.9.	Сильная метель	Перенос снега с подстилающей поверхности, часто сопровождаемый выпадением снега из облаков, сильным ветром (со средней скоростью не менее 15 м/с) и с метеорологической дальностью видимости не более 500 м продолжительностью 12 часов и более, в результате: аналогично п.1.1.

3.10.	Сильная пыльная (песчаная) буря	Перенос пыли (песка) сильным ветром (со средней скоростью не менее 15 м/с) и с метеорологической дальностью видимости не более 500 м продолжительностью 12 часов и более, в результате: аналогично п.1.1.
3.11.	Сильное гололедно-изморозевое отложение	Отложение на проводах гололедного станка гололеда диаметром 20 мм и более или сложное отложение или мокрый (замерзающий) снег диаметром 35 мм и более или изморозь диаметром 50 мм и более, в результате которого: аналогично п.1.1.
3.12.	Сильный туман	Сильное помутнение воздуха за счет скопления мельчайших частиц воды (пыли, продуктов горения), с метеорологической дальностью видимости не более 50 м продолжительностью 12 часов и более.
3.13.	Заморозки	Понижение температуры воздуха и (или) поверхности почвы (травостоя) до значений ниже 0°C на фоне положительных средних суточных температур воздуха в периоды активной вегетации сельскохозяйственных культур или уборки урожая, приводящее к повреждению и (или) частичной гибели урожая сельскохозяйственных культур на площади 100 га и более.
3.14.	Засуха атмосферная	В период вегетации сельскохозяйственных культур отсутствие эффективных осадков (более 5 мм в сутки) за период не менее 30 дней подряд при максимальной температуре воздуха выше 25°C. В отдельные дни (не более 25% продолжительности периода) возможно наличие максимальных температур ниже указанных пределов, в результате чего произошла гибель посевов сельскохозяйственных культур и (или) природной растительности на площади 100 га и более.
3.15.	Засуха почвенная	В период вегетации сельскохозяйственных культур за период не менее 3 декад подряд запасы продуктивной влаги в слое почвы 0-20 см составляют не более 10 мм или за период не менее 20 дней, если в начале периода засухи запасы продуктивной влаги в слое 0-100 см были менее 50 мм, в результате чего произошла гибель посевов сельскохозяйственных культур и (или) природной растительности на площади 100 га и более.
3.16.	Сход снежных лавин	Сход снежной лавины, в результате которого: аналогично п.1.1.
3.17.	Комплекс неблагоприятных явлений	Сочетание двух и более одновременно наблюдающихся метеорологических (гидрометеорологических) явлений, каждое из которых в отдельности по интенсивности или силе не достигает критерия опасного явления, но близко к нему, в результате которого: аналогично п.1.1.
<b>4. Морские опасные гидрометеорологические явления</b>		
4.1.	Цунами	Долгопериодные морские гравитационные волны, возникшие вследствие подводных землетрясений, извержений подводных вулканов, подводных и береговых обвалов и оползней, приведших к затоплению прибрежных населенных пунктов, береговых сооружений и народнохозяйственных объектов, в результате которых: аналогично п.1.1.
4.2.	Очень сильный ветер, ураганный ветер (ураган)	Ветер при достижении скорости на акватории океанов, арктических, дальневосточных и антарктических морей (включая порывы) не менее 30 м/с, на акватории других морей - не менее 25 м/с, в результате которого: аналогично п.1.1.
4.3.	Сгонно-нагонные явления	Уровни воды ниже опасных отметок с прекращением судоходства, гибелью рыбы, повреждением судов или выше опасных отметок, при которых произошло затопление населенных пунктов, береговых сооружений и объектов, в результате чего: аналогично п.1.1.
4.4.	Сильное волнение	Высота волн в прибрежных районах не менее 4 м, в открытом море не менее 6 м, в результате: аналогично п.1.1.
<b>5. Опасные гидрологические явления</b>		
5.1.	Высокие уровни воды (половодье, зажор, затор, дождевой паводок)	Подъем уровня воды, в результате которого на территории населенного пункта и (или) на ПОО и (или) КВО: аналогично п.1.1.
5.2.	Низкие уровни воды (низкая межень)	Понижение уровня воды ниже проектных отметок водозаборных сооружений и навигационных уровней на судоходных реках в течение 10 дней и более.
5.3.	Раннее ледообразование	Появление льда и образование ледостава (даты) на судоходных реках, озерах и водохранилищах в конкретных пунктах в ранние сроки повторяемостью не чаще 1 раза в 10 лет.

