

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Геолого-географический факультет

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по ОД

Е.В. Луков



« 16 » сентября 2022 г.

**ПРОГРАММА**

**кандидатского экзамена по научной специальности**  
1.6.18. Науки об атмосфере и климате

Томск – 2022

Программа кандидатского экзамена по научной специальности *1.6.18. Науки об атмосфере и климате* рассмотрена и рекомендована к утверждению Ученым советом геолого-географического факультета

протокол № 19 от 29.09.2022 г.

**Авторы-разработчики:**

1. Горбатенко Валентина Петровна, доктор географических наук, профессор, зав. кафедрой метеорологии и климатологии ГГФ ТГУ
2. Волкова Марина Александровна, кандидат географических наук, доцент, доцент кафедры метеорологии и климатологии ГГФ ТГУ
3. Самохвалов Игнатий Викторович, доктор физико-математических наук, профессор, профессор кафедры оптико-электронных систем и дистанционного зондирования РФФ ТГУ
4. Севастьянов Владимир Вениаминович, доктор географических наук, профессор, профессор кафедры метеорологии и климатологии ГФ ТГУ

Согласовано:

Руководитель ОП



В.П. Горбатенко

## 1. Общие положения

На основании постановления Правительства Российской Федерации от 23.09.2013 № 842 «О порядке присуждения ученых степеней» кандидатские экзамены сдаются в соответствии с научной специальностью (научными специальностями) и отраслью науки, предусмотренными номенклатурой научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени, утверждаемой Министерством науки и высшего образования Российской Федерации (далее – Минобрнауки России), по которым осуществляется подготовка (подготовлена) диссертации.

Кандидатский экзамен по специальной дисциплине в соответствии с темой диссертации на соискание ученой степени кандидата наук представляет собой форму оценки степени подготовленности соискателя ученой степени к проведению научных исследований по научной специальности *1.6.18. Науки об атмосфере и климате* по географическим наукам и физико-математическим наукам (далее – кандидатский экзамен).

Программа кандидатского экзамена разработана на основе Паспорта научной специальности *1.6.18. Науки об атмосфере и климате* (далее – Программа), утвержденного ВАК при Минобрнауки России <https://drive.google.com/drive/folders/1RNYkXhvAzaEF85GqxOH8HhbenJIoUMR7>.

Организация и проведение приема кандидатского экзамена осуществляется в соответствии с установленным в НИ ТГУ порядком.

Подготовка по Программе может осуществляться как самостоятельно, так и в рамках освоения соответствующей программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре НИ ТГУ. Сдача аспирантом кандидатского экзамена является обязательным условием обучения и относится к оценке результатов освоения базовой дисциплины (модуля) образовательного компонента программы, осуществляемой в рамках промежуточной аттестации.

## 2. Структура кандидатского экзамена и шкала оценивания уровня знаний

Кандидатский экзамен проводится в форме устного экзамена по билетам продолжительностью два академических часа и состоит из следующих частей:

1. Основные вопросы (три вопроса по содержанию курса «Науки об атмосфере и климате»)
2. Дополнительные вопросы (три вопроса из 2-го раздела содержания Программы).

Оценка уровня знаний по каждому вопросу осуществляется по пятибалльной шкале со следующим принципом перерасчета:

«отлично» – 5 баллов;

«хорошо» – 4 балла;



4. Строение атмосферы. Приземный и пограничный слой. Строение и физика нижней атмосферы (тропосферы) Земли. Строение и физика средней атмосферы (стратосфера, мезосфера), верхней атмосферы (термосфера, экзосфера) и ионосферы, включая влияние ионосферы на распространение радиоволн. Строение и физика магнитосферы и околоземного космического пространства, включая взаимодействие с солнечным ветром и геомагнитные возмущения. Озоновый слой.

5. Спектральный состав электромагнитной солнечной радиации. Солнечная активность. Солнечная постоянная. Поглощение, рассеяние и излучения в атмосфере. Альbedo. Излучение Земли и атмосферы. Парниковый эффект. Радиационный баланс земной поверхности и атмосферы. Тепловой баланс подстилающей поверхности. Методы расчета турбулентных потоков явного и скрытого тепла в приземном слое атмосферы. Основы теории подобия Монина-Обухова.

6. Космическое и корпускулярное излучение. Оптические явления в атмосфере. Дальность видимости.

