

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
НАУКИ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ГЕОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
ЦЕНТР ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ  
АКАДЕМИИ НАУК (НИГТЦ ДВО РАН)



**ПРОГРАММА  
ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ**

Направление подготовки 05.06.01 Науки о земле

Научная специальность 1.6.8 «Гляциология и криология Земли»

Петропавловск-Камчатский, 2023

Программа составлена в соответствии с Федеральными государственными требованиями к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре, утвержденных приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации №951 от 20.10.2021 г., по направлению 05.06.01 Науки о земле, научной специальности 1.6.8 «Гляциология и криология Земли».

Автор: к.т.н. Иодис В.А.

Программа обсуждена и одобрена на Ученом совете НИГТЦ ДВО РАН протокол №1 от 06.04.2023 г.

## **1. Общие указания.**

Вступительные испытания по научной специальности 1.6.8 «Гляциология и криология Земли» охватывают стандартные разделы университетских курсов данной специальности. Разделы дисциплины, вопросы и структура экзаменационных билетов приведены ниже. Настоящая программа охватывает основные разделы научной специальности 1.6.8 «Гляциология и криология Земли».

## **2. Порядок проведения вступительных испытаний.**

Вступительное испытание проводится в форме экзамена на основе билетов. В каждом экзаменационном билете по 2 вопроса. Экзамен проходит в письменной форме. Подготовка к ответу составляет 1 академический час (45 минут) без перерыва с момента раздачи билетов. Задания оцениваются по пятибалльной системе в зависимости от полноты и правильности ответов.

## **3. Критерии оценивания.**

Оценка поступающему за письменную работу выставляется в соответствии со следующими критериями.

**Отлично.** Поступающий обнаружил знания, отличающиеся глубиной и содержательностью, умением дать полный исчерпывающий ответ, как на основные вопросы билета, так и на дополнительные, умение свободно выполнять задания, усвоил взаимосвязь основных понятий в их значении для приобретаемой профессии, свободно владеет научными понятиями; логично и доказательно раскрывает проблему, предложенную в билете; ответ не содержит фактических ошибок и характеризуется полнотой, уверенностью.

**Хорошо.** Знания, продемонстрированные поступающим имеют достаточный содержательный уровень, однако отличаются слабой

структурированностью; обнаружил знание вопросов, раскрыто содержание билета, но имеются неточности при ответе на дополнительные вопросы, в ответе имеют место несущественные фактические ошибки, которые поступающий способен исправить самостоятельно, благодаря наводящему вопросу.

*Удовлетворительно.* Ответ отличаются поверхностностью и малой содержательностью, имеются неточности при ответе на основные вопросы билета. Поступающий обнаружил знание основ специальности, но нарушена логика изложения, отсутствует осмысленность представляемого материала; не может обосновать закономерности и принципы, объяснить факты; отсутствуют представления о межпредметных связях, но при этом знаком с основной литературой, рекомендованной данной программой, обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.

*Неудовлетворительно.* Поступающий обнаружил значительные пробелы в знаниях основ выбранной специальности, на большую часть дополнительных вопросов по содержанию экзамена поступающий затрудняется дать ответ или не дает верных ответов.

#### **4. Разделы дисциплины, вопросы программы вступительного экзамена в аспирантуру по научной специальности 1.6.8 «Гляциология и криология Земли»**

1. **Криосфера Земли.** Понятие криосферы. Типы оледенения Земли.
2. **Предмет гляциологии**
  - 2.1. Основные виды природных объектов и явлений, изучаемые этой наукой: твердые атмосферные осадки, снежный покров, снежные лавины и гляциальные сели, ледники и ледниковые покровы, подземные льды и наледи, морские, речные и озерные льды.
  - 2.2. Нивально-гляциальные системы. Классификации и ранги систем, их характеристики.
  - 2.3. Комплексные гляциологические исследования. Программы Международный Полярный Год, Международный Геофизический Год,

Международное гидрологическое десятилетие. Важнейшие направления и проблемы современной гляциологии.

### **3. Общие свойства снега и льда.**

3.1. Условия образования и виды твердых атмосферных осадков. Влияние температуры на формирование кристаллов снега. Классификация твердых осадков.

3.2. Формирование и свойства снежного покрова. Процессы метаморфизма снега — диагенез и диафторез, его фирнизация. Классификация снега и фирна.

3.3. Лед — как минерал и как горная порода. Кристаллическое строение льда, типы ледяных кристаллов, модификации льда.

3.4. Физико-механические, оптические, акустические, электрические и другие свойства льда.

3.5. Режеляционный, конжеляционный, инфильтрационный лед. Метаморфизм льда и его отражение в строении ледяной породы.