5.4.	Сель	Стремительный поток большой разрушительной силы, состоящий из смеси воды и рыхлообломочных пород, внезапно возникающий в бассейнах небольших горных рек вследствие интенсивных дождей или бурного таяния снега, а также прорыва завалов и морен на территории населенного пункта и (или) на ПОО и (или) КВО, в результате которого: аналогично п.1.1.
5.5.	Абразия	Размыв и разрушение горных пород в береговой зоне морей на территории населенного пункта и (или) на ПОО и (или) КВО, в результате которого: аналогично п.1.1.
5.6.	Речная эрозия	Размыв и смыв грунтов водными потоками на территории населенного пункта и (или) на ПОО и (или) КВО, в результате: аналогично п.1.1.
<b>6. Опасные явления в лесах</b>		
6.1.	Лесные пожары и другие ландшафтные (природные) пожары	Не локализованы крупные лесные пожары и другие ландшафтные (природные) пожары (площадью 25 га и более в зоне наземной охраны лесов и 200 га и более в зоне авиационной охраны лесов), действующие более 3 суток с момента обнаружения и (или) более 5 суток действуют нелокализованные лесные пожары и другие ландшафтные (природные) пожары, находящиеся в пределах 5-километровой зоны вокруг населенного пункта или объекта инфраструктуры, и (или) на тушение пожаров привлечено более 50% лесопожарных формирований, пожарной техники и оборудования, предусмотренных планом тушения пожаров соответствующих лесничеств.
6.2.	Очаги вредителей леса	1. Факт интенсивного распространения очагов вредителей леса на площади 100 га и более, в малолесных субъектах Российской Федерации на площади 10 га и более. 2. Угроза гибели лесных насаждений без проведения своевременных мероприятий по ликвидации очагов вредных организмов. 3. Гибель лесных насаждений от воздействия очагов вредителей леса на площади 100 га и более, в малолесных субъектах Российской Федерации на площади 10 га и более.
<b>7. Гелиогеофизические явления</b>		
7.1.	Сильное возмущение ионосферы с нарушением коротковолновой связи	Появление и сохранение в течение 3 часов подряд и более отрицательных отклонений максимальных применимых частот при ионосферном распространении радиоволн на величину более 50% от медианных (средних) значений критических частот (> 50%) или полное поглощение сигналов в коротковолновом диапазоне в течение 1 часа и более в полярных областях.
7.2.	Сильное возмущение радиационной обстановки в околоземном космическом пространстве	Измеренный в полярных областях поток высокоэнергичных (с энергией 30 МэВ) протонов не менее 800 част. / (кв.см х с). Расчетная максимальная мощность дозы проникающих излучений > 25 рад. /сут. при магнитной буре, характеризуемой индексами геомагнитной возмущенности > 5 или > 30.
<b>8. Космические опасности</b>		
8.1.	Астероидно-кометная опасность	Поражающее воздействие космических тел на населенный пункт и (или) на ПОО и (или) КВО и окружающую среду, в результате которого: аналогично п.1.1.

**Перечень и критерии метеорологических опасных природных явлений, действующие на территории деятельности ФГБУ «Обь-Иртышское УГМС»**

№ п/п	Название ОЯ	Определение	Критерии
1.1.	Очень сильный ветер	Сильный штормовой ветер разрушительной силы	Средняя скорость ветра не менее 20м/с или максимальная скорость ветра (порыв) не менее 25 м/с; на побережьях морей (Ныда, Тазовское, Белоярск), в горных районах (Харп, Лаборовая) максимальная скорость ветра (порыв) не менее 30м/с; Средняя скорость ветра не менее 25 м/с или максимальная скорость ветра (порыв) 30 м/с на побережье морей (Гыда, Паюта, Яр-Сале)
1.2.	Ураганный ветер	Ветер разрушительной силы	Ветер при достижении скорости 33 м/с и более
1.3.	Шквал	Резкое кратковременное усиление ветра в течение не менее 1 мин.	Мгновенная скорость ветра 25 м/с и более
1.4.	Смерч	Сильный маломасштабный атмосферный вихрь в виде столба или воронки, направленный от облака к подстилающей поверхности	Не зависимо от скорости ветра
1.5.	Сильный ливень	Сильный дождь или ливневый дождь	Количество жидких осадков не менее 30,0 мм за период времени не более 1 ч
1.6.	Очень сильный дождь (очень сильный дождь со снегом, очень сильный мокрый снег, очень сильный снег с дождем)	Значительные жидкие (дождь, ливневый дождь) или смешанные (мокрый снег, дождь со снегом) осадки	Количество осадков не менее 50,0 мм за период времени не более 12 ч
1.7.	Очень сильный снег	Значительные твердые осадки (снег, ливневый снег и др.)	Количество осадков не менее 20,0 мм за период времени не более 12 ч
1.8.	Продолжительный сильный дождь	Дождь почти непрерывный (с перерывами не более 1 часа) в течение нескольких суток	Количество осадков не менее 100 мм за период времени более 12 ч, но менее 48ч, или не менее 120 мм за период 48 ч и более
1.9.	Крупный град	Крупные частички льда (градины) выпадающие из кучево-дождевых облаков	Средний диаметр самых крупных градин не менее 20 мм
1.10.	Сильная метель	Общая или низовая метель при сильном ветре, вызывающая значительное ухудшение метеорологической дальности видимости (МДВ)	Средняя скорость ветра не менее 15 м/с при МДВ 500 м и менее продолжительностью не менее 12 ч, на побережье морей (Ныда, Тазовское) средняя скорость ветра не менее 20 м/с при МДВ 500 м и менее продолжительностью не менее 12 ч
1.11.	Сильная пыльная	Перенос больших количеств	Средняя скорость ветра не менее 15

