

**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, 2022

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 №2 от 13. апреля .2022 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. Хионосфера и снеговая линия.**

4.1. Понятие о хионосфере, 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 снегозапасов. Л., Гидрометеоиздат , 1960
19. Кузьмин П.П. Процесс таяния снежного покрова. Л., Гидрометеоиздат ,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.