### **4. Хиносфера и снеговая линия.**

4.1. Понятие о хиносфере, климатическая и орографическая снеговая граница, граница оледенения.

4.2. Снеговая и фирновая линия на ледниках.

### **5. Снег и лед на Земле и других планетах.**

5.1. Площадь и масса снега и льда на Земле.

5.2. Изменчивость пространства, покрываемого сезонным снежным покровом и сезонными льдами.

5.3. Особенности снежного покрова и разных типов льдов в областях с различными климатами (На основе Атласа снежно-ледовых ресурсов мира).

5.4. Лед в космическом пространстве. Ледяные шапки Марса, спутник Юпитера Европа.

5.5. Атлас снежно-ледовых ресурсов мира. Структура, основное содержание.

### **6. Ледники и ледниковые системы**

6.1. Понятие «ледник». Отличие ледника от многолетнего снежника.

6.2. Ледниковые системы. Поля характеристик ледниковых систем. Их использование в гидрометеорологических расчетах

### **7. Взаимодействие оледенения, климата, рельефа и океана**

7.1. Климатические условия существования ледников и формирование баланса массы. Колебания ледников.

7.2. Орографический фактор оледенения.

7.3. Влияние на климат покровных и горных ледников.

7.4. Взаимодействие оледенения, атмосферы и океана в условиях изменяющегося климата.

### **8. Криология Земли**

8.1. Общие закономерности возникновения и развития мерзлых толщ.

8.2. Состав, криогенное строение и свойства мерзлых толщ.

- 8.3. Многолетнемерзлые породы как часть природной среды.
- 8.4. Криолитогенез.
- 8.5. Региональные закономерности мерзлотных условий на территории России.
- 8.6. Основные типы подземных льдов, их классификация.
- 8.7. Механизм образования, особенности строения и состава, запасы подземных льдов.
- 8.8. Криогенное строение горных пород.
- 9. Морские и пресноводные льды**
- 9.1. Условия образования морских, озерных и речных льдов. Их классификации.
- 9.2. Особенности строения и состава морских и пресноводных льдов.
- 9.3. Современное состояние, изменчивость и дрейф льдов в Северном Ледовитом и Южном океанах.
- 10. Наледи**
- 10.1. Определение, механизм формирования и типы наледей. Роль наледей в формировании стока
- 10.2. Распространение наледей. Методы изучения. Наледная опасность. Методы защиты.
- 11. Геологическая роль льда.**
- 11.1. Экзарационная и аккумулятивная деятельность речных, озерных, морских и наледных льдов. Геоморфологическая роль образования и протаивания подземных льдов.
- 11.2. Ледниковая экзарация и аккумуляция, твердый сток с ледников. Формирование морен, их классификация. Ледниковые и водно-ледниковые формы рельефа.
- 11.3. Оценки масштабов и темпов экзарации ложа ледников. Типы дегляциации и связанные с ними формы рельефа.
- 12. Палеогляциология**
- 12.1. Предмет и задачи палеогляциологии. Причины возникновения и изменения оледенений Земли. Крупнейшие ледниковые периоды в истории Земли.
- 12.2. Покровные ледники суши, континентальных шельфов.
- 12.3. Древнее оледенение в горах. Морфологические и литологические признаки.
- 12.4. Приледниковые системы стока, гидросферные катастрофы.
- 13. Значение снега и льда в жизни людей**
- 13.1. Снег и лед как природный ресурс. Экологические проблемы охраны снежно-ледовых ресурсов
- 13.2. Проблемы управления снежно-ледовыми процессами
- 14.2 Рекреационное освоение нивально-гляциальной зоны.
- 14. Основные направления развития гляциологии за 10 лет**
- 14.1. По материалам журнала «Материалы гляциологических исследований»
- 14.2. По материалам журнала «Journal of Glaciology».

14.3.

## II ЧАСТЬ.

### **1. Ледники и ледниковые покровы Земли**

1.1. Распространение и колебания горных ледников (На основе Атласа снежноледовых ресурсов мира)

1.2. Ледниковые покровы Северного полушария

1.3. Место Антарктиды в современном оледенении Земли

### **2. Снежный покров на равнинах и в горах.**

2.1. Глобальные, региональные и локальные особенности пространственного распределения снежного покрова (На основе Атласа снежно-ледовых ресурсов мира)

2.2. Снежный покров на равнинах. Типы зим по характеру снежности. Влияние форм циркуляции атмосферы на колебания снежности

2.3. Снежный покров в горах. Изменение выпадающих твердых осадков и массы снега с высотой. Влияние расчлененности рельефа, ориентации и крутизны склонов на снегонакопление.