	(песчаная) буря	пыли или песка при сильном ветре, вызывающий значительное ухудшение МДВ	м/с при МДВ 500 м и менее продолжительностью не менее 12 ч
1.12.	Сильный туман (сильная мгла)	Сильное помутнение воздуха за счет скопления взвешенных мельчайших частиц воды (пыли, продуктов горения), вызывающее ухудшение МДВ	МДВ не более 50 м продолжительностью не менее 12 ч
1.13.	Сильное гололедно-изморозевое отложение (ГИО)	Сильное отложение льда (стекловидного, кристаллического, снеговидного) на проводах гололедного станка	Диаметр ГИО не менее: 20 мм для гололеда; 35 мм для сложного отложения, мокрого снега, зернистой изморози; 50 мм для кристаллической изморози
1.14.	Сильный мороз	В период с ноября по март низкая температура воздуха	Минимальная температура воздуха в течение 3-х суток и более для территории Омской области -40°C и ниже, юга Тюменской области, Ханты-Мансийского АО-Югры -45°C и ниже, для Ямало-Ненецкого АО - 50°C и ниже
1.15.	Аномально холодная погода	В период с ноября по март в течение 5 дней и более значение средней суточной температуры воздуха ниже климатической нормы	Значение среднесуточной температуры воздуха для территории Омской, юга Тюменской областей ниже климатической нормы на 10°C и более, для Ямало-Ненецкого АО и Ханты-Мансийского АО ниже климатической нормы на 15°C и более
1.16.	Сильная жара	В период с мая по август высокая максимальная температура воздуха	Максимальная температура воздуха в течение 3-х дней и более для территории Омской, юга Тюменской областей +36°C и выше, для Ханты-Мансийского АО – Югры, для Ямало-Ненецкого АО +33°C и выше
1.17.	Аномально жаркая погода	В период с мая по август в течение 5 дней и более значение средней суточной температуры воздуха выше климатической нормы	Значение среднесуточной температуры воздуха выше климатической нормы на 10°C и более
1.18.	Чрезвычайная пожароопасность	Показатель пожарной опасности не ниже 5 класса	Сумма значений температуры воздуха не менее 10000°C по формуле Нестерова, для Ханты-Мансийского АО-Югры более 6000



**Перечень и критерии гидрометеорологических явлений, сочетания, которых образуют климатические опасные явления (КМЯ)**

№ п/п	Название КМЯ	Характеристики и критерии КМЯ
2.1.	Низкие температуры с сильным ветром	Максимальная температура воздуха в течение суток: -20°C и ниже для Омской и юга Тюменской областей, -25°C и ниже для Ханты-Мансийского АО-Югры, -30°C и ниже для Ямало-Ненецкого АО, скорость ветра, включая порывы 20-24 м/с
2.2.	Сильный ветер и гололедно-изморозевые отложения	Максимальная скорость ветра 18-24 м/с, диаметр отложения на проводах гололедного станка 10-19 мм для гололеда, 25-34 мм для сложного отложения или замерзающего снега
2.3.	Туман, гололедно-изморозевые отложения	Видимость 51-500 м, диаметр отложения 10-19 мм для гололеда, 25-34 мм для сложного отложения или мокрого снега, 18-49 мм для изморози. Продолжительность 12 ч и более
2.4.	Ливень, гроза, град, сильный ветер	Количество выпавших осадков 21-29 мм за период не более 1 ч, диаметр града менее 20 мм, скорость ветра, включая порывы 20-24 м/с
2.5.	Сильный дождь (дождь со снегом, мокрый снег, снег с дождем), сильный ветер, гроза, град	Количество осадков 35-49 мм за период не более 12 ч, скорость ветра при порывах 20-24 м/с, диаметр града менее 20 мм