7. Электрические явления в атмосфере. Глобальная электрическая цепь. Ионизация. Проводимость. Токи в атмосфере. Градиент потенциала электрического поля. Грозовое электричество. Искровые разряды. Молнии. Электромагнитные волновые явления. Электризация снега, льда, облаков, дождя, мороси, песчинок, пыли, дымов, аэрозолей. Электрические явления в процессах атмосферной циркуляции. Атмосферные радиопомехи как явления атмосферного электричества. Технологии мониторинга электрических процессов в атмосфере.

8. Акустические явления в атмосфере, вызываемые природными и антропогенными воздействиями. Распространение акустических волн в атмосфере. Зоны слышимости и молчания. Гром.

## **Тема 2. Динамика атмосферы**

1. Общая циркуляция атмосферы. Схема общей циркуляции атмосферы, ее сезонные различия. Явление Эль-Ниньо-Южное колебание (ЭНЮК). Облака, туманы и осадки. Крупномасштабные волны.

2. Конвективные процессы в атмосфере.

3. Опасные и особо опасные гидрометеорологические и природные явления – тропические циклоны, тромбы (торнадо), засухи, наводнения, град, туманы, смерчи, пыльные бури.

4. Гидродинамика и термодинамика атмосферы. Атмосферные колебания и волны. Энергетика атмосферы. Дальние связи в атмосфере.

5. Крупномасштабная турбулентность. Динамика стратосферы и мезосферы. Взаимодействие стратосферы и тропосферы

6. Уравнения движения, сохранения массы и притока тепла в локальных декартовых координатах. Критерии подобия. Системы упрощенных уравнений, некоторые виды стационарных течений: геострофический поток, потоки Куэтта и Пуазейля.



Атмосферные примеси в тропосфере и стратосфере. Изменения климата в современную эпоху: проявления в термическом режиме, режиме увлажнения и поведения оледенения, изменения уровня Мирового океана и др. Методология построения доказательств антропогенного воздействия на состояние глобального климата.

3. Региональная климатология. Мезо- и микроклиматология. Изменения климата. Климатические проекции. Исследование формирования климатообусловленных угроз и рисков для природных и хозяйственных систем, здоровья населения. Адаптация к изменениям климата. Методы и технологии использования климатической информации для управления безопасностью и обеспечения устойчивого развития экономики и социальной сферы в условиях меняющегося климата.

4. Состав климатической системы. Взаимодействие атмосферы, гидросферы, криосферы, биосферы и литосферы.

### **Тема 5. Агрометеорология**

Влияние метеорологических факторов на состояние почвы и растений, формирование урожая агрофитоценозов, состояние сельскохозяйственных животных, развитие и распространение вредителей и болезней сельскохозяйственных культур. Агроклиматическое районирование. Агрометеорологические прогнозы.

#### **Основная литература**

1. Агрометеорология Учебник для вузов / Отв. ред. И. Г. Грингоф. Л.: Гидрометеотиздат, 1986. – 296 с.
2. Белов П.Н., Борисенко Е.П., Панин Б.Д. Численные методы прогноза погоды. Гидрометеотиздат, 1989. – 376 с.
3. Бримблкумб П. Состав и химия атмосферы. М.: Мир, 1988. – 351 с.
4. Воробьев В.И. Синоптическая метеорология. Л.: Гидрометеотиздат, 1991. – 616 с.
5. Гилл А. Динамика атмосферы и океана. М.: Мир, 1986. – 397 с.
6. Динамическая метеорология. Л.: Гидрометеотиздат, 1976. – 607 с.
7. Долгосрочные метеорологические прогнозы / Н.А. Багров К.В. Кондратович и др. Л.: Гидрометеотиздат, 1985. – 248с.
8. Капустин А.В., Сторожук Н.Л. Технические средства гидрометеорологической службы. Издательское агентство «Энергомашиностроение». – СПб, 2005. – 283 с.
9. Кароль И.Л., Киселев А.А. Парадоксы климата. Ледниковый период или обжигающая жара М.: Изд-во АСТ, 2013.
10. Кислов А.В. Климат в прошлом, настоящем и будущем. М.: «Наука — Интерпериодика», 2001. – 350 с.
11. Кислов А.В. Климатология: учебник. – М.: Академия, 2011. – 221 с.



**Раздел 2. Дополнительные вопросы** (по области исследования паспорта научной специальности 1.16.18. Науки об атмосфере и климате, в рамках которой определена тема подготавливаемой кандидатской диссертации).