2.4. Влияние снега на формирование речного стока, рельеф и растительность

2.5. Методы измерения снегозапасов и структуры снежной толщи.

### **3. Снежники**

3.1. Строение снежников и их отличие от ледников. Условия формирования и типы снежников.

3.2. Особенности распространения снежников на равнинах и в горах. Геоморфологическая и гидрологическая роль снежников.

### **4. Метели и снежные заносы**

4.1. Особенности метелей на равнине и в горах. Пространственная изменчивость снегопереноса.

4.2. Методы измерения метелевого переноса и защиты от снежных заносов

### **5. Снежные лавины**

5.1. Определение, причины возникновения, классификация лавин

5.2. Распространение лавин. Методы наблюдения.

5.3. Рельефообразующая и гидрологическая роль лавин.

5.4. Лавинная опасность территории. Методы защиты и прогнозирования.

### **6. Ледник как природный объект**

6.1. Области аккумуляции и абляции. Движение льда. Основные пограничные уровни на леднике; полевые и расчетные методы их определения. Граница питания, временная и пространственная изменчивость ее высоты на ледниках. Кинематическая граница питания.

6.2. Классификации ледников: морфологическая, динамическая, температурная.

### **7. Питание и расход льда ледников.**

7.1. Процессы аккумуляции на ледниках. Основные источники питания: атмосферные осадки, метелевый перенос, сход лавин. Особенности питания горных и покровных ледников. Коэффициент концентрации.

7.2. Радиационный и тепловой баланс поверхности ледника. Факторы, определяющие величины составляющих радиационного баланса и характеристик турбулентного обмена. Уравнение теплового баланса тающей поверхности ледника

7.3. Абляция ледника. Тепловая и механическая абляция. Айсберги.

7.4. Способы измерения и расчета аккумуляции и абляции на ледниках.

## **8. Баланс массы ледников**

8.1. Составляющие баланса массы ледников. Основные понятия и терминология. Уравнения баланса массы. Удельный и полный баланс.

8.2. Изменения баланса массы ледников во времени, периодичность этих изменений.

8.3. Региональные и локальные особенности баланса массы ледников.

8.4. Вертикальные градиенты аккумуляции и абляции. Понятие "энергии оледенения", изменчивость этого показателя в разных географических условиях.

## **9. Гидрология ледников.**

9.1. Воды на поверхности, внутри и под ледниками. Сезонное колебание количества воды в ледниках. Дренажные системы.

9.2. Инфильтрация воды в фирн. Внутреннее питание ледников, способы его измерения и расчета.

9.3. Ледниковый сток и его роль в режиме рек. Внутригодовая изменчивость. Типы колебаний ледникового стока

9.4. Содержание воды в ледниках (в холодных, теплых и двухслойных), методы определения.

## **10. Зоны льдообразования.**

10.1. Развитие представлений о гляциологических зонах, система зон, предложенная П.А. Шумским.

10.2. Наборы зон льдообразования. Пространственная и временная изменчивость.

## **11. Движение льда в ледниках.**

11.1. Основные типы движения льда. Ламинарное движение и глыбовое скольжение. Уравнения, описывающие движение льда.

11.2. Метод определения поля скоростей ледников по данным спутниковой радиолокационной интерферометрии.

## **12. Тепловой режим ледников.**

12.1. Внешние и внутренние источники тепла в ледниках. Влияние движения льда на перенос тепла в леднике, режимы выхолаживания и отепления льда.

12.2. Тепловой режим у ложа ледников, донное таяние, подледные озера.

12.3. Озера пресной воды под ледниковыми щитами: Антарктиды, четвертичными ледниковыми покровами.

## **13. Гляциотектоника.**

13.1. Тектоника льда и ее связь с движением. Элементы тектонической структуры льда. Типы ледниковых трещин и механизм их образования.

13.2. Структурно-гляциологическая съемка ледника. Возможности наземных и дистанционных исследований.

#### **14. Колебания ледников.**

14.1. Причины ледниковых колебаний. Виды длиннопериодических и короткопериодических колебаний. Методы наблюдений за колебаниями ледников.

14.2. Связь между колебаниями баланса и размерами ледников в разных географических условиях

#### **15. Пульсирующие ледники.**

15.1. Возможные механизмы подвижек ледников. Подвижки покровных и горных ледников. Периодичность подвижек ледников.

15.2. Основные черты ледниковых пульсаций. Роль пульсирующих ледников в формировании катастрофических селей

15.3. Методы наземных и дистанционных наблюдений. Возможности прогноза и снижения их негативного воздействия.