**Агрометеорологические опасные явления**

№ п/п	Название ОЯ	Характеристика (определение) ОЯ	Критерии ОЯ
3.1.	Заморозки	Понижение температуры воздуха и/или поверхности почвы (травостоя) до значений ниже 0,0 °С на фоне положительных средних суточных температур воздуха в периоды активной вегетации сельхозкультур или уборки урожая, приводящее к их повреждению, а также к частичной или полной гибели урожая сельхозкультур.	Минимальная температура воздуха и/или поверхности почвы (травостоя) менее 0,0 °С на фоне положительных средних суточных температур воздуха в периоды активной вегетации сельхозкультур или уборки урожая.
3.2.	Переувлажнение почвы	В период вегетации сельхозкультур избыточное увлажнение почвы в течение длительного времени	В течение 20 дней (в период уборки в течение 10 дней) состояние почвы на глубине 10-12 см по визуальной оценке увлажненности оценивается как липкая или текучая; в отдельные дни (не более 20% продолжительности периода) возможен переход почвы в мягкопластичное или другое состояние
3.3.	Суховей	Ветер при высокой температуре и низкой влажности воздуха в период цветения, налива, созревания зерновых культур.	Максимальная скорость ветра 7 м/с и более при температуре воздуха выше 25°C и относительной влажности не более 30%, наблюдающиеся хотя бы в один из сроков в течение 3 дней подряд и более в период цветения, налива, созревания зерновых культур.

3.4.	Засуха атмосферная	Сочетание длительного отсутствия эффективных осадков, высокой температуры и низкой влажности воздуха в вегетационный период.	Сумма осадков не более 5мм за сутки в течение не менее 30 суток подряд при максимальной температуре воздуха выше 25°С. В отдельные дни (не более 25% продолжительности периода) возможно наличие максимальных температур ниже указанных пределов.
3.5.	Засуха почвенная	Низкий запас продуктивной влаги в почве в течение длительного времени в период вегетации сельхозкультур.	В период вегетации сельхозкультур запас продуктивной влаги 10 мм и менее в слое 0-20 см за период не менее 3 декад подряд или за период не менее 20 дней, если в начале периода засухи запасы продуктивной влаги в слое 0-100 см были менее 50 мм.
3.6.	Раннее появление или установление снежного покрова	Раннее появление или установление снежного покрова.	Появление или установление снежного покрова (в том числе временного) любой величины раньше средних многолетних сроков на 10 дней и более.
3.7.	Промерзание верхнего (до 2 см) слоя почвы	Раннее промерзание верхнего слоя почвы.	Промерзание верхнего (до 2см) слоя почвы раньше средних многолетних сроков на 10 дней и более продолжительностью не менее 3 дней.
3.8.	Низкие температуры воздуха при отсутствии снежного покрова или при его высоте менее 5 см, приводящие к вымерзанию посевов озимых	Низкая температура воздуха при отсутствии снежного покрова или при высоте снежного покрова менее 5 см, обуславливающая понижение температуры на глубине узла кушения растений ниже критической температуры вымерзания	Минимальная температура воздуха ниже - 25,0° С при отсутствии снежного покрова или ниже минус 30,0° С при высоте снежного покрова менее 5 см.
3.9.	Сочетание высокого снежного покрова и слабого промерзания почвы, приводящее к выпреванию посевов озимых	Длительное залегание высокого снежного покрова при слабо промерзшей или талой почве, приводящее к выпреванию посевов озимых.	Высота снежного покрова 30 см и более при слабо промерзшей (до глубины менее 30 см) или талой почве в течение более 6 декад. При этом минимальная температура почвы на глубине узла кушения удерживается от минус 1,0° С и выше.
3.10.	Ледяная корка	Слой льда на поверхности почвы (притертая ледяная корка) в течение длительного времени в период зимовки озимых культур.	Толщина притертой ледяной корки 20 мм и более в течение четырех декад и более в период зимовки озимых культур.