### **Тема 1. Общая метеорология**

1. Испарение, транспирация, суммарное испарение. Методы измерений и расчетов испарения с естественных поверхностей. Распределение влажности с увеличением высоты в приземном слое и в свободной атмосфере. Суточный и годовой ход влажности воздуха.
2. Конденсация и сублимация водяного пара в атмосфере. Облака, микроструктура и водность. Классификации облаков и туманов.
3. Образование осадков. Географическое распределение. Типы годового хода осадков. Химический состав осадков, диффузия атмосферных примесей в пограничном слое и трансграничный перенос. Кислотные дожди. Искусственное воздействие на облака и осадки.
4. Снежный покров: физические свойства, географическое распределение. Климатическое значение.
5. Барическое поле и ветер. Линии тока и траектории частиц воздуха. Характеристики поля ветра: дивергенция, вихрь, циркуляция скорости. Геострофический ветер. Термический ветер.
6. Воздушные массы: термодинамическая и географическая классификация, трансформация, особенности погоды.
7. Орографически и термически возбужденные местные циркуляции: фены, подветренные волны, бризы, вихревые цепочки, горно-долинные ветры.
8. Аэрозоли. Источники и стоки. Распределение с увеличением высоты. Озон в тропосфере и стратосфере. Озоновые дыры.
9. Радиоактивные и стабильные изотопы в атмосфере. Использование их как трассеров.
10. Мониторинг загрязнения атмосферы. Концентрации атмосферных загрязнений от метеорологических факторов. Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосфере Земли. Влияние загрязнения атмосферы на здоровье людей.

### **Тема 2. Динамика атмосферы**

1. Пограничные слои в атмосфере, изменение ветра с увеличением высоты в планетарном пограничном слое.
2. Инерционные волны в баротропной атмосфере (волны Россби). Гравитационно-инерционные волны в геострофическом потоке (волны Пуанкаре и Кельвина). Внутренние гравитационные волны, адаптация полей ветра и давления.
3. Гидродинамическая неустойчивость зонального потока (баротропный и бароклинный случаи).





5. Основы теории колебаний климата в плейстоцене и голоцене. *Астрономическая теория климата.*
6. Обратные связи в климатической системе.

### **Тема 5. Агрометеорология**

1. Агрометеорологические характеристики. Прогноз урожайности зерновых культур при помощи данных дистанционного зондирования земли. Динамические модели агрометеорологических прогнозов. Индексы для оценки продуктивности и мониторинга процессов вегетации сельскохозяйственных культур.

### **Рекомендуемая литература**

1. Анапольская Л.Е., Гандин Л.С. Метеорологические факторы теплового режима зданий.– Л.: Гидрометеиздат, 1973. – 239 с.
2. Базлова Т. А., Бочарников Н. В., Брылёв Г. Б. и др. Радиолокационные метеорологические наблюдения. Том 1. // Под общей редакцией Солонина А. С. – СПб.: Изд. Наука, 2010. – 312 с.
3. Базлова Т. А., Бочарников Н. В., Брылёв Г. Б. и др. Радиолокационные метеорологические наблюдения. Том 2. // Под общей редакцией Солонина А. С. – СПб.: Изд. Наука, 2010. – 518 с.
4. Берлянд М.Е. Прогноз и регулирование загрязнений атмосферы. Л., Гидрометиздат, 1985. – 272 с.
5. Бескид П.П., Куракина Н.И., Орлова Н.В. Геоинформационные системы и технологии. - СПб.: Изд-во РГГМУ, 2010. – 172 с.
6. Глобальные и региональные изменения климата и их природные и социально-экономические последствия / под ред. В.М. Котлякова. – М.: Геос, 2000. – 262с.
7. Журавлев Г.Г., Горбатенко В.П., Гордов Е.П. Распространение примесей в атмосфере и методы их контроля /Томск, издательство Томского ЦНТИ, 2013г., - 412с.
8. Зверев А.С. Синоптическая метеорология. Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 558 с.
9. Киселев В.Н., Кузнецов А.Д. Методы зондирования окружающей среды (атмосферы). Учебник. – СПб., изд. РГГМУ, 2004. – 429 с.
10. Кислов А.В. Климат в прошлом, настоящем и будущем. – М.: МАИК “Наука”. 2001. – 351 с.
11. Пальмен Э., Ньютон Ч. Циркуляционные системы атмосферы. Л.: Гидрометиздат, 1973. – 614 с.
12. Толковый словарь по сельскохозяйственной метеорологии /И. Г. Грингоф, А. Д. Клещенко, Д. В. Козинец и др. СПб.: Гидрометеиздат, 2002. – 470 с.
13. Уорк К., Уорнер С. Загрязнение воздуха: источники и контроль. М.: Мир, 1980. – 539 с.