#### **16. Гляциальные сели и водоснежные потоки**

16.1. Определение, причины возникновения, классификация селей

16.2. Распространение гляциальных селей и водоснежных потоков.

16.3. Ледниково-подпрудные озера и механизм их прорыва. Прорывы моренных озер.

16.4. Селевая опасность территории. Методы защиты. Расчет и прогноз селевых паводков

#### **17. Геофизические методы исследования ледников**

17.1. Термическое и механическое бурение ледников. Методы измерения движения и теплового режима. Использование методов разведочной геофизики.

17.2. Радиолокационное зондирование льда и применение его для определения толщины и режима ледников, их подледного рельефа, внутреннего строения.

#### **18. Геохимические методы.**

18.1. Использование стабильных и радиоактивных изотопов для палеогляциологических реконструкций.

18.2. Микрочастицы в толще льда, химический и газовый состав ледников.

**5. Учебно-методическое обеспечение и информационное обеспечение программы вступительного экзамена в аспирантуру по научной специальности 1.6.8 «Гляциология и криология Земли»**

1. Алексеев В.Р. Наледеведение. Словарь-справочник. Новосибирск. Изд-во СОРАН, 2007. - 438 с.
2. Атлас снежно-ледовых ресурсов мира. М., РАН, 1997.
3. Богородский В.В., Бентли Ч., Гудмансен П. Радиогляциология. Л., Гидрометеиздат, 1983.
4. Виноградов Ю.Б. Гляциальные прорывные паводки и селевые потоки. Л., Гидрометеиздат, 1977.
5. Втюрин Б.И. Подземные льды СССР. М., Наука, 1975.
6. География лавин. Под ред. С.М. Мягкова, Л.А. Канаева. Ю.Гросвальд М.Г. Евразийские гидросферные катастрофы и оледенение Арктики.- М.: Научный мир, 1999,
7. Дайсон Дж.Л. В мире льда. Л. Гидрометеиздат, 1966.
8. Долгушин Л.Д., Осипова Г.Б. Ледники. М. «Мысль», 1989.
9. Захаров В.Ф. Льды Арктики и современные природные процессы. Л., Гидрометеиздат, 1981
14. Зотиков И.А. Теплофизика ледниковых покровов. Л., Гидрометеиздат, 1982.
15. Изменение окружающей среды и климата, природные и связанные с ними техногенные катастрофы Т.3. Опасные природные явления на поверхности суши: механизм и катастрофические следствия /Отв. ред. В.М. Котляков. - М.: ИГ РАН, ИФЗ РАН, 2008. - 276 с.
16. Изменение окружающей среды и климата, природные и связанные с ними техногенные катастрофы. Т.3. 4.2. Природные процессы в полярных областях Земли /Отв. ред. В.М. Котляков. - М. ИГ РАН, ИФЗ РАН. 2008,- 376 м.
17. Имбри Дж., Имбри К.П. Тайна ледниковых эпох. М Прогресс, 1988.
18. Инженерная гляциология. Под ред. Г.К.Тушинского. М., МГУ, 1971.
19. Калесник С.В. Очерки гляциологии. М., Географгиз, 1963.
20. Котляков В.М. Избранные сочинения в шести книгах. М., Наука, 2000-2003.
21. Котляков, В.М., Гордиенко Ф.Г. Изотопная и геохимическая гляциология. Л, Гидрометеиздат, 1982

22. Кренке А.Н. Массообмен в ледниковых системах на территории СССР. Л., Гидрометеиздат, 1982.
17. Кренке А.Н. Об уровне гляциологических исследований и о предмете гляциологии. МГИ, вып. 27, 1976.
18. Кузьмин П.П. Формирование и режим снежного покрова и методы определения снеготазпасов. Л., Гидрометеиздат, 1960
19. Кузьмин П.П. Процесс таяния снежного покрова. Л., Гидрометеиздат, 1961.
20. Журнал «Лед и снег»
21. Журнал «Материалы гляциологических исследований» - последние 10 лет.
22. Михаленко В.Н. Глубинное строение ледников тропических и умеренных широт. М.: Издательство ЛКИ, 2008.
23. Мачерет Ю.Я. Радиозондирование ледников. М., «Научный мир», 2006
24. Общее мерзлотоведение / Под ред. В.А. Кудрявцева. М. Изд-во МГУ, 1978. 464 с.
25. Оледенение Северной и центральной Евразии в современную эпоху. Коллективная монография. М., Наука, 2006
26. Оледенение Северной Евразии в недавнем прошлом и ближайшем будущем. Коллективная монография. М., Наука, 2007
27. Основы геокриологии / Под ред. Э.Д. Ершова. 4. 1-3. М., Изд-во МГУ, 1995.