Создание цифровой модели рельефа для локального участка: село Болчары (река Конда)

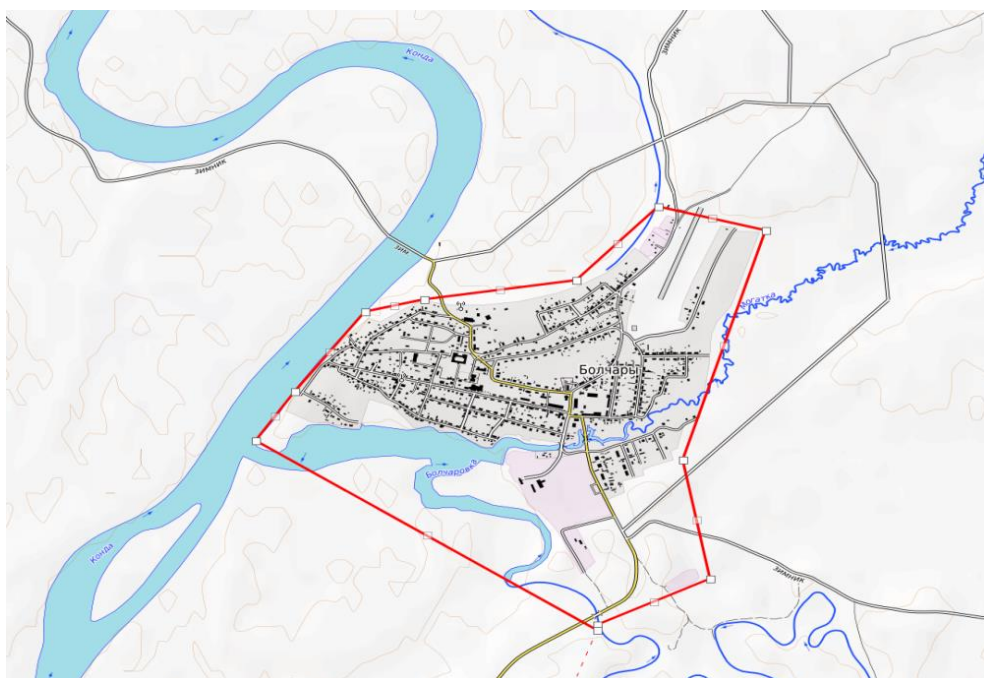


Рис. 4.1 Выделение территории населённого пункта в формате GPX 3

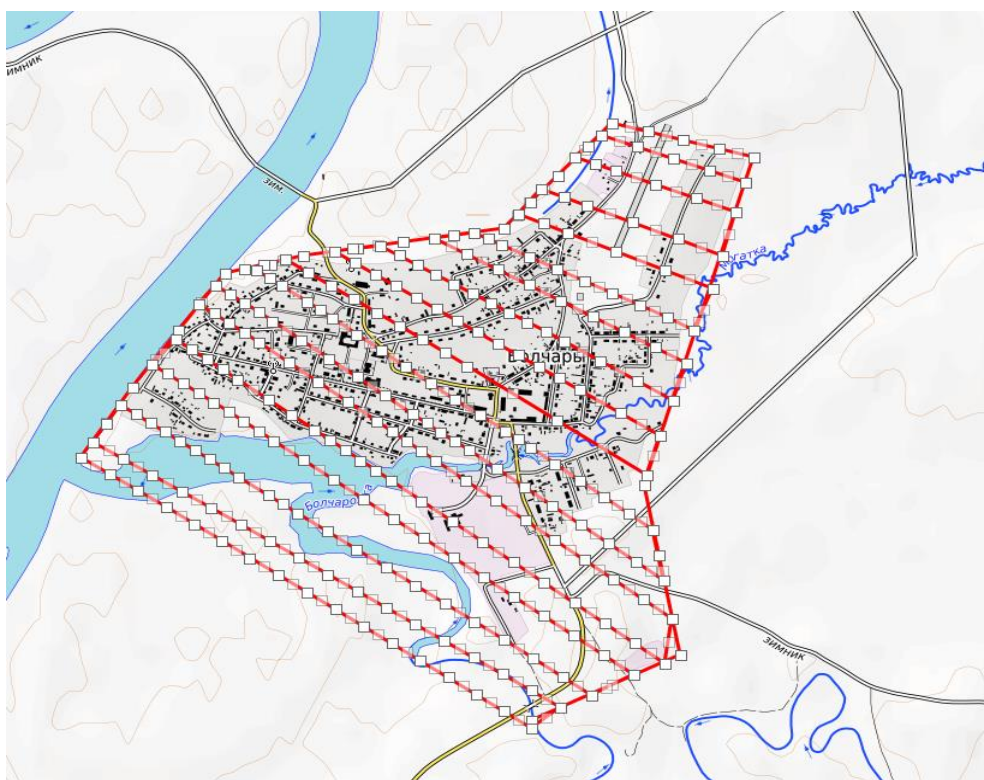
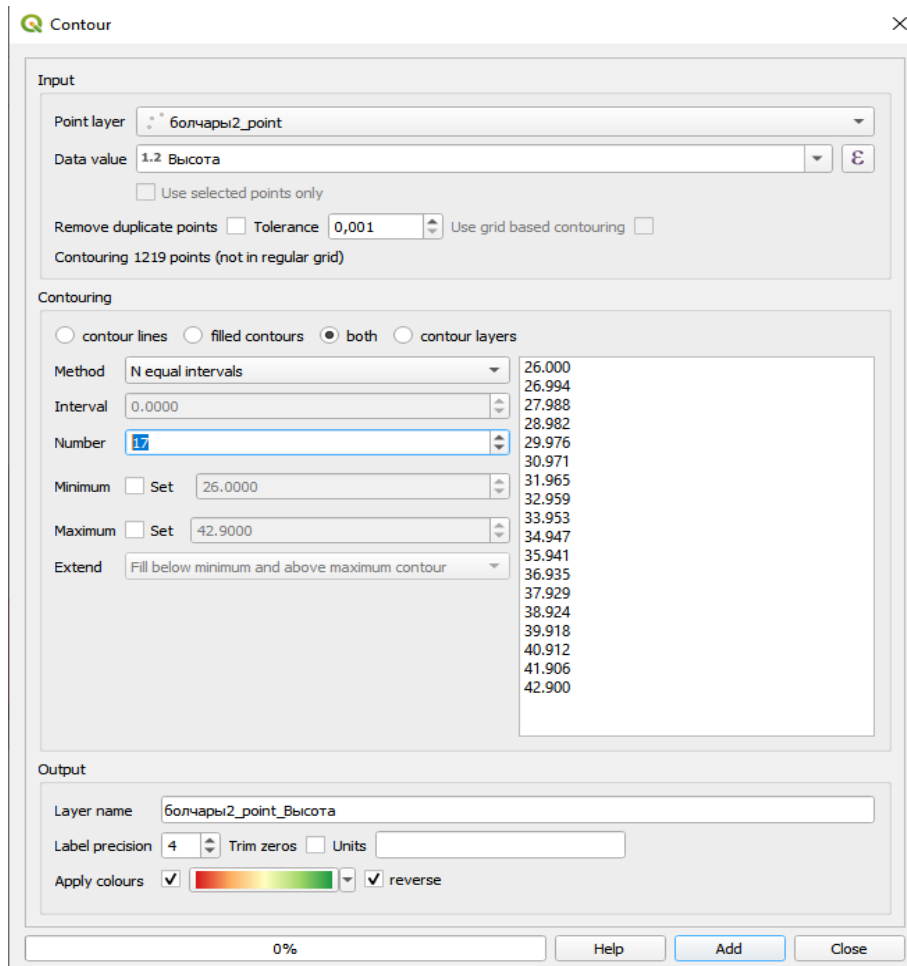
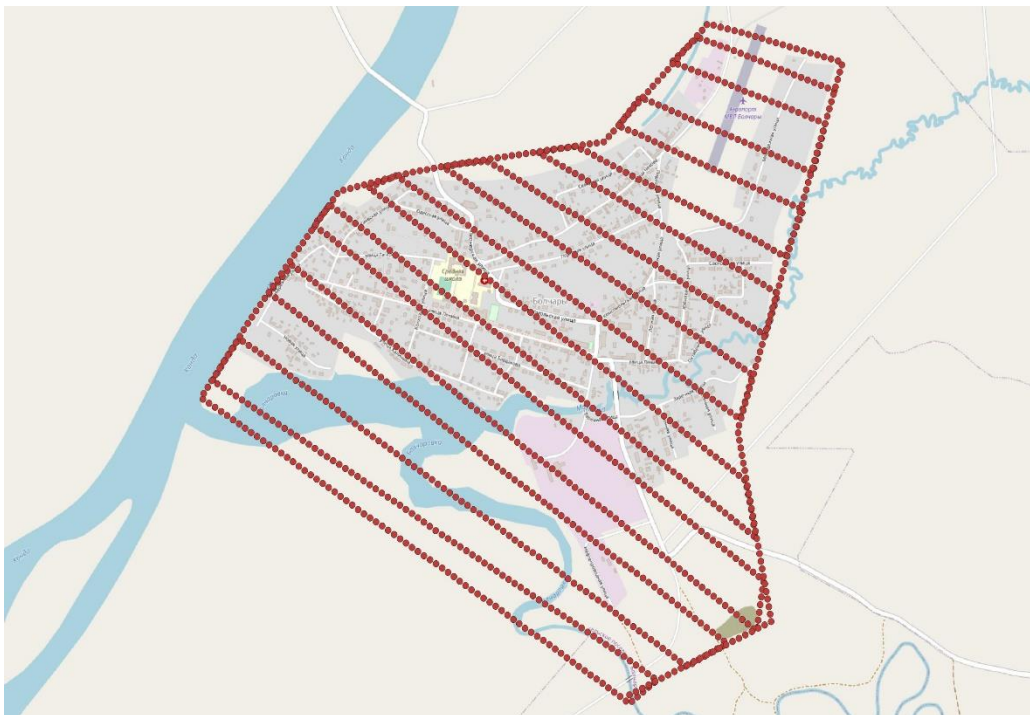


Рис.4.2. Создание буфера точек ЦМР (1220 точек, содержащих высоту, координаты широты и долготы)

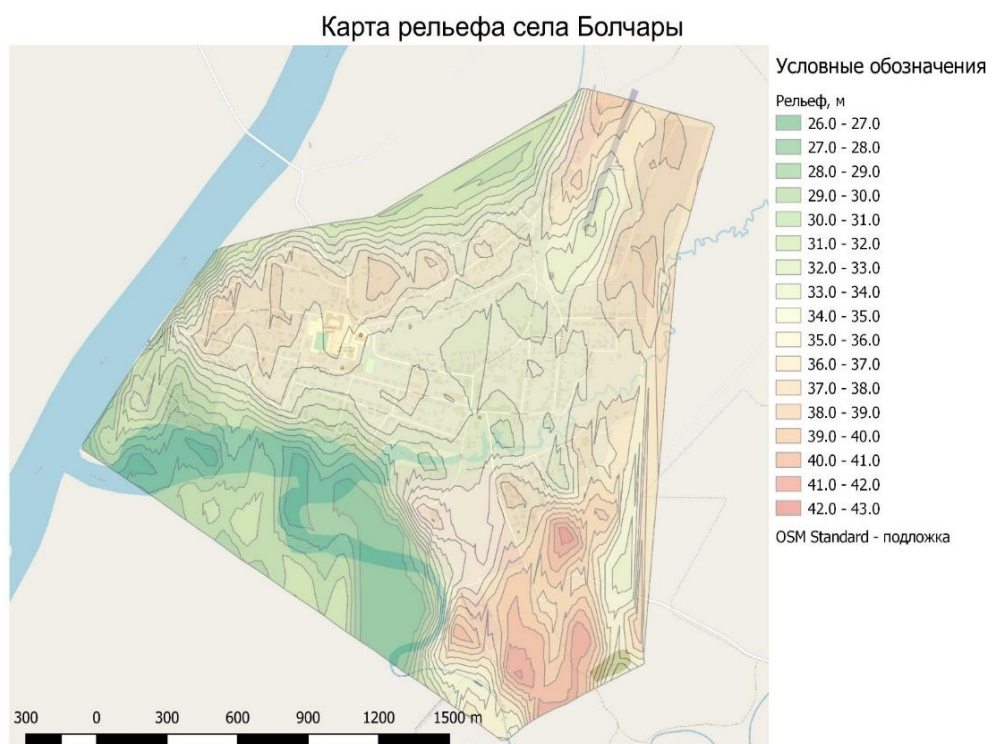


	A	B	C	D	E
1	Расстояние	По рельефу	Высота	Широта	Долгота
2	0	0	24,3	60,41356	69,0401
3	30	30	24,6	60,41382	69,04017
4	60	60	24,9	60,41409	69,04024
5	90	90	25	60,41436	69,0403
6	120	120	25,2	60,41463	69,04037
7	150	150	25,4	60,41489	69,04044
8	180	180	25,4	60,41516	69,04051
9	210	210	25,1	60,41525	69,04019
10	240	240	25	60,41501	69,04
11	270	270	24,9	60,41476	69,03984
12	300	300	24,7	60,4145	69,03968

Рис. 4.3 Построение полигонов и полилиний по высотам



**Рис. 4.4. Отображение точек в среде Qgis**



**Рис. 4.5. Цифровая модель рельефа**



### Повторяемость уровней затопления в селе Болчары

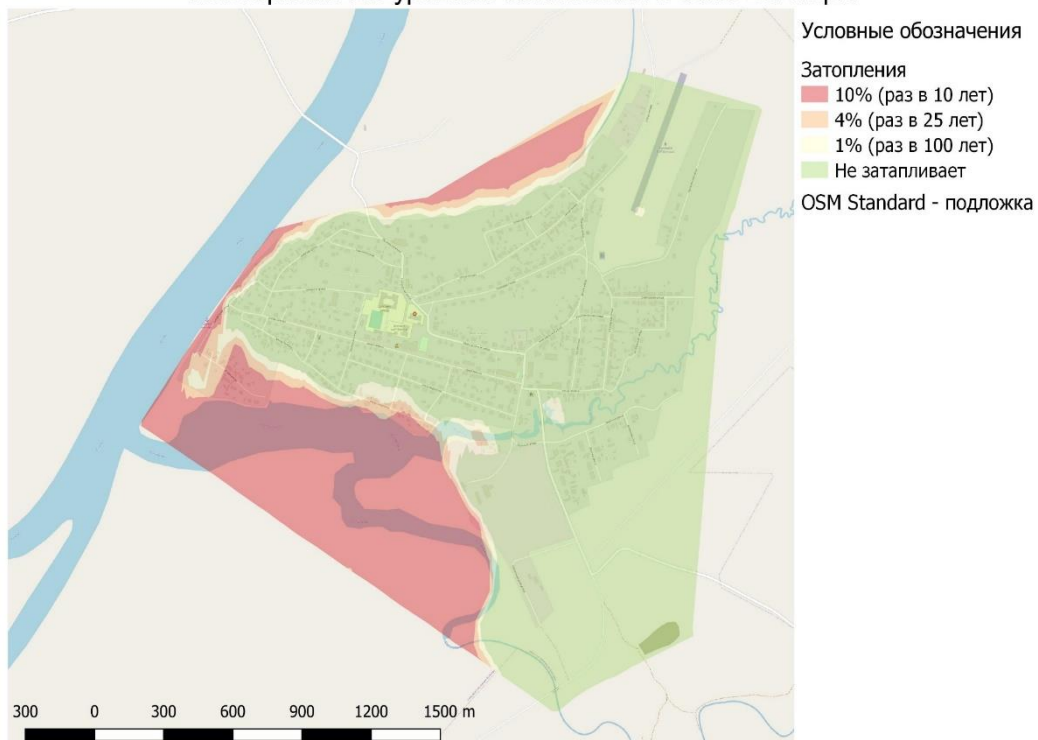


Рис. 4.6. Картосхема зон затопления при уровнях разной обеспеченности



Рис. 4.7. Территория с. Болчары, попадающая в зону затопления

**Сведения о природной пожарной опасности на территории Ханты-Мансийского автономного округа – Югры (согласно действующим лесохозяйственным регламентам лесничеств)**

№ п/п	Наименование лесничества (лесопарка)	Площадь (гектаров)					Средний класс природной пожарной опасности	
		Общая	По классам природной пожарной опасности					
			I	II	III	IV		V
Земли лесного фонда								
1	Аганское	3138924	430829	44589	199664	785829	1678013	4,1
2	Белоярское	3941471	59	39144	508679	1487688	1905901	4,3
3	Березовское	6296341	7	70653	756937	2797332	2671412	4,3
4	Кондинское	3447677	259143	60843	189748	2035201	902742	3,9
5	Мегионское	1947896	141267	70101	259007	841779	635742	3,9
6	Нефтеюганское	2269354	36504	69625	261840	733724	1167661	4,3
7	Нижневартовское	6323445	717165	139129	52663	2045336	3369152	4,1
8	Няксимвольское	2116509	134926	35926	328693	1166102	450862	3,8
9	Октябрьское	1982880	1086	166854	666477	802999	345464	3,7
10	Самаровское	3945502	288077	31502	749449	1238873	1637601	4,1
11	Советское	2799601	363774	387933	596536	928219	523139	3,3
12	Сургутское	6386050	557783	164149	37699	634002	4992417	4,5
13	Урайское	1773521	138188	23000	121143	624417	866773	4,1
14	Юганское	2991007	383	29	37993	522127	2430475	4,8
Итого		49360178	3069191	1303477	4766528	16643628	23577354	4,1

Учебное издание

Середовских Б.А., Исыпов В.А.

**ОРГАНИЗАЦИЯ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ В  
ОБЛАСТИ ИЗУЧЕНИЯ ПРИРОДНЫХ ОПАСНОСТЕЙ  
(РЕГИОНАЛЬНЫЙ КОМПОНЕНТ)**

Учебно-методическое пособие

ISBN 978-5-00047-695-6



Технический редактор: Д.В. Вилявин

Дата выхода: 22.12.2023

Гарнитура Times New Roman. Усл. печ. листов 6,56  
Электронное издание. Объем 5,76 МБ. Заказ 2296

Издательство НВГУ

628615, Тюменская область, г. Нижневартовск, ул. Маршала Жукова, 4  
Тел./факс: (3466) 24-50-51, E-mail: izdatelstvo@nggu